DE BODEMKUNDIGE GESTELDHEID VAN DEN TOEKOMSTIGEN WIERINGERMEERPOLDER VOLGENS BORINGEN IN HET JAAR 1927

DOOR

DR. D. J. HISSINK,

DIRECTEUR VAN HET BODEMKUNDIG INSTITUUT TE GRONINGEN.

INLEIDING.

In een van hare eerste vergaderingen in het voorjaar van 1927 opperde de Sub-Commissie uit de Commissie-Lovink de wenschelijkheid, om de grondmonsters uit het Wieringermeer, afkomstig van het door Prof. J. M. van Bemmelen in het jaar 1880 ingestelde onderzoek, aan een nieuw onderzoek volgens de thans gebruikelijke methoden te onderwerpen. Het doel van dit onderzoek was in het bizonder om na te gaan, in hoeverre de door van Bemmelen gegeven schets van de bodemkundige gesteldheid van den toekomstigen Wieringermeerpolder thans nog van waarde was. Het bleek evenwel, dat van de in het jaar 1880 genomen grondmonsters, die zich in het museum van de Nederlandsche Heidemaatschappij te Arnhem bevinden, te kleine hoeveelheden voor een onderzoek aanwezig waren. Om deze reden besloot de Sub-Commissie van een gedeelte van de door van Bemmelen in het jaar 1880 onderzochte 122 plekken, opnieuw monsters te laten boren. Dit geschiedde in de maanden Juli, Augustus en September 1927 onder leiding van den Heer J. Vrij, opzichter bij de Zuiderzeewerken en wel op 51 plekken.

De monsters werden met een pulsboor genomen. Den 21sten Juli 1927 waren de Heeren Visser, Söhngen, Ligtenberg, Smeding, Bosma en van der Spek, de laatste als plaatsvervanger van schrijver dezes, bij dit werk tegenwoordig. Men kreeg toen den indruk, dat het niet steeds mogelijk was, de monsters met groote nauwkeurigheid te nemen. Zoo werd bijv. op één plek twee maal een laag van 40 centimeter op dezelfde diepte geboord; bij de eene boring werd slechts een kleine hoeveelheid grond, bij de andere boring een hoeveelheid grond van aanzienlijk grootere afmetingen geboord. Ook is het uit den aard der zaak niet mogelijk in een boot op zee nauwkeurig dezelfde plekken als in het jaar 1880 aan te boren.

Op nagenoeg alle 51 plekken is tot een diepte van 250 centimeter geboord; de verschillende lagen werden afzonderlijk bemonsterd en in goed sluitende stopflesschen van 2 liter gebracht. In meerdere gevallen werden 7, tot zelfs 9 verschillende lagen aangeboord. Sommige lagen hadden slechts zeer geringe dikte, zoodat hiervan slechts kleine monsters verkregen werden.

Totaal zijn er 51 boringen verricht, gevende 290 monsters (genummerd Wm 1 tot en met Wm 290). De boringen 1 t/m 7 en 9 zijn uitgevoerd in de week van 18—23 Juli 1927; de boringen 10, 11, 12, 14, 15, 18, 20 en 21 eveneens van 18—23 Juli; de boringen 19, 24, 29, 30, 31 en 32 van 25—30 Juli; de boringen 25, 26, 27, 33, 34, 35, 48 en 49 van 1—6 Augustus; de boring 13 in de week van 8—13 Augustus; de boringen 16, 17, 22, 23 en 28 van 18—23 Juli; de boringen 8, 38, 40, 41, 44, 45 en 50 van 22—27

Augustus; de boringen 36, 37, 39, 42, 46, 47 en 51 van 29 Augustus tot 3 September en de boring 43 in de week van 5—10 September.

Bij het boren werd de waterstand bij het begin en bij het einde van elke boring genoteerd; enkele waterstandswaarnemingen ontbreken.

Op elke plek, die in 1927 geboord werd, hebben dus 3 nummers betrekking en wel het nummer van de boring in het jaar 1927 (boring N°. 1 t/m 51); het nummer van de boring van dezelfde plek in het jaar 1880 en het correspondeerende nummer op de kaart van van Bemmelen (1). Ten einde het zoeken op de kaart te vergemakkelijken is deze kaart in een aantal vakken verdeeld.

Tabel 1 geeft een overzicht van de nummers van de boringen uit het jaar 1927, de bijbehoorende Wm-nummers (grondmonsters), de overeenkomstige boornummers uit het jaar 1880 en de nummers van de plekken op de Kaart van van Bemmelen, benevens de kaartvakken en ten slotte de bij het boren genoteerde waterstanden.

Ten einde misverstand te voorkomen, zal in het vervolg van kaartplekken en kaartvakken en verder van boringen, resp. jaar 1880 en jaar 1927, gesproken worden. Zoo is de boring N°. 2 uit het jaar 1927 afkomstig van plek N°. 106 van de Kaart van van Bemmelen (kaartvak E 3); op deze plek heeft de boring N°. 62 uit het jaar 1880 betrekking. Zonder nadere aanduiding wordt steeds de boring uit het jaar 1927 bedoeld.

Aan hen, die zich op zuiver bodemkundig gebied minder thuis gevoelen, wordt aangeraden met de lezing van Hoofdstuk VII „Overzicht" aan te vangen, dat als een op zichzelf staand hoofdstuk geschreven is en dat voor meerdere gegevens en bizonderheden naar de overige hoofdstukken verwijst. Ook wordt de aandacht gevestigt op Hoofdstuk III, waarin de resultaten van de boringen van Prof. van Bemmelen uit het jaar 1880 met die van de boringen uit het jaar 1927 vergeleken worden.

TABEL I.

Boring 1927 N°.	Grondmonsters N°. Wm.	Waterstand tijdens het boren in meters in het jaar 1927.		Correspondeerende boring 1880 N°.	Kaart van Bemmelen N°.	Kaartvak.
		Begin boring.	Einde boring.			
1	1— 7	3.90		70	1	F 2
2	8— 10	1.80	1.70	62	106	E 3
3	11— 16	1.90	1.90	67	52	E 5
4	17— 23	3.40	3.45	51	48	D 7
5	24— 28	4.20	4.20	56	95	C 8
6	29— 35	3.35	3.55	50	47	D 7
7	36— 41	4.25	4.25	55	49	D 8
8	42— 46	3.30		49	96	C 10
9	47— 52	5.00		95	121	F 2
10	53— 57	1.75	1.70	28	103	F 4
11	58— 63	2.45	1.80	38	46	F 5
12	64— 69	4.10	4.15	4	112	E 8
13	70— 75			61	50	D 10
14	76— 82	4.15	4.05	59	62	F 9
15	83— 87	1.45	1.50	21	117	G 2
16	88— 93	1.45	1.90	93	6	H 1
17	94— 99	1.90	2.10	22	7	I 1
18	100—104	2.00	2.30	105	5	H 3
19	105—110	2.75	2.60	39	101	H 5
20	111—115	4.50	4.55	45	36	H 7
21	116—121	4.25	4.35	57	60	H 8
22	122—127	3.60	3.80	71	63	G 9
23	128—132	2.80	2.85	94	8	I 2
24	133—138	3.40	3.50	41	74	I 5
25	139—145	4.00	4.50	43	77	J 7
26	146—150	4.85	4.80	73	39	I 9
27	151—156	4.40	4.20	80	66	I 11
28	157—161	3.15		26	9	K 2
29	162—167	3.50	3.30	27	11	J 3
30	168—173	3.45	3.20	30	12	J 3
31	174—179	3.45	3.50	18	75	J 4
32	180—184	4.20	4.25	42	76	J 6
33	185—191	3.75	3.90	44	78	K 7
34	192—196	4.20	4.30	47	80	K 8
35	197—202	4.90	4.65	74	40	J 9
36	203—207	3.10	3.20	32	15	L 2
37	208—212	3.65	3.55	31	14	K 4

Boring 1927 N°.	Grond-monsters N°. Wm.	Waterstand tijdens het boren in meters in het jaar 1927.		Corresponderende boring 1880 N°.	Kaart van Bemmelen N°.	Kaartvak.
		Begin boring.	Einde boring.			
38	213—218	4.10	3.80	33	13	K 4
39	219—223	2.90	3.10	6	16	M 2
40	224—228	3.30	3.30	7	20	M 4
41	229—233	3.60	3.85	8	21	M 5–6
42	234—239	3.55	3.50	9	25	M 7
43	240—244	3.65	3.55	15	26	L 8
44	245—250	4.05		10	55	M 9
45	251—256	5.20	5.05	83	56	M 11
46	257—262	3.75	3.45	87	24	N 6
47	263—267	4.10	4.15	11	29	O 8–9
48	268—273	4.00	4.25	12	31	M 9
49	274—279	4.40	4.40	14	32	M 10
50	280—285	2.45	2.45	35	18	O 4
51	286—290	3.80	3.80	36	28	P 8

HOOFDSTUK I.

METHODEN VAN ONDERZOEK.

De grondmonsters Wm 1 t/m 290 zijn aan het Bodemkundig Instituut te Groningen onderzocht. Bij aankomst werd elk monster nog eens goed gemengd en daarna in een droogstoof bij ongeveer 50° à 70° Celsius gedroogd. Het onderzoek vond op geheel dezelfde wijze plaats als het onderzoek van de grondmonsters uit den Andijker Proefpolder (2), zoodat hier met eenige opmerkingen kan worden volstaan.

Bemonstering. Bij de bemonstering in het laboratorium werd het geheele monster op een glazen plaat gebracht en goed gemengd. Bij de eerste monsters uit het Wieringermeer, die in Augustus 1927 inkwamen, is dit niet geschied, maar werd de massa in de flesch met een lepel geroerd, waarna een gedeelte van het monster in de porceleinen schaal en na gewogen te zijn, in de droogstoof bij 70° Celsius gedroogd werd. Dat deze wijze van menging niet steeds voldoende is, bewijst het volgende voorbeeld. Van monster Wm 29 (boring N°.6) werd, nadat een gedeelte uit de flesch in de schaal was gebracht, een tweede gedeelte uit de flesch op een glazen plaat uitgespreid en op de gebruikelijke wijze aan de lucht gedroogd. Bij onderzoek gaven de twee monsters Wm 29, resp. stoof en plaat, vrij uiteenloopende cijfers. Het plaat-monster was aanzienlijk zuurder (pH = 4,4 tegen het stoofmonster pH = 5,4), het bevatte minder koolzure kalk (0,3 % tegen 0,7 %), terwijl het volgens Kappen (zie Hoofdstuk V, Tabel XIX) meer kalk adsorbeerde (0,24 % tegen 0,18 %). In de mechanische samenstelling en het humusgehalte bestond weinig verschil (3). Ik moet wel aannemen, dat er verschil geweest is tusschen het bovenste gedeelte van Wm N°. 29 en het onderste gedeelte, dat aan het zeer sterk zure monster Wm N°. 30 grenst (pH ongeveer 3). Het eerste is het stoofmonster, terwijl het tweede op de plaat terechtgekomen is. In elk geval bewijst dit voorbeeld de noodzakelijkheid van eene uiterste goede menging, vooral van grondmonsters, die op de wijze van de Wieringermeer-monsters geboord zijn.

Koolzure kalk. Sommige vrij sterk zure monsters bleken kleine hoeveelheden koolzure kalk te bevatten. Dit punt wordt hieronder nader besproken. Het is niet onmogelijk, dat in vrij sterk zure gronden plaatselijk nog restanten van schelpen voorkomen. In hoeverre in dergelijke monsters, naast koolzure kalk, ook nog andere carbonaten aanwezig zijn, maakt nog een punt van onderzoek uit (4).

Chloorbepaling. Bij de chloortitratie van het waterige extract van het sterk zure monster Wm 30 (pH ongeveer 3) ontstond bij de toevoeging van den indicator kaliumchromaat een zoodanig dik neerslag van ijzer (aluminium)chromaat, dat de titratie met $AgNO_3$ niet kon worden uitgevoerd. Het chloor in dit monster is daarop langs kwantitatieven weg (wegen als AgCl) bepaald. Bij de overige sterk zure monsters, die in de waterige oplossingen ook ijzer (en aluminium) bevatten, ontstond bij toevoeging van kaliumchromaat slechts eene zwakke troebeling, zoodat de titratie met $AgNO_3$ nog mogelijk was.

Gloeiverlies. Het gloeiverlies van de meer zandige ondergronden is bepaald door het geheele monster te gloeien en daarbij eene correctie voor het vervluchtigen van de chloriden aan te brengen (55 % van het gehalte aan NaCl). De overige monsters zijn vóór het gloeien met water uitgeloogd.

Mechanische samenstelling. Bij de bepaling van de mechanische samenstelling (slibanalyse) van de zandige Wieringermeer-gronden, met hooge gehalten aan fijn en grof zand (fractie 3*b* en fractie 4), werden — evenals bij de Andijker zandige gronden — minder goed kloppende duplobepalingen voor de fractie's 3*b* en 4 verkregen. Toch was de overeenstemming hier beter dan bij het onderzoek van de zandige Andijker gronden. Ik schrijf dit eensdeels toe aan de meerdere routine, die het personeel gaandeweg verkregen heeft, anderdeels aan de omstandigheid, dat de slibcilinder thans bij het afslibben van fractie 3*b* *geheel* met water gevuld wordt (afslibben van een kolom van 32 c.M. hoogte na 16 secunden), waardoor de zijwaartsche stroomingen bij het bezinken van de zandkorreltjes minder storend inwerken.

Bepaling van den zuurgraad van den grond (pH). Zooals in de Andijker publicatie is aangegeven, heeft de pH-bepaling van de Andijker gronden en dus ook die van de Wieringermeer-gronden plaats gehad in de waterige grondsuspensie, verkregen door 10 gram (luchtdroog) met 25 c.M³. water te schudden. Aangezien al deze gronden zouten van het zeewater bevatten, vindt de pH-bepaling dus plaats in eene oplossing, die meer of minder rijk aan neutrale zouten is. Bij een grond met 3 % NaCl wordt de pH (5) gemeten in eene NaCl-oplossing, die ongeveer 0,2 normaal is; bij een NaCl-gehalte van $1^1/_2$ % in eene 0,1 normaal NaCl-oplossing. Zooals het eerst door Jac. van der Spek is aangetoond, wordt in dergelijke gevallen een zuurdere pH dan bij aanwending van zuiver water gevonden. Uit een systematisch onderzoek van Christensen en Tovborg Jensen (6) is gebleken, dat — bij aanwending van 0,1 normaal KCl-oplossingen — pH-waarden gevonden worden, die ongeveer 0,4 tot 1,2 lager zijn, dan bij gebruik van zuiver water. Zoo vonden deze onderzoekers in een grondmonster bijv. met water een pH = 7,26 en met een 0,1 n. KCl-oplossing een pH = 6,52.

Aangezien de onderzochte gronden inderdaad de zouten van het zeewater bevatten, zijn de opgegeven pH-cijfers volkomen juist. Maar na uitloogen van deze zouten, zullen niet onaanzienlijke hoogere, d.w.z.

minder zure pH-cijfers verkregen worden. Ik heb deze kwestie onlangs uitvoerig behandeld (7) en kom op dit punt hieronder nog nader terug. Voorloopig zij hier slechts nog opgemerkt, dat de pH van sterk zure gronden, die in water oplosbare zure ijzer- en aluminiumverbindingen bevatten, ook door het uitwasschen van deze zure verbindingen stijgen zal.

Wij hebben ons ook de vraag gesteld, in hoeverre het drogen van de grondmonsters in een stoof (bij 70° Celsius) in plaats van op een plaat (kamertemperatuur) tot wijzigingen in de pH-waarden aanleiding geeft (8). Tot dit doel werden in totaal 13 Wieringermeer-gronden onderzocht. De 13 plaat-monsters gaven een gemiddelde pH = 7,69 (van 7,05 tot 8,04), de 13 stoof-monsters een gem. pH = 7,51 (van 6,86 tot 7,87); het gemiddeld verschil bedraagt dus 0,18 (van 0,0 tot 0,33). Bij het drogen in de stoof werd de pH dus iets lager, d.i. zuurder, gevonden.

Uitwisselbare of kleihumuskalk. De uitwisselbare of kleihumuskalk is aanvankelijk in een groot aantal Wieringermeergronden op geheel dezelfde wijze bepaald als in de Andijker gronden en wel als volgt: 25 gram grond zijn uitgeloogd met een liter normaal NaCl en daarna met een tweede liter normaal NaCl; in beide liters is het gehalte aan CaO bepaald en van elkander afgetrokken (1ste liter—2de liter = verschil). Daarna zijn 10 gram grond met water tot een halve liter uitgeloogd en in deze waterige oplossing is eveneens het gehalte aan CaO bepaald. Van het bovenverkregen verschil (1ste liter—2de liter) is daarna het gehalte aan in water oplosbare CaO afgetrokken en dit tweede verschil is als uitwisselbare kalk in Tabel XII, blz. 158, van de Andijker publicatie opgenomen.

Nadat het onderzoek op uitwisselbare kalk van de Wieringermeergronden beëindigd was, is mij gebleken, dat de gevolgde methode op twee punten een kleine fout bevat, die uit het volgende duidelijk moge worden.

Ik onderstel, dat een grond geen in water oplosbare zouten en geen koolzure kalk bevat en dat het gehalte aan uitwisselbare kalk in de kleihumussubstantie a % bedraagt. Bij het uittrekken met eene oplossing van keukenzout lost dan in de eerste liter a % CaO op, in de tweede liter o % CaO; het verschil a — o = a % geeft het gehalte aan uitwisselbare kalk. Ik onderstel nu, dat de grond in kwestie met de zouten van het zeewater gedrenkt wordt en dientengevolge b % in water oplosbare kalk bevat. Bij het uitloogen met NaCl komt nu (a + b) % CaO in oplossing in de 1ste liter en in de tweede o %; het verschil is dus (a + b) %. Bij het uittrekken van de 10 gram grond met water gaat nu evenwel niet alleen de b % in water oplosbare kalk, afkomstig van de zouten van het zeewater, in oplossing, maar er vindt tevens eene omwisseling van iets kleihumuskalk met het NaCl (respectievelijk KCl en $MgSO_4$) van het zeewater plaats. Ik neem aan, dat op deze wijze (kleihumuskalk + NaCl = kleihumus-natron + $CaCl_2$) een bedrag van c % CaO in oplossing gaat, zoodat dus voor de in water oplosbare kalk gevonden wordt (b + c) %. Dit wordt van (a + b) afgetrokken, zoodat voor het gehalte aan uitwisselbare kalk gevonden wordt (a + b) — (b + c) = (a — c) %. Omdat de zouten van het zeewater reeds op de An- en de Wm-gronden hebben ingewerkt,

zal de fout c bij deze gronden uiterst gering, practisch misschien wel = o wezen.

Een tweede fout schuilt elders. Ten einde deze fout toe te lichten, onderstel ik, dat een grond geen klei en geen humus en dus ook geen uitwisselbare kalk bevat, doch wel de zouten van het zeewater (met b % CaO) en eveneens koolzure kalk. Bij het uitloogen van dezen zandgrond met normaal NaCl gaat nu een gedeelte van de koolzure kalk in oplossing (stel d % CaO) en wel gedeeltelijk door de bekende omzetting $CaCO_3 + 2\ NaCl \rightleftarrows CaCl_2 + Na_2CO_3$, maar gedeeltelijk ook doordat koolzure kalk in water, vooral als dit iets koolzuur bevat, oplosbaar is. Dit bedrag van d % CaO wordt zoowel in de eerste als in de tweede liter NaCl gevonden. In de eerste liter NaCl verschijnt dus d % CaO van de koolzure kalk plus b % oplosbare kalk; in de tweede liter d % CaO; het verschil is (b + d) — d = b %. Bij het uitloogen van de 10 gram grond met water, dat altijd iets koolzuur bevat, gaat nu evenwel niet alleen de b % van de in water oplosbare zouten in oplossing, doch tevens een gedeelte van de koolzure kalk, stel e % CaO en wel gedeeltelijk door inwerking van het NaCl van den zouten grond op de $CaCO_3$, maar vooral door de oplossende werking van het koolzuurhoudende water, waarmede wordt uitgeloogd. De waterige oplossing bevat dus (b + e) % CaO en voor het gehalte aan uitwisselbare kalk, dat feitelijk = o is, wordt thans gevonden b — (b + e) = — e %, dus eene negatieve waarde. Deze negatieve waarde zal des te grooter zijn, naarmate de gronden meer koolzure kalk bevatten (9). Bij gronden, die geen koolzure kalk bevatten, wordt deze fout niet gemaakt. Om deze fout heb ik niet gedacht en alle gehalten voor uitwisselbare kalk van de op dit punt onderzochte Andijker gronden (zie publicatie Andijk, Tabel XII, deze Mededeeling, blz. 158) zijn dus iets te laag opgegeven.

De cijfers van Tabel II (blz. 183) kunnen als toelichting van het bovenstaande dienen. Grondmonster N°. Wm 25 bevat geen humus en practisch geen klei, terwijl het gehalte aan koolzure kalk zeer gering is. De fout in kwestie wordt hier dus practisch niet gemaakt en het gehalte aan uitwisselbare kalk wordt hier — overeenkomstig de verwachting — nagenoeg gelijk nul (0,004 %) gevonden. Grondmonster N°. Wm 53 bevat ook geen humus en practisch geen klei, doch nog 3,2 % koolzure kalk. Hier wordt voor de uitwisselbare kalk een negatieve waarde van 0,038 % gevonden. Of bij aanwezigheid van grootere hoeveelheden $CaCO_3$ en NaCl, in humusvrije, zuivere zandgronden, nog grootere fouten gemaakt kunnen worden, is nog niet nader onderzocht.

N°. Wm 24 geeft een kleine positieve waarde (+ 0,026 % CaO). Ik schrijf dit toe aan de omstandigheid, dat deze zandgrond nog iets humus bevat, terwijl het gehalte aan koolzure kalk ook hier practisch nul is; bij het uitloogen met de tweede liter normaal NaCl gaat slechts 0,007 % CaO in oplossing.

De monsters Wm N°. 125 en 126 bevatten geen humus, iets klei en verder respectievelijk 6,0 % en 5,3 % $CaCO_3$; zij geven kleine negatieve waarden voor de uitwisselbare kalk, respectievelijk 0,018 % en 0,016 %. Aannemende, dat ook bij deze monsters een fout van 0,038 % CaO gemaakt

TABEL II.

Gehalten aan uitwisselbare kalk in zandgronden.

N°. Wm.	In procenten op luchtdrogen grond.			In procenten op drogen grond (105° Celsius).						
	CaO. 1e liter.	CaO. 2e liter.	Verschil.	Verschil.	CaO in water oplosbaar.	Uitwisselbare kalk (CaO).	Klei (1 + 2).	Humus.	$CaCO_3$.	NaCl.
12	0.212	0.103	0.109	0.109	0.106	+ 0.003	6.8	0.0	3.8	0.3
24	0.069	0.007	0.062	0.062	0.036	+ 0.026	1.9	0.3	0.5	0.4
25	0.032	0.011	0.021	0.021	0.017	+ 0.004	1.8	0.0	0.2	0.4
53	0.138	0.095	0.043	0.043	0.081	— 0.038	2.7	0.0	3.2	0.4
125	0.183	0.106	0.077	0.077	0.095	— 0.018	6.6	0.0	6.0	0.7
126	0.180	0.105	0.075	0.075	0.091	— 0.016	5.0	0.0	5.3	0.8
181	0.220	0.096	0.124	0.125	0.105	+ 0.020	8.9	0.1	7.8	0.5
182	0.206	0.096	0.110	0.111	0.107	+ 0.004	6.7	0.2	6.7	0.7

is, zou het gehalte aan uitwisselbare kalk bedragen, respectievelijk 0,038 — 0,018 = 0,020 % en 0,038 — 0,016 = 0,022 %. De overige gronden van Tabel II geven kleine positieve waarden.

Hoewel dit punt nog nader onderzocht zal worden, geloof ik toch al wel te kunnen zeggen, dat het hier om slechts kleine fouten van waarschijnlijk minder dan 0,04 % CaO gaat. De fout e is natuurlijk een deel van b + e. Blijkens Tabel XII (blz. 158) kan b + e dalen tot ongeveer 0,04 %, dus e tot minder dan 0,04 % CaO. Bovendien moet niet uit het oog verloren worden, dat de methode niet zoo nauwkeurig is, dat men op het derde decimaalcijfer vertrouwen kan.

Verder moet nog op het volgende gewezen worden. Volgens het voorschrift is steeds 25 gram grond met resp. twee liters normaal keukenzoutoplossing uitgeloogd. Bij gronden, die zeer rijk aan uitwisselbare kalk zijn, schijnt op deze wijze niet alle uitwisselbare kalk door de eerste liter keukenzout in oplossing te worden gebracht, zoodat nog een klein gedeelte van de uitwisselbare kalk in de tweede liter keukenzout terecht komt. Dit is bijv. het geval bij zwak zure tot neutrale gronden, die zeer rijk aan humus zijn (10). Van dergelijke gronden moet minder dan 25 gram grond in bewerking genomen worden; men kan ook 25 gram grond, in plaats van twee keer met een liter twee keer met twee liter NaCl-oplossing uitloogen. Het ware niet onmogelijk, dat de gronden Wm N°. 19, 31 en 258 tot deze rubriek behooren; zij geven in de eerste liter NaCl alle drie meer dan 1 % CaO. Een gedeelte van deze kalk is evenwel afkomstig van de zouten van het zeewater. Ook dit punt zal nog nader worden onderzocht.

Tenslotte zij er aan herinnerd, dat bij het uitloogen van zure gronden, zoowel met water als met keukenzout, meer of minder groote hoeveelheden ijzer en aluminium in oplossing kunnen gaan. Bij het toevoegen van ammonia (voor de kalkbepaling) bemerkt men de aanwezigheid van Fe en Al, welke dan op de bekende wijze verwijderd worden (opkoken en warm filtreeren).

Uit het bovenstaande blijkt wel, dat de bepaling van de gehalten aan uitwisselbare basen in de zoute gronden, vooral als deze ook nog koolzure kalk bevatten, niet zoo eenvoudig is. Op het Bodemkundig Congres te Washington (Juni 1927) is het vraagstuk door mij ter sprake gebracht, maar het is daar niet opgelost. Het zal nu in Juli 1929 op de vergadering van de Tweede Commissie van de Internationale Bodemkundige Vereeniging te Budapest besproken worden.

Het is ook nog de vraag, in hoeverre wel van een bepaald gehalte aan kleihumusbasen in zoute gronden gesproken kan worden. Het ware toch mogelijk, dat het evenwicht grond + zoutoplossing zich onder invloed van het gehalte aan bodemvocht verschuift.

Een aantal Wieringermeergronden zijn nu als volgt op hunne gehalten aan uitwisselbare basen onderzocht.

1. Een tiental gronden, die koolzure kalk bevatten (zie Tabel XIV, blz. 254 en Tabel XV, blz. 256).

Deze gronden zijn eerst met water uitgeloogd; in het zoutvrije monster zijn dan verder op de bekende wijze (uittrekken met twee liter NaCl-oplossing) de gehalten aan uitwisselbare kalk en magnesia bepaald. De cijfers van de Tabellen XIV en XV geven dus de gehalten aan uitwisselbare kalk en magnesia in de kleihumussubstantie weer van de gronden, nadat de zouten door zoet water zijn uitgeloogd.

Het is — ook uit een practisch oogpunt — wel van belang na te gaan, welke processen zich bij het uitloogen van de zoute, koolzure kalkhoudende Zuiderzeegronden met water (resp. koolzuur-houdend water) kunnen afspelen.

Ik neem aan, dat het evenwicht tusschen den grond en de in water oplosbare zouten zich heeft ingesteld. In de eerste plaats worden dan deze in water oplosbare zouten bij het uitloogen met water verwijderd. De uitwisselbare basen (kalk, magnesia, kali en natron), dat zijn dus de basen, die door de kleisubstantie adsorptief worden gebonden, worden mede door het water gedeeltelijk uitgeloogd. Dit geschiedt uiterst langzaam voor de magnesia en de kalk, die zeer stevig en vrij langzaam voor de kali, die vrij stevig door de kleisubstantie worden vastgehouden. De natron is losser gebonden (zie noot 44) en gaat vrij gemakkelijk in oplossing (als natronloog of als bicarbonaat of carbonaat). Uit den aard der zaak speelt de hoeveelheid van de uitwisselbare basen in de kleisubstantie bij het uitloogingsproces van deze basen door water (resp. koolzuurhoudend water) een rol. Kleigronden, waarvan de kleisubstantie veel kalk bevat (pH bijv. = 7 à 8), zullen bij het uitloogen met water nog vrij wat kalk in oplossing geven; sterk onverzadigde, zure kleigronden geven slechts spoortjes kalk af. Nu bevatten de Zuiderzeegronden, voor zoover althans onderzocht, geen groote hoeveelheden kalk, magnesia en kali. Het uitloogen van de uitwisselbare basen door water zal dus practisch wel tot de natron beperkt blijven.

Bij het uitloogen met water (resp. koolzuurhoudend water) komt verder de koolzure kalk in oplossing (als bicarbonaat en als carbonaat). Er zal dus eene uitwisseling plaats vinden tusschen de magnesia, de kali en de natron uit de kleisubstantie tegen de kalk van de koolzure kalk. Het is nu gebleken, dat er bij het uitloogen van de Wieringermeergronden slechts weinig magnesia en kali in oplossing gaat; daarentegen veel natron. Zonder groote fouten te maken, mag ik dus wel aannemen, dat bij het uitloogen van de Zuiderzeegronden met water zich hoofdzakelijk de volgende processen zullen afspelen:

a. in oplossing gaan van de zouten van het zeewater;

b. in oplossing gaan van een gedeelte van de koolzure kalk;

c. uitwisseling van een deel van de opgeloste koolzure kalk tegen een deel van de natron van de kleisubstantie.

Zooals uit de cijfers van Tabel XIV (blz. 254) en XV (blz. 256) blijken zal (zie mede de beschouwingen op blz. 251—255), bevatten de Wmgronden, nà met water voldoende te zijn uitgeloogd, weinig uitwisselbare kali plus natron, tegen veel kalk plus magnesia. Het zijn vrijwel normale

kleigronden geworden, met alleen dit verschil, dat zij wat meer magnesia en wat minder kalk dan de normale kleigronden bevatten.

Ook in de practijk zullen deze processen zich bij het uitloogen van de Zuiderzeegronden met water moeten afspelen. Men moet evenwel niet uit het oog verliezen, dat het uitloogingsproces onder invloed van de kalk van de koolzure kalk zich in den loop der jaren verder voortzetten zal, dan bij het uitloogen van 10 gram grond met één liter water in het laboratorium het geval is. Het is te verwachten, dat op den duur ook uit de Zuiderzeegronden normale kleigronden zullen ontstaan (gem. 79 Ca + 13 Mg + 2 K + 6 Na in uitwisselbaren vorm in de kleisubstantie).

Ten slotte zij hier nog aan toegevoegd, dat de uitwisselbare magnesia in de met water uitgeloogde Wm-gronden van Tabel XIV (blz. 254) ook door extractie met ammoniumchloride bepaald is. De magnesiacijfers (met NaCl en met NH_4Cl) klopten zeer goed.

De MgO-bepaling is geschied volgens Schaffgott (Treadwell, II.Band, 1917, blz. 60, wegen als MgO). Bovendien is het gehalte aan uitwisselbare magnesia in de NaCl-oplossing, na verwijdering van de kalk, bepaald (methode B. Schmitz, Treadwell, II.Band, 1917, blz. 58/59, wegen als $Mg_2P_2O_7$). De beide methoden gaven uitstekend kloppende MgO-cijfers. Het is eene tijdroovende analyse.

2. Een viertal zure gronden, op enkele schelpresten nà zonder koolzure kalk (zie Tabel XVI, blz. 258).

De vier zure gronden (Wm 29, 267, 43 en 70) zijn nog onderzocht volgens de oude methode door de zoute gronden met eene oplossing van NaCl, resp. NH_4Cl uit te loogen en de in oplossing gegane gehalten met de gehalten aan in water oplosbare basen te verminderen. Deze vier zure gronden zijn arm aan uitwisselbare basen, zoodat zij practisch geen basen aan water afstaan. Verder bevatten zij geen koolzure kalk. Om deze redenen kon bij deze vier gronden de oude methode nog gevolgd worden. Het komt mij voor, dat de cijfers van Tabel XVI vrij juist de werkelijke samenstelling van deze gronden zullen weergeven.

HOOFDSTUK II.

ZIJN DE IN HET JAAR 1880 DOOR VAN BEMMELEN VERKREGEN RESULTATEN MET DIE VAN GRONINGEN UIT DE JAREN 1927/'28 VERGELIJKBAAR?

Sinds van Bemmelen in 1880 een aantal grondmonsters van den bodem van het Wieringermeer onderzocht, hebben de methoden van grondonderzoek op verschillende punten een niet onbelangrijke wijziging ondergaan. De vraag moet dus gesteld worden, in hoeverre de resultaten van de door het Bodemkundig Instituut in 1927/'28 onderzochte Wieringermeermonsters, *in verband met de gevolgde methoden van onderzoek*, met de resultaten van van Bemmelen uit het jaar 1880 te vergelijken zijn.

Wat de uitkomsten van de bepalingen van de gehalten aan vocht (100 à 105° Celsius), keukenzout (Cl-titratie) en koolzure kalk (CO_2-bepaling) betreft, mag men aannemen, dat de betreffende methoden van onderzoek sedert 1880 geen wijzigingen hebben ondergaan.

In plaats van het gehalte aan organische stof geeft van Bemmelen het gloeiverlies op en hij omschrijft het gloeiverlies als de som van de organische stof en het zoogenaamde vast of scheikundig gebonden water in de klei. Zooals in de publicatie over de Andijker gronden is medegedeeld (11), wordt aan het Bodemkundig Instituut het gehalte aan humus (respectievelijk organische stof) berekend uit het verschil van het gloeiverlies en het scheikundig in de kleisubstantie gebonden water, waarbij verder wordt aangenomen, dat de kleisubstantie (som van fractie 1 + 2) 6.3 % scheikundig gebonden water bevat. Uit de gehalten aan klei (1 + 2) en humus kan dus omgekeerd het gloeiverlies alsvolgt berekend worden. Het grondmonster Wm 146 (zie Tabel VI, blz. 220/221) bevat 1.2 % humus en 60.0 % klei (1 + 2), waarin dus 0.6 × 6.3 = 3.8 % vastgebonden water voorkomen. Het gloeiverlies G in Wm 146 is dus 1.2 + 3.8 = 5.0 %. Feitelijk is nog een hooger gloeiverlies gevonden, nl. 6.2 %, omdat bij het gloeien ook nog een gedeelte (ongeveer 55 %) van het aanwezige keukenzout vervluchtigt. Het cijfer voor het gloeiverlies is dus steeds hooger dan het gehalte aan humus en dit destemeer, naarmate de gronden rijker aan klei (fractie 1 + 2) en keukenzout zijn. Zoo geeft een zware kleigrond met 70 % klei, 1 % humus en 3 % keukenzout een gloeiverlis G = 6.9 %.

Zooals hieronder blijken zal, is niet bekend, wat van Bemmelen onder klei verstaat, zoodat uit zijn gehalten aan „klei" niet de gehalten aan scheikundig gebonden water in de kleisubstantie berekend kunnen worden.

Om nu de Groninger resultaten op dit punt met die van van Bemmelen te kunnen vergelijken, zijn uit de Groninger gehalten aan humus, klei en keukenzout de gloeiverliescijfers (G) berekend (zie Tabel IV, blz. 192/193).

Bij de vergelijking van de door van Bemmelen en Groningen verkregen resultaten van het mechanisch grondonderzoek (slibanalyse, gehalten aan klei en zand) stuit men op onoverkomelijke moeilijkheden.

In de Bijlage IV van zijn Rapport (1) heeft van Bemmelen de door hem gevolgde „Methoden van Analyse" en in het bizonder de klei- en zandbepaling uitvoerig beschreven. Van Bemmelen scheidt zijne gronden in drie fractie's, te weten : *a*) het grovere zand ; *b*) het fijnste zand, dat nog kleisilicaat houdend is en *c*) de klei. De vóórbewerking van het grondmonster volgens van Bemmelen komt vrijwel met de Groninger wijze van vóórbewerking overeen. Ook van Bemmelen behandelt den grond vooraf met zeer verdund zoutzuur en kookt daarna met ammoniakaal water. Eene vóórbewerking met waterstofsuperoxyde ter oxydatie van de organische stof vindt bij van Bemmelen niet plaats, maar aangezien de meeste gronden slechts weinig organische stof bezitten, is dit geen groot bezwaar, omdat bij het koken met ammonia, nà de behandeling met zoutzuur, wel nagenoeg alle organische stof bij van Bemmelen in oplossing gegaan zal zijn. Na deze voorbehandeling met zoutzuur en ammonia scheidt van Bemmelen dan het grovere zand (fractie *a*) van het fijnste zand en de klei (fractie *b* + *c*) door „in een zachten stroom ammoniakaal water zoo lang te slibben tot het water helder afliep". De stroomsnelheid van dezen „zachten stroom" wordt evenwel nergens medegedeeld en het is dus onmogelijk om de onderste middellijn van het grovere zand (fractie *a* van van Bemmelen), of wel de bovenste middellijn van zijn fijnste zand (fractie *b*) met behulp van de formule van Stokes uit de stroomsnelheid (12) te berekenen.

Dezelfde opmerking geldt voor de grens tusschen de fractie's *b* en *c* van van Bemmelen. Van Bemmelen scheidt deze fractie's van elkander door „met zeer slap ammoniakaal water om te roeren en nà 24 uur af te hevelen, en dit te herhalen, totdat het afgehevelde vocht geene klei meer zwevende hield". Nu hangt de grootte van de afgehevelde deeltjes niet van den bezinkingstijd, maar van de bezinkingssnelheid af, dat is de weg gedeeld door den tijd ; m.a.w. van Bemmelen had, behalve de tijd (24 uur) nog de hoogte van de afgehevelde kolom vloeistof in centimeters dienen op te geven.

Bij dit bezwaar komt nog, dat van Bemmelen twee maal aangeeft, de kleideeltjes (fractie *c*) nà 24 uur te hebben afgeheveld, maar dan daarnà zegt, dat hij onder „de fractie *c*, dat is de klei, de afgeslibde deeltjes verstaat, die 12 uren lang in water zwevende zijn gebleven" (Rapport van Bemmelen, Bijlage IV). Niet onwaarschijnlijk is de verklaring van deze tegenstrijdigheid hierin te zoeken, dat van Bemmelen een tweetal publicatie's voor de door hem gevolgde slibmethode heeft geraadpleegd, nl. die van Schloesing en Sestini en Pellegrini. De eerste spreekt van een afslibtijd van 24 uur de tweede van 12 uur (13). Hoe dit ook zij, ook hier is niet de middellijn van de grensdeeltjes tusschen de fractie's *b* en *c* van van Bemmelen met behulp van de formule van Stokes te berekenen.

Nu zou het zeer eenvoudig zijn, om achteraf de middellijnen van de gronddeeltjes tusschen de fractie's *a*, *b* en *c* van van Bemmelen toch te weten te komen en wel op de volgende wijze.

Van ons grondmonster B 2529, dat is zeer zware kleigrond, in 1927 als type van de zeer zware IJ-klei in den IJ-polder genomen, is de mechanische samenstelling volgens de Groninger methode (14) bepaald, waarbij de volgende resultaten verkregen zijn (in procenten op minerale bestanddeelen = 100):

deeltjes kleiner dan	0.0005	m.M.	middellijn	36.0	%
„ van	0.0005—0.002	„	„	26.3	%
„ „	0.002 —0.016	„	„	26.0	%
„ „	0.016 —0.076	„	„	10.7	%
„ „	0.076 —0.152	„	„	0.5	%
„ „	0.152 —2.0	„	„	0.5	%

Het percentage aan deeltjes kleiner dan 0.0005 m.M. middellijn bedraagt dus 36.0 %; idem kleiner dan 0.002 m.M. middellijn 36.0 + 26.3 = 62.3 %; idem kleiner dan 0.016 m.M. 36.0 + 26.3 + 26.0 = 88.3 %; idem kleiner dan 0.076 m.M. 36.0 + 26.3 + 26.0 + 10.7 = 99.0 %; idem kleiner dan 0.152 m.M. 99.5 % en natuurlijk idem kleiner dan 2 m.M. 100 %. Met behulp van deze resultaten is nu in Fig. I (blz. 190) de zoogenaamde slibcurve van grondmonster No. B 2529 geteekend.

In de Bijlage IV van zijn Rapport (15) heeft van Bemmelen de resultaten van het slibonderzoek van een tweetal monsters zware klei uit de IJ-polders I en II medegedeeld (zie onderstaande Tabel III, procenten op grond aan de fractie's *a*, *b* en *c*). Ik heb deze resultaten van van Bemmelen op minerale bestanddeelen $a + b + c = 100$ omgerekend en daarnà de gemiddelde samenstelling van de beide monsters zware IJ-klei berekend (zie Tabel III).

TABEL III.

Zware IJklei van van Bemmelen uit Polder	Procenten op grond aan de fractie's:			Procenten op $a + b + c = 100$.		
	a	*b*	*c*	*a*	*b*	*c*
I	5.1	34.6	38.3	6.5	44.4	49.1
II	7.3	24.5	37.9	10.5	35.1	54.4
Gemiddelde samenstelling				8.5	39.7	51.8

Als ik nu aanneem, dat de door van Bemmelen onderzochte monsters zware IJ-klei met mijn monster zware IJ-klei B 2529 overeenkomen, dan

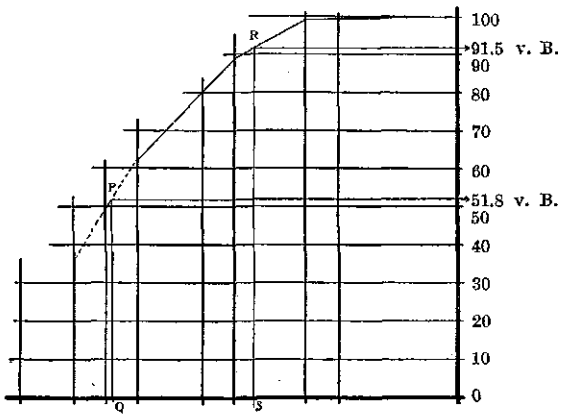
FIGUUR I.

MECHANISCHE SAMENSTELLING VAN DEN GROND (fijnaarde, gezeefd door een zeef van 2 millimeter) in procenten op minerale bestanddeelen.

SLIBCURVEN (Sommatiecurven).

B 2529. *IJpolder.*

Fractie's		op miner. bestandd.	Curve
I	$< 0.5\ \mu$	36.0	36.0
	$0.5 - 2\ \mu$	26.3	62.3
2		26.0	88.3
3*a*		10.7	99.0
3*b*		0.5	99.5
4		0.5	100.0



Diameter (2 r) in microns 0,16 0,5 1,0 2 8 16 76 152 2000

0,16 0,5 1,0 2 8 16 76 152 2000

Diameters (= tweemaal de straal r) in microns (1 micron = 0,001 millimeter).

Bezinkingstijd: 128 uur 32 uur 8 uur 30 min. 450 sec. 20 sec. 5 sec. bij een valhoogte = 10 c.

1,32 2,34 2,94 3,54 4,75 5,35 6,70 7,30 9,54 (berekend).

Logarithmen van de bezinkingssnelheden (v) maal 10 millioen (afgezet op de horizontale as).

De diameter (d = 2r) is met behulp van de formule van Stokes ($v = 34720\ r^2$) uit de bezinkingssnelheid (v) berekend. Zie o.m. de Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen der Rijkslandbouwproefstations, no. XXXI (1926), blz. 285—289 en blz. 311—315. Voor de wijze, waarop de afmeting van de kleinste minerale deeltjes wordt vastgesteld, zie Verslagen, no. XXXI, blz. 298, Tabel 20.

De fractie I loopt tot 2 microns; de fractie II van 2 tot 16 microns (fractie II Atterberg 2—20); de fractie IIIa van 16 tot 76 microns; de fractie IIIb van 76—152 microns (fractie III Atterberg 20—200); de fractie IV van 152—2000 microns = 2 millimeter (fractie IV Atterberg 200—2000).

kunnen de grensmiddellijnen van de fractie's van van Bemmelen *a*, *b* en *c* door graphische interpolatie uit de slibcurve van B 2529 (zie Fig. I) gevonden worden. Daartoe wordt op de meest rechtsche verticale as de waarde 51.8 (fractie *c*, dat is klei) afgezet en een horizontale lijn getrokken, die de slibcurve in het punt P snijdt. Van P uit wordt de verticale lijn PQ getrokken. Het punt Q geeft de grootte van de grensmiddellijn tusschen de fractie's *c* en *b* (klei en fijnste zand) van van Bemmelen aan (16). Daarna wordt op de verticale as afgezet de waarde 51.8 + 39.7 = 91.5 (som van de fractie *c* + *b* van van Bemmelen, zie Tabel III); een horizontale lijn getrokken, die de slibcurve in R snijdt en daarnà de verticale lijn RS getrokken. Het punt S geeft dan de grootte van de grensmiddellijn tusschen de fractie's *b* en *a* (fijnste zand en grovere zand) van van Bemmelen aan. De diameters zijn nauwkeurig graphisch te berekenen. Bij benadering liggen de punten Q en S bij respectievelijk 0.001 m.M. en 0.025 m.M. middellijn. De fractie *c* (klei) van van Bemmelen zou dus omvatten de deeltjes kleiner dan ongeveer 0.001 m.M. middellijn; de fractie *b* de deeltjes van ongeveer 0.001—0.025 m.M. en de fractie *a* de deeltjes van ongeveer 0.025 — 1 à 2 m.M. middellijn.

Deze berekening mag alleen worden toegepast, in geval de beide onderzoekers dezelfde wijze van vóórbewerking van het grondmonster gevolgd hebben, terwijl natuurlijk ondersteld wordt, dat in 1880 door van Bemmelen en in 1927 door Groningen monsters zware IJ-klei van dezelfde mechanische samenstelling onderzocht zijn. Zooals wij zagen, is de vóórbewerking van het grondmonster (koken met zeer verdund zoutzuur en afslibben van de kleifractie met ammoniakaal water) in beide gevallen (1880 en 1927) vrijwel gelijk geweest. Of de tweede onderstelling ook opgaat, kan niet meer worden nagegaan, maar ze lijkt mij vrij aanneembaar. Het verkregen resultaat (Q = ongeveer 0.001 m.M. en S = ongeveer 0.025 m.M. middellijn) komt mij ook niet zoo onwaarschijnlijk voor. De fractie *b* omvat volgens van Bemmelen „het fijnste zand", maar deze fractie is bovendien nog iets „silicaathoudend", d.w.z. ze bevat nog iets van de kleisubstantie. Welnu, blijkens de ligging van de punten Q en S omvat de fractie *b* een deel van onze fractie 1, verder onze geheele fractie 2 en een deel van onze fractie 3*a*; dat is inderdaad een gedeelte van de klei plus het fijnste zand.

Wat hierboven voor de zware IJ-kleigronden gedaan is, is ook gedaan voor die grondmonsters uit het Wieringermeer, waarvan zoowel in 1880 als in 1927 slibanalyses verricht zijn en die van overeenkomstige plekken en diepten afkomstig zijn; deze monsters zijn in Tabel IV (blz. 192/193) opgenomen. Hieronder valt bijv. het monster van Bemmelen No. 129, dat afkomstig is van boring van Bemmelen No. 36 (kaartplek No. 28), diepte 0—0.5 meter. In 1927 is op dezelfde plek op dezelfde diepte een monster genomen (kaartplek No. 28, boring 1927 No. 51, grondmonster No. Wm 286, diepte 0—50 centimeter). Van Bemmelen heeft in dit monster gevonden de volgende gehalten op luchtdrogen grond: vocht 5.8 %; gloeiverlies 9.2 %; fractie *c* (klei) 36.0 %; fractie *b* (fijn zand) 29.1 %, fractie *a* (grover zand) 2.3 % en 14.73 % koolzure kalk; samen 97.13 %. De rest is keukenzout, enz. Ter vergelijking met mijn cijfers zijn nu eerst de cijfers van van Bemmelen op droge stof omgerekend. Dit geeft 15.6 % koolzure kalk

TABEL IV.

Nummer van de kaart.	Boring 1880; onderzoek Prof. Dr. J. M. van Bemmelen.								
	Nummer van		Diepte in meters.	Op droge stof (100° Celsius).		Op minerale bestanddeelen = 100.			Hoofdgroep van Bemmelen.
	de boring.	het grondmonster.		Koolzure kalk.	Gloeiverlies, dat is humus plus vastgebonden water.	Fractie *c* de klei.	Fractie *b* het fijnste zand.	Fractie *a* het grovere zand.	
39	73	260	0.25—0.75	geene	11.3	54.1	36.7	9.2	1
46	38	142	0—0.5	6.8 (vrij veel)	5.5	52.5	30.6	16.9	1
28	36	129	0—0.5	15.6 (veel)	9.8	53.4	43.2	3.4	1
16	6	17	0—0.5	20.9 (veel)	8.6	38.3	35.2	26.5	2
55	10	33	0—0.5	(zeer veel)	7.0	31.2	39.8	29.0	2
26	15	56	0—0.5	veel	5.3	29.0	32.7	38.3	2
60	57	204	0—0.5	11.3 (veel)	5.3	24.7	17.0	58.3	3
62	59	210	0—0.5	veel	7.3	21.1	24.8	54.1	3
63	71	251	0—0.5	8.3 (vrij veel)	3.8	20.6	20.3	59.1	3
66	80	295	0.15—0.5	veel	6.0	19.0	29.1	51.9	3
56	83	306	0—0.5	veel	7.3	17.0	8.7	74.3	3
75	18	69	0.06—0.5	6.5 (minder)	4.0	14.4	17.2	68.4	4
74	41	149	0—0.5	minder	2.9	8.2	10.0	81.8	4
77	43	158	1—1.5	5.5 (minder)	2.0	4.7	6.0	89.3	5

Boring 1927; onderzoek Bodemkundig Instituut, Groningen.

Nummer van de boring.	Nummer van het grondmonster Wm.	Diepte in centimeters.	Op droge stof (105° Celsius). Koolzure kalk.	G = humus + vastgebonden water + 55 % van het NaCl.	Humus.	Op minerale bestanddeelen = 100. Klei. Fractie 1.	Klei. Fractie 2.	Zand. Fractie 3a.	Zand. Fractie 3b.	Zand. Fractie 4.	Hoofdgroep.
26	146	0—50	5.8	6.3	1.2	47.2	18.9	13.8	16.9	3.2	I
	147	50—80	0	16.2	10.0	61.4	24.6	8.3	4.6	1.1	I
11	58	0—15	4.3	0.5	0.1	1.5	0.6	2.8	82.0	13.1	V
	59	15—50	11.1	5.0	1.0	35.6	14.2	43.8	5.6	0.8	II
51	286	0—50	17.9	4.7	0.1	50.4	20.1	27.9	1.4	0.2	I
39	219	0—50	21.1	3.9	0.5	37.1	14.8	45.1	2.9	0.1	II
44	245	0—45	12.1	4.8	0.7	41.6	16.6	24.1	14.1	3.6	II
43	240	0—50	12.2	1.7	0.1	14.6	5.9	52.9	23.0	3.6	III
21	116	0—50	7.2	1.9	0.6	11.4	4.6	28.0	52.7	3.3	IV
14	76	0—50	16.4	3.9	0	39.3	15.7	35.6	8.4	1.0	II
22	122	0—50	11.1	2.5	0.5	18.1	7.2	38.0	35.6	1.1	III
27	151	0—50	14.4	2.6	0.2	23.7	9.5	51.0	13.5	2.3	III
45	251	0—50	15.2	3.4	0.9	24.0	10.5	51.6	13.5	0.4	III
31	174	0—50	11.1	2.1	0.4	15.1	6.0	21.6	51.6	5.7	III
24	133	0—30	8.4	1.9	0.9	8.0	3.1	12.6	69.2	7.1	IV
	134	30—50	11.3	1.5	0.4	10.5	4.2	36.9	45.6	2.8	IV
25	143	100—150	5.4	1.5	0.5	7.1	2.8	11.4	72.4	6.3	V

en 9.8 % gloeiverlies. De gehalten aan de fractie's *c*, *b* en *a*, respectievelijk 36.0 % — 29.1 % — 2.3 %, samen 67.4 %, zijn vervolgens op *c* + *b* + *a* = 100 omgerekend, wat geeft: 53.4 % + 43.2 % + 3.4 % = 100 %. Deze cijfers zijn in de eerste helft van Tabel IV (blz. 192/193) opgenomen. In de tweede helft van deze Tabel volgen dan de cijfers van monster Wm 286. Het gloeiverlies (4.7 %) is uit de gehalten aan humus (0.1 %), klei (56.5 %) en keukenzout (1.9 %), zie Tabel VI, blz. 208, berekend. De gehalten aan de fractie's 1 + 2, 3*a*, 3*b* en 4, respectievelijk 56.5 — 22.4 — 1.1 — 0.2 (zie Tabel VI) zijn op som klei + zand = 100 omgerekend (17).

Daarnà zijn de slibcurven van 15 van de 17 Wm-monsters (boring 1927, Groningen) van Tabel IV geteekend, waarnà in deze curven op de bovenaangegeven wijze de lijnen van de fractie's *c*, *b* en *a* van van Bemmelen's monsters getrokken zijn. Uit de ligging van de punten Q en S zijn daarnà de grensmiddellijnen van de fractie's *c*, *b* en *a* berekend. Verwacht werd een zóó geringe afwijking in de ligging van de op deze wijze verkregen 15 punten Q, dat het geoorloofd was uit de 15 Q-waarden een gemiddelde Q-waarde te berekenen. En evenzoo voor de S-waarden. Dit bleek op lange na niet het geval te zijn. De Q-waarden bleken tusschen ongeveer 0.0008 en 0.025 millimeter in te liggen; de S-waarden tusschen 0.016 en 0.100 millimeter in.

Hiermede is dus uitgemaakt, dat op deze wijze een vergelijking van de resultaten van van Bemmelen's slibanalysen met die van Groningen *niet* mogelijk is. Het eenige wat gezegd kan worden is dit, dat de begrippen „klei" van van Bemmelen (fractie *c*) en „klei-Groningen" (som fractie's 1 en 2) *niet* samenvallen en evenmin de begrippen „fijn zand" en „grof zand". Of de resultaten van de slibanalysen van van Bemmelen (1ste helft Tabel IV) met die van Groningen (2de helft Tabel IV) kloppen, kan op deze wijze niet worden vastgesteld.

De oorzaak van deze uitkomst zou kunnen liggen in een minder juiste werkwijze van van Bemmelen. Van Bemmelen spreekt van een afhevelen nà 24 uur en geeft de hoogte van de afgehevelde kolom niet aan; er zouden dus verschillen in de afgehevelde hoogten bij de verschillende monsters mogelijk zijn. Zoo zou ook de „zachte stroom" water, die fractie *a* van fractie *b* + *c* scheidt, bij het onderzoek van de verschillende monsters niet altijd dezelfde snelheid gehad kunnen hebben. Ik neem aan, dat dit inderdaad het geval geweest is, maar van Bemmelen was een zeer nauwkeurig werker en zal wel bij intuitie er voor gezorgd hebben, dat de „zachte stroom" water steeds althans ongeveer dezelfde snelheid bezat en dat de nà 24 uur afgehevelde kolom practisch steeds dezelfde hoogte had. En om de groote verschillen in de gevonden Q- en de S-waarden op deze wijze te verklaren, zouden zeer groote verschillen in de stroomsnelheden en in de afgehevelde hoogten moeten worden aangenomen.

De oorzaak van de enorme afwijkingen, zoowel tusschen de Q- als in de S-waarden, kan nergens anders in liggen dan hierin, dat van Bemmelen in 1880 en Groningen in 1927 niet altijd materiaal van dezelfde samenstelling onderzocht hebben. Hierop wijzen ook de soms vrij groote verschillen tusschen de gehalten aan koolzure kalk en gloeiverlies (vergelijk de beide helften van Tabel IV). Hier kunnen twee factoren in het spel zijn. In de

eerste plaats komt het mij zeer goed mogelijk voor, dat in 1880 en in 1927 niet steeds op precies dezelfde plaats geboord is. De plaatsbepaling tijdens de boring werd op de omringende torens uitgevoerd (zie Bijlage II, van Bemmelen) en het lijkt mij niet onmogelijk toe, dat hierbij vrij groote afwijkingen kunnen optreden. Zoo ware het te verklaren, dat in 1880 op een bepaalde plek op een bepaalde diepte iets zwaardere klei aangeboord is dan in 1927 op dezelfde diepte op een plek, die misschien een 10 à 20 meter van de eerste verwijderd ligt en omgekeerd. In de tweede plaats is de mogelijkheid niet buitengesloten, dat de opeenvolgende grondlagen zich sinds 1880 door stroomingen en afzettingen van nieuw materiaal wat gewijzigd hebben.

Niettegenstaande dit resultaat is gelukkig toch een vergelijking van van Bemmelen's resultaten met die van Groningen niet buitengesloten. Dit komt hierdoor, omdat van Bemmelen de resultaten van zijn slibanalysen niet alleen in cijfers opgegeven heeft, maar ze tevens vergeleken heeft met de resultaten van slibanalysen, verkregen volgens dezelfde door hem in 1880 toegepaste methode, van grondmonsters uit verschillende Nederlandsche polders (IJ-polder, Noord-Hollandsche en Groninger polders). Voor dit doel heeft hij de Nederlandsche zeekleiafzettingen in de volgende 5 Hoofdgroepen ingedeeld :

Indeeling van Bemmelen.		Gehalten aan :		
Hoofdgroep.	Benaming.	zwevende deelen (klei) fractie *c*.	fijnste zand, nog kleisilicaathoudend fractie *b*.	grover zand fractie *a*.
1	zwaarste klei	40—30	30—25	5—10
2	klei	30—20	25—20	10—30
3	ligte klei	20—15	20—15	30—50
4	zavel	15—10	15— 5	50—70
5	ligte zavel, zand	10— 4	5	70—80 of meer

Door het Bodemkundig Instituut Groningen is vrijwel dezelfde indeeling en benaming van de zeekleizand-afzettingen (18) gevolgd. Aangezien evenwel de begrippen klei, fijn zand en grover zand van van Bemmelen een andere beteekenis hebben dan de gelijknamige Groninger begrippen, ligt het voor de hand, dat de gehalten aan klei, fijn zand en grover zand van de 5 Hoofdgroepen van van Bemmelen niet overeenkomen met de gehalten aan klei, fijn zand en grover zand van de 5 Groninger Hoofdgroepen. Maar aangezien zoowel van Bemmelen als Groningen de door hen onderzochte

monsters van het Wieringermeer met *dezelfde* standaardtypen vergeleken hebben, moeten ten slotte de resultaten van beider onderzoekingen met elkander vergelijkbaar zijn. Dat wil zeggen, dat als van Bemmelen over de „zwaarste klei" (Hoofdgroep 1 van Bemmelen) spreekt, dit begrip vrijwel overeen moet komen, met wat Groningen zeer zware, respectievelijk zware klei (Hoofdgroep I, respectievelijk II, Groningen) noemt, ook al drukken beide onderzoekers hunne resultaten op andere wijze *in cijfers* uit.

Het komt mij voor, dat ik bij mijn verdere beschouwingen van dit principe mag uitgaan ; dat wil dus zeggen, dat ik niet op van Bemmelen's slibcijfers moet letten, maar op de Hoofdgroep, waarin hij — op grond van deze slibcijfers — het betreffende grondmonster heeft ingedeeld. Ik moet dit trouwens wel doen, omdat van de 292 monsters uit het Wieringermeer, die door het Bodemkundig Instituut te Groningen in de jaren 1927/'28 onderzocht zijn, slechts van een 15-tal (zie Tabel IV, blz. 192/193) de slibcijfers van van Bemmelen bekend zijn.

HOOFDSTUK III.

VERGELIJKING VAN DE RESULTATEN VAN DE BORINGEN 1880 (VAN BEMMELEN) EN 1927 (BODEMKUNDIG INSTITUUT, GRONINGEN).

Ter vergelijking van de resultaten van de boringen 1880 (van Bemmelen) en 1927 (Bodemkundig Instituut, Groningen) is de Tabel V, blz. 198/203, opgemaakt. In deze Tabel zijn de boringen gerangschikt volgens de verschillende rubrieken en vakken, zooals die door van Bemmelen in de Bijlage I van zijn Rapport zijn aangegeven (19), n.l.:

Rubriek I: Zware kleigronden; Vakken A, B, C, D′ en D″, E.
Rubriek II: Ligtste kleigronden; Vakken F, G, H.
Rubriek III: Zavelgronden; Vak L.
Rubriek VI: Veen, met een laagje zand beloopen; Vak Q.
Rubriek VII: Zandgronden; Vak R, U en X (kaartvak G 2).

Van de hier niet genoemde Rubrieken en Vakken uit van Bemmelen's Rapport zijn in 1927 geen grondmonsters genomen.

De omschrijvingen achter de Rubrieken en de Vakken in Tabel V zijn aan het Rapport van van Bemmelen ontleend. De overige gegevens van Tabel V zijn alle ontleend aan de resultaten van het onderzoek van het Bodemkundig Instituut, Groningen van de grondmonsters uit het jaar 1927, zooals deze in de Hoofdtabel VI (blz. 208) zijn medegedeeld. Hier moge nog een korte toelichting van de gegevens van Tabel V voorafgaan.

In het vak A van de Rubriek I van van Bemmelen (zware kleigronden) zijn in het jaar 1927 op 22 plekken boringen verricht en wel op de kaartnummers 1, 5, 6 enz. (zie Tabel V). Het kaartnummer 1 is gelegen in het kaartvak F 2; het is de boring N°. 1 van het jaar 1927 (zie Tabel I). De bovenste laag, ter diepte van 0 tot 70 c.M., is zware klei, met van 59 tot 57 deelen klei op minerale bestanddeelen (klei plus zand) = 100. Deze grond behoort dus tot de Hoofdgroep II (zware kleigronden) van het Bodemkundig Instituut Groningen (20). Het gehalte aan koolzure kalk in deze laag van 70 c.M. loopt van 6 % tot 4 %; het gehalte aan humus van 8 % tot 10 %; beide cijfers op drogen grond (105° Celsius). De tweede helft van Tabel V geeft de gegevens van de lagen onder de 70 c.M. tot een diepte van ongeveer 250 c.M. Eerst komt een laag zeer zware kleigrond (Hoofdgroep I) met 69 deelen klei (op klei plus zand = 100) en 7 % koolzure kalk en 4 % humus (beide cijfers op drogen grond). Dan volgt weer

TABEL V.

Kaart N°.	Kaart-vak.	Num-mer boring 1927.	Diepte bovenste laag in centimeters.	Hoofdgroep Bodemkundig Instituut.	Klei op 100 klei plus zand.	% $CaCO_3$ op drogen grond.
						I. *Rubriek Kaart van Bemmelen:*
						Vak A. Het grootste gedeelte bevat 1.5 of meer M. klei, welke naar onderen meer veendeelen inhoudt. Een klein gedeelte (Kaart N°. 5 = Kaart-
1	F 2	1	70	II	59—57	6—4
5	H 3	18	100	V	1—6	4—5
6	H 1	16	30	V	3	5
7	I 1	17	170	I	70—75	2—14
8	I 2	23	150	II	55—52	12—15
9	K 2	28	50	III	38	16
11	J 3	29	20	IV	19	10
12	J 3	30	20	III	33	12
13	K 4	38	170	II	43—60	13—14
14	K 4	37	100	I	69—62	15
15	L 2	36	150	I	68—85	11—5
16	M 2	39	100	II	52	21—20
18	O 4	50	70	I	67	7—9
20	M 4	40	100	II	46—47	16—14
21	M 5–6	41	50	I	70	2
24	N 6	46	30	I	82	10
25	M 7	42	250	V	8—2	10—14
26	L 8	43	250	III	21—24	12—13
28	P 8	51	150	I	71—84	18—15
29	O 9	47	200	I	84—83	11—3—8
31	M 9	48	45	II	51	19
32	M 10	49	30	I	86	6
						Vak B. 1½ M. of meer, voor het meerendeel meer of min veenachtige klei met
36	H 7	20	150	II	53—50	19
39	I 9	26	50	I	66	6
40	J 9	35	50	I	89	3
						Vak C. Eene laag klei van 1 M. op zavel (van Bemmelen).
46	F 5	11	15	V	2	4

% humus op drogen grond.	Onder de bovenlaag (0—70 c.M.) van kaart N°. 1 (zie de linker helft der tabel) komt voor eerst zeer zware klei, Hoofdgroep I, met 69 deelen klei op 100 deelen klei + zand, 7 % koolzure kalk en 4 % humus; enz. De cijfers tusschen haakjes geven de pH van de zure laag aan.

Zware kleigronden.

toe meest iets lichter wordt en langs den oostelijken en zuidelijken rand min of vak H 3) is met zand overloopen (van Bemmelen).

8—10	I 69, 7, 4; I 80, 5, 3; I 83, 6, 2; I 87, 1, 8 (6.2); veen, 0, 69 (5.5).
0	I 65, 19, 1; I 62, 20, 0; II 53, 19, 1.
0	I 75, 3, 2; I 73, 16, 1; II 52, 18, 0; II 53, 18, 0; IV 13, 10, 0.
3—2	II 43, 18, 0; III 34, 16, 0.
0—1	I 66, 16, 1; V 10, 11, 0.
0	I 61, 18, 1; II 60, 19, 0; II 59, 15, 0; IV 12, 9, 0.
2	I 75, 9, 1; I 76, 16, 0; I 69, 16, 0; II 59, 15, 1; II 48, 17, 0.
0	I 62, 13, 0; I 75, 15, 0; I 63, 16, 0; III 36, 15, 0; III 29, 14, 0.
0	III 29, 12, 0; V 6, 6, 0.
0	II 52, 15, 0; II 42, 14, 0; V 8, 7, 0.
0—1	II 56, 12, 0; III 34, 9, 0.
0—2	I 64, 21, 2; II 51, 20, 1; I 61, 21, 2.
0	III 28, 12, 0; II 55, 6, 0; III 35, 7, 0; III 24, 9, 0.
0	I 73, 7, 2; I 72, 10, 0; I 78, 4, 2.
0	II 58, 3, 0; IV 17, 3, 0; IV 19, 6, 0; IV 19, 7, 0.
2	Veen, 1, 44 (4.4); I 79, 14, 0; I 74, 15, 1; II 49, 9, 0; II 54, 11, 0.
0	
0	
0	I 82, 0, 7; I 82, 0, 5.
0—1	I 88, 0, 6.
0	I 68, 12, 0; I 89, 0, 9 (4.5); I 77, 0, 6 (6.1); III 27, 5, 0; III 25, 5, 0.
17	I 80, 8, 0; I 81, 0, 3 (6.6); I 75, 13, 0; I 62, 10, 0; I 84, 3, 3.

weinig of geen koolzure kalk (van Bemmelen).

1—2	III 39, 16, 1; III 32, 16, 0.
1	I 86, 0, 10 (5.0); veen, 0, 45 (3.5); V 2, 0, 0.
5	I 92, 0, 11 (3.1); I 94, 0, 14 (2.8); IV 15, 5, 0; III 40, 6, 2; II 50, 7, 3.
0	II 50, 11, 1; II 47, 14, 0; II 45, 16, 0; III 36, 14, 0; V 8, 5, 0.

TABEL V. *(Vervolg).*

Kaart N°.	Kaart-vak.	Num-mer boring 1927.	Diepte bovenste laag in centimeters.	Hoofdgroep Bodemkundig Instituut.	Klei op 100 klei plus zand.	% $CaCO_3$ op drogen grond.
Vak D' en D''. Eene laag klei van 1—1.5 M. op veen en eene laag veenachtige						
47	D 7	6	30	I	78	0 (4.6)
48	D 7	4	50	II	54	2
49	D 8	7	55	V	7	10
50	D 10	13	50	I	69	0 (4.5)
Vak E. Eene laag klei van 0.5—1.5 M. op zavel en zand (van Bemmelen).						
52	E 5	3	55	III	23	7
II. *Rubriek Kaart van Bemmelen:*						
Vak F. $^1/_2$—$1^1/_2$ M. lichte klei op zavel (van Bemmelen).						
55	M 9	44	45	II	58	12
Vak G. $^1/_2$—$1^1/_2$ M. lichte klei. Op 2 boorplaatsen was deze klei wat zwaarder						
60	H 8	21	200	IV	16—11	7—6
Vak H. 1—$1^1/_2$ M. lichtste of wat zwaardere klei (van Bemmelen).						
62	F 9	14	120	II	55—47—54	16—17
63	G 9	22	100	III	25—22	11
66	I 11	27	150	III	33	14—12
III. *Rubriek Kaart van Bemmelen:*						
Vak L. Laag van $1^1/_2$ M. en meer zavel (van Bemmelen).						
74	I 5	24	200	IV	11—15—11	8—11—8
75	J 4	31	100	III	21—26	11—10
76	J 6	32	60	IV	15	10
77	J 7	25	30	IV	14	7
78	K 7	33	100	IV	14—16—12	9—7
80	K 8	34	100	III	29—31	11—10
56	M 11	45	70	III	34	15

% humus op drogen grond.	Onder de bovenlaag (0—70 c.M.) van kaart N°. 1 (zie de linker helft der tabel) komt voor eerst zeer zware klei, Hoofdgroep I, met 69 deelen klei op 100 deelen klei + zand, 7 % koolzure kalk en 4 % humus; enz. De cijfers tusschen haakjes geven de pH van de zure laag aan.

klei van 0.8 M. op veen (van Bemmelen).

3	venig, 0, 33 (3.0); venig, 0, 47 (4.1); V 4, 0, 7; V 3, 0, 0.
2	I 70, 1, 6 (5.9); venig, 0, 46 (5.1); V 10, 0, 10 (6.4); V gem. 5, 0–4, 0.
0	II 51, 8, 2; II 48, 6, 2; II 51, 7, 2; veen, 0, 64 (5.2) en 1, 61 (6.4).
4.1	I 81, 0,7 (3.4); I 81, 0, 9 (3.2); venig, 0, 36 (4.5—4.0); V 3, 0, 0.
1	V 7, 4, 0; V 6, 2, 0; III 23, 0, 7 (4.3); II 60, 0, 3; II 49, 9, 2.

Lichtste kleigronden.

0	III 28, 11, 0; II 58, 13, 2; III 32, 11, 1; IV 18, 9, 0; V 6, 7, 0.

(van Bemmelen).

0—1	venig, 3, 24; V 3, 0, 7.
0	V 6, 8, 0; venig, 7, 24; V 8, 8, 0; V 2, 2, 0.
0	IV 13, 9, 0; V 7, 6, 0; V 5, 5, 0; IV 13, 7, 0.
0—1	II 54, 11, 0; I 75, 9, 2; veen, 0, 61 (5.1).

Zavelgronden.

0	V 5, 4, 0.
0	IV 19, 12, 0; IV 13, 8, 0.
0	V 10, 8, 0; V 7, 7, 0; IV 11, 8, 0; V 10, 7, 0.
0	III 21, 7, 0; III 24, 7, 0; IV 13, 6, 0; V 10, 5, 0; V 9, 6,0; V 4, 3, 0.
0	V 7, 6, 0; IV 14, 7, 0; IV 14, 8, 0; IV 13, 8, 0.
0	V 3, 6, 0; V 5, 7, 0; V 4, 7, 0.
1	III 23, 14, 2.

TABEL V. *(Vervolg).*

Kaart N°.	Kaartvak.	Nummer boring 1927.	Diepte bovenste laag in centimeters.	Hoofdgroep Bodemkundig Instituut.	Klei op 100 klei plus zand.	% $CaCO_3$ op drogen grond.
	Kaartvak F 2. Volgens Bijlage II vond van Bemmelen hier zavel boven					
121	F 2	9	50	I	61	17
				VI. *Rubriek Kaart van Bemmelen*		
Vak Q.						
95	C 8	5	250	V	2—5	0
96	C 10	8	100	II	53—57	2—1
				VII. *Rubriek Kaart van Bemmelen*:		
Vak R. Dit vak omvat de zgn. kooltuinen (van Bemmelen).						
101	H 5	19	55	V	5	6
103	F 4	10	40	V	3	3
106	E 3	2	200	V	4—5	3—5
Vakken U en X. (Kaartvak G 2) zandbanken van kleinere uitgestrektheid, die bedraagt (van Bemmelen).						
112	E 8	12	100	IV	14—12	11
117	G 2	15	250	V	2—4	4—6

% humus op drogen grond.	Onder de bovenlaag (0—70 c.M.) van kaart N°. 1 (zie de linker helft der tabel) komt voor eerst zeer zware klei, Hoofdgroep I, met 69 deelen klei op 100 deelen klei + zand, 7 % koolzure kalk en 4 % humus; enz. De cijfers tusschen haakjes geven de pH van de zure laag aan.

veenachtige klei (van Bemmelen).

0	II 49, 15, 0; II 41, 13, 0; venig, 0, 34 (5.7); venig, 0, 43 (6.3); V 4, 0, 0.

Veen, met een laagje zand beloopen.

0 3—4	V 4, 0, 0.

Zandgronden.

0	III 37, 17, 0; II 47, 20, 1; III 35, 14, 1; III 39, 19, 1; II 50, 20, 1.
0	I 70, 1, 7; I 82, 0, 1; I 62, 2, 3; III 35, 8, 1.
0	

door klei of zavelgronden omgeven zijn en waar de zandlaag 1—1.5 M. of meer

2—0 0	V 7, 9, 0; V 6, 7, 0; IV 17, 10, 0; V 8, 1, 7.

een laag zeer zware kleigrond (I) met 80 deelen klei (tegen 20 deelen zand) en 5 % $CaCO_3$ en 3 % humus; dan weer een laag zeer zware kleigrond (I) met 83 deelen klei (tegen 17 deelen zand) en 6 % $CaCO_3$ en 2 % humus; dan een laag zeer zware kleigrond (I) met 87 deelen klei (tegen 13 deelen zand) en 1 % $CaCO_3$ en 8 % humus. Deze laatste laag reageert zwak zuur (pH = 6.2). Wanneer niets vermeld is, is de reactie nagenoeg neutraal of zwak alcalisch (pH ongeveer 7 à 7.5). De onderste laag bestaat uit zuur veen (pH = 5.5) met 0 % $CaCO_3$ en 69 % humus. Uit den aard der zaak is dit veen niet in een der Hoofdgroepen, die alleen op de minerale gronden betrekking hebben, ingedeeld. Uit de Hoofdtabel VI (blz. 208) kan men echter zien, dat dit veen 22.5 % klei tegen 4.7 % zand bevat. Het is dus kleiig veen.

Voor de uitvoerige analyseresultaten van het Bodemkundig Instituut zij verder naar de Hoofdtabel VI (blz. 208) verwezen, terwijl in het rechter gedeelte van deze tabel tevens kan worden nagegaan, welke grondsoorten door van Bemmelen in 1880 op de verschillende diepten in de bijbehoorende boring gevonden zijn.

Eenige opmerkingen bij Tabel V.

I. *Rubriek Kaart van Bemmelen: Zware kleigronden.*

Vak A (22 *monsters*). Zeer zware tot zware bovengronden, rijk aan koolzure kalk en practisch zonder humus, naar beneden toe soms lichter wordend, soms niet. De volgende bizonderheden vallen op te merken:

Kaart No. 5 en 6, bij het zandvak X (kaartvak G H 2), respectievelijk 100 c.M. en 30 c.M. zand, waaronder zeer zware kleigrond;

Kaart No. 9, 11 en 12, in den bovengrond lichtere klei tot zware zavel, waaronder zeer zware kleigrond;

Kaart No. 25, tusschen de zandvakken X' en V, 250 c.M. zand; van Bemmelen noteerde hier zware klei, waaronder lichtere, gedeeltelijk veenhoudend;

Kaart No. 26, een laag van 250 c.M. zavel; van Bemmelen noteerde hier klei, waaronder lichtere klei; de plek ligt op de grens van zware klei en zavel.

Bizondere vermelding verdient kaart No. 24, waar onder 30 c.M. zeer zware kleigrond (82, 10, 2) een zure laag sterk venige klei (pH = 4.4) zit, waaronder weer humusvrije, zeer zware klei met koolzure kalk (14—15); en kaart No. 31, waar onder zware, respectievelijk zeer zware klei, met veel koolzure kalk, een zure laag zeer zware klei, zonder koolzure kalk en met respectievelijk 9 % en 6 % humus (pH = 4.5 en 6.1) voorkomt. Ook het veen op plek 1 reageert zuur (pH = 5.5).

Op twee plekken (7 en 21) komt slechts 2 % koolzure kalk in den bovengrond voor; de overige bovengronden bevatten van 4 %—21 % $CaCO_3$. Behalve op de plekken 24 en 31 met zure lagen, komen nog op de plekken 1, 28, 29, en 32 in den gonderrond lagen zonder koolzure kalk voor; deze lagen bevatten van 8 % tot 3 % humus.

Een tweetal bovengronden (plek 1 en 32) zijn rijk aan organische stof (8—10 % en 17 %); op twee plekken (1 en 24) bevindt zich in den onder-

grond sterk venige klei, terwijl enkele lagen van de plekken 28, 29, 31 en 32 wat veenresten bevatten (van 9 % tot 3 % organische stof). De overige lagen bevatten weinig of geen humus.

Vak B (3 *monsters*). Zeer zware tot zware bovengronden met van 19 tot 3 % koolzure kalk en van 1—5 % humus.

De ondergrond van plek 36 is rijk aan koolzure kalk. In de ondergronden van plek 39 komt een laag zeer sterk zure venige klei voor; de ondergrond van plek 40 is zeer sterk zure, zware, humusrijke klei, waaronder lichtere grond met koolzure kalk.

Vak C (1 *monster*). Plek 46 geeft een zandlaagje boven vrij zware klei.

Vak D (4 *monsters*). In Bijlage 1 spreekt van Bemmelen van twee vakken, D' en D''; op de kaart vermeldt hij alleen vak D. De bovengronden van twee plekken (47 en 50) zijn vrij sterk zure, zeer zware klei met iets humus, waaronder respectievelijk sterk zure, venige klei boven zand (met koolzure kalk) en zeer sterk zure, zeer zware klei, naar beneden venig (zuur), rustend op zand zonder koolzure kalk.

Plek 48 (zware klei) bevat in den bovengrond nog 2 % koolzure kalk, doch wordt naar onder weer iets zuur en venig en is tot 250 c.M. diepte vrij van koolzure kalk. De bovengrond van plek 49 is zandig, met koolzure kalk, naar beneden zware klei, rustend op zuur veen.

Vak E (1 *monster*). Plek 52 bevat eerst zavel, dan zand, beide lagen met koolzure kalk; daaronder zure humushoudende zavel, naar onder zwaarder wordend; op 200 c.M. treedt de koolzure kalk weer op.

II. *Rubriek Kaart van Bemmelen: Lichtste kleigronden.*

Vak F (1 *monster*), *G* (1 *monster*) *en H* (3 *monsters*). De bovengronden zijn vrij zware tot lichte kleigronden en zware zavelgronden, behalve op plek 60, waar 2 M. lichte zavel ligt; alle rijk aan koolzure kalk en practisch vrij van humus. Op twee plekken (60 en 62) komen venige, meer zandige lagen in den ondergrond voor; de onderste laag van plek 66 is zuur veen (pH = 5.1).

III. *Rubriek Kaart van Bemmelen: Zavelgronden.*

Vak L (7 *monsters*). De bovengronden van deze strook bestaan tot op groote diepte uit lichte tot zeer zware zavel, rijk aan koolzure kalk en zonder humus. Naar onder wordt de grond over het algemeen lichter tot zandig toe. Plek 56 behoort meer tot de lichte kleigronden.

In het Kaartvak F 2 is door van Bemmelen een strook zavel geteekend, waarin de kaartplek 121 ligt. Hier blijkt evenwel de bovenlaag uit zware klei te bestaan, naar de diepte toe minder zwaar wordend, dan venig (zwak zuur) en ten slotte zand (zonder koolzure kalk).

VI. *Rubriek Kaart van Bemmelen: Veen, met een laagje zand beloopen.*

Vak Q (2 *monsters*). Op plek 95 is een laag zandgrond gevonden tot 250 c.M. diepte, zonder koolzure kalk; op plek 96 een laag van 100 c.M. zware kleigrond, met weinig koolzure kalk en iets humus en daaronder zand (zonder koolzure kalk). De eerste plek ligt op de grens van het zand-veengebied, de tweede op de grens van het veen-zand-zware klei-gebied.

VII. *Rubriek Kaart van Bemmelen: Zandgronden.*

Vak R (3 *monsters*). De bovengrond tot ongeveer 50 c.M. is vrijwel zuiver zand met enkele procenten koolzure kalk en geen humus. Naar onder wordt de grond zwaarder tot zeer zwaar toe. Op kaartplek 106 bestaat de geheele laag tot 200 c.M. diepte uit vrijwel zuiver zand met eenige procenten koolzure kalk en geen humus.

Vakken U en X (2 *monsters*). Zeer lichte zavel tot vrij wel zuiver zand, met van 11 % tot 4 % koolzure kalk en geen of practisch geen humus. Naar de diepte zuiver zand met koolzure kalk en in een enkele diepe laag wat restanten veen.

Algemeene indruk.

De algemeene indruk, die men op grond van de resultaten van het onderzoek van de boringen 1927 aan het Bodemkundig Instituut Groningen verkrijgt, is deze, dat de Geognotische of Bodemkundige Kaart van van Bemmelen uit het jaar 1880 vrij juist de gesteldheid van den bodem van het Wieringermeer ook volgens de thans heerschende begrippen weergeeft. Bij de beoordeeling van deze kaart moet evenwel steeds op den voorgrond gesteld worden, dat een onderzoek van een 122-tal boorpunten van een terrein van meer dan 20 000 bunder slechts een zeer globalen indruk van de bodemkundige gesteldheid van dit terrein kan geven. Een van de eerste werkzaamheden, welke na het droogkomen van het Wieringermeer dan ook dient plaats te vinden, is een bemonstering van den Wieringermeerpolder, doch dan op een aanzienlijk grooter aantal plekken.

Op één bepaald punt dienen de resultaten van van Bemmelen een aanvulling te ondergaan. Aan het slot van Bijlage V bespreekt van Bemmelen de zure klei of het zure veen en vermeldt dan geen monsters van deze volstrekt onvruchtbare grondsoort in een der boringen te hebben opgespoord. Zooals reeds hierboven medegedeeld is, is onder de in 1927 genomen grondmonsters wel zure klei en zuur veen aangetroffen. Ik kom op dit punt nader terug.

HOOFDSTUK IV.

RESULTATEN VAN HET BODEMKUNDIG ONDERZOEK VAN HET BODEMKUNDIG INSTITUUT GRONINGEN.

(Zie de Hoofdtabel VI, blz. 208—236).

In de Hoofdtabel VI (blz. 208) zijn de hoofdresultaten van het onderzoek van de 292 in het jaar 1927 genomen grondmonsters opgenomen.

De eerste kolom geeft het nummer van de kaart van van Bemmelen aan, waar de boring plaats vond, benevens het kaartvak. Dan volgt het nummer van de boring jaar 1927 (boring 1 t/m 51) en de nummers van de genomen grondmonsters (N°. Wm 1 t/m Wm 292), met de bijbehoorende diepten, waarop de bemonsterde lagen gelegen zijn en de practische benaming van elke laag tijdens de monsterneming in het jaar 1927.

Op plek 1 van de kaart (kaartvak F 2) zijn dus in het jaar 1927 genomen 7 grondmonsters (N°. Wm 1 t/m Wm 7); het eerste monster, N°. Wm 1, op een diepte van 0—50 c.M., werd slap, kleihoudend veen genoemd. Bij onderzoek bleek dit monster in den oorspronkelijken toestand te bevatten per 100 gram drogen grond 172,0 gram water; het bodemwater bevatte per liter 18,7 gram keukenzout (NaCl). In 172 gram bodemwater, dat is per 100 gram drogen grond, is dus $0{,}172 \times 18{,}7 = 3{,}2$ gram keukenzout aanwezig; dat is 3,2 % (zie tweede deel Tabel VI). Verder zien we uit het tweede deel van de Tabel VI, dat per 100 gram drogen grond in N°. Wm 1 voorkomt 3,2 gram keukenzout, 5,6 gram koolzure kalk, 8,2 gram humus, 49,0 gram klei en 34,0 gram zand ($3{,}2 + 5{,}6 + 8{,}2 + 49{,}0 + 34{,}0 = 100$). Per 100 gram drogen grond komen dus 49 gram klei en 34 gram zand voor; dat is samen $49 + 34 = 83$ gram klei plus zand. Per 100 gram klei plus zand komen dus voor $100 \times 49 : 83 = 59$ gram klei en $100 \times 34 : 83 = 41$ gram zand. Het getal 59 is in het eerste deel van de Tabel (kolom 8) opgenomen. Op grond van dit cijfer behoort het grondmonster Wm 1 thuis in de Hoofdgroep II, zware kleigronden. De 34 gram zand bestaan voor 17,8 gram uit zeer fijn zand (fractie *3a*), 9,2 gram fijn zand (fractie *3b*) en 7,0 gram grover zand (fractie 4); $17{,}8 + 9{,}2 + 7{,}0 = 34{,}0$ (21). Verder blijkt de reactie van dezen zwaren kleigrond te zijn zwak alcalisch (pH = 7,1).

In het derde gedeelte van de Tabel VI zijn de gegevens uit het Rapport van van Bemmelen opgenomen. Het nummer van de boring in het jaar 1880 op dezelfde plek (kaart N°. 1) is N°. 70 (boring van Bemmelen). Door van Bemmelen zijn hier 5 monsters genomen, resp. N°. 246 t/m 250 (nummers van van Bemmelen). De bovenste laag is genomen ter diepte van 0 tot 50 c.M. en werd omschreven als te zijn „klei, zeer zwaar, iets

TABEL VI.

Kaart van Prof. van Bemmelen. N°.	Boring 1927. Boring N°.	Wm N°.	Diepte in c.M.	Omschrijving van de grondsoort bij de bemonstering.	Grammen vocht per 100 gram droge stof in den oorspronkelijken toestand.	Grammen keukenzout (NaCl) per L. bodemvocht.	Grammen klei per 100 gram klei + zand.	Hoofdgroep.	pH.	Keukenzout.	Koolzure kalk.
1.	1	1	0—50	slap, kleihoudend veen	172.0	18.7	59	II	7.1	3.2	5.6
		2	50—70	slap, kleihoudend veen	158.0	16.5	57	II	—	2.6	3.8
		3	70—120	slappe, vette klei	134.4	16.4	69	I	6.9	2.2	7.1
Kaartvak		4	120—150	slappe, vette klei	141.9	17.5	80	I	6.9	2.5	5.4
F 2.		5	150—200	vaste, vette klei	114.4	12.2	83	I	6.8	1.4	5.7
		6	200—220	vaste, vette klei	146.6	10.9	87	I	6.2	1.6	1.4
		7	220—250	droog veen	482.0	6.8	—	—	5.5	3.3	0.3
106.	2	8	0—50	sterk, slibhoudend zand	31.9	18.8	4	V	7.9	0.6	2.6
Kaartvak		9	50—100	fijn, slibhoudend zand	35.9	19.5	6	V	—	0.7	4.9
E 3.		10	150—200	fijn, slibhoudend zand	33.5	20.9	5	V	—	0.7	3.4
52.	3	11	0—55	slappe, zandige klei met schelpen	60.3	15.9	23	III	7.4	0.9	7.3
Kaartvak		12	55—100	fijn, slibhoudend zand + schelpen	27.9	10.8	7	V	7.7	0.3	3.8
E 5.		13	100—125	fijn, slibhoudend zand	28.9	13.8	6	V	7.6	0.4	1.9
		14	125—150	zeer sterk zandige klei + veen	75.9	7.9	23	III	4.0	0.6	0
		15	150—200	slappe, vette klei	85.2	4.7	60	II	6.8	0.4	0
		16	200—250	slappe, vette klei	69.7	2.9	49	II	7.4	0.2	9.4
48.	4	17	0—50	slappe, vette klei met veen	86.4	24.3	54	II	7.7	2.1	1.7
		18	50—65	slappe, vette klei met veen	148.4	22.9	70	I	5.9	3.4	1.1
Kaartvak		19	65—100	slap veen	384.9	24.7	—	—	5.1	9.5	0.6
D 7.		20	100—130	vast, zeer sterk zandig veen	73.3	23.2	10	V	6.4	1.7	0
		21	130—150	sterk, slibhoudend zand	39.2	23.0	6	V	6.5	0.9	0
		22*a*	150—200	zeer fijn zand (bruin)	21.7	18.4	4	V	—	0.4	0
		22*b*	150—200	zeer fijn zand (zwart)	36.3	22.0	6	V	8.1	0.8	4.3
		23*a*	200—250	zeer fijn zand (bruin)	22.4	22.3	2	V	—	0.5	0
		23*b*	200—250	zeer fijn zand (zwart)	26.3	22.8	7	V	8.0	0.6	4.5

De droge stof bevat in procenten:						Kaart van Prof. van Bemmelen No.	Boring Prof. van Bemmelen 1880.				
Humus	Klei (1 + 2)	Fractie 3a.	Fractie 3b.	Fractie 4.	Zand (3a + 3b + 4).		Boring No.	No. van Bemmelen.	Diepte in c.M.	Omschrijving van de grondsoort bij de bemonstering.	Groep van Bemmelen.
8.2	49.0	17.8	9.2	7.9	34.0	1	70	246	0— 50	klei, zeer zwaar, iets veenachtig, geen schelpen	1
10.1	47.3	19.3	13.1	3.8	36.2	Bovengrond zware klei.		247	50—100	idem	
3.7	60.2	16.1	7.6	3.1	26.8			248	100—210	klei	
2.9	71.6	12.5	2.8	2.3	17.6			249	210—240	veen, zanderig	
2.0	75.4	12.9	1.5	1.1	15.5			250	240—330	veen	
7.8	78.0	9.9	0.8	0.5	11.2						
69.2	22.5	3.3	0.8	0.6	4.7						
0.2	3.5	10.6	64.8	17.7	93.1	106	62	223	0— 50	zeezand met slib, begroeid met wier	
0	5.8	15.6	68.1	4.9	88.6	Bovengrond zand.		224	50—100	idem	
0	4.7	10.0	63.2	18.0	91.2			225	100—150	idem	
1.5	21.0	31.1	11.6	26.6	69.3	52	67	238	0— 50	klei, vrij zwaar, enkele schelpen, iets veenachtig, weinig koolzure kalk	1
0	6.8	3.7	7.4	78.0	89.1						
0	5.4	4.2	14.4	73.7	92.3			239	50— 85	klei lichter, tamelijk koolzure kalk	
7.3	21.3	16.0	25.0	29.8	70.8	Bovengrond zware klei.			85—100	zavel	
2.6	58.0	36.0	1.9	1.1	39.0			240	100—130	lichte zavel	
2.4	43.4	39.5	4.5	0.6	44.6				130—140	zeezand, grof van korrel	
1.7	50.7	29.5	11.4	2.9	43.8	48	51	186	0— 10	veen met schelpjes	2 à 3
6.2	62.4	18.5	6.5	1.9	26.9			186′	10— 50	veenachtige klei	
46.0	18.0	6.8	9.0	10.1	25.9			187	50— 90	veenklei zonder koolzure kalk, schelpjes	
10.3	9.1	16.7	28.9	33.3	78.9			187′	90—100	veen	
0	6.4	4.7	36.4	51.6	92.7	Bovengrond zware klei.		188	100—150	veen	
0	3.9	18.0	36.2	41.5	95.7						
0	5.9	14.6	63.8	10.6	89.0						
0	1.7	18.4	31.8	47.6	97.8						
0	6.6	16.4	60.5	11.4	88.3						

TABEL VI.

Kaart van Prof. van Bemmelen N°.	Boring 1927. Boring N°.	Wm N°.	Diepte in c.M.	Omschrijving van de grondsoort bij de bemonstering.	Grammen vocht per 100 gram droge stof in den oorspronkelijken toestand.	Grammen keukenzout (NaCl) per L. bodemvocht.	Grammen klei per 100 gram klei + zand.	Hoofdgroep.	pH.	Keukenzout.	Koo zur kalk
95.	5	24	0—50	zeer fijn zand	17.9	24.0	2	V	8.2	0.4	0.
		25	50—100	zeer fijn zand	19.3	20.7	2	V	8.0	0.4	0.
		26	100—150	zeer fijn zand	17.3	29.0	3	V	7.4	0.5	0
Kaartvak		27	150—200	zeer fijn zand	19.0	21.1	4	V	7.4	0.4	0
C 8.		28	200—250	zeer fijn zand	16.5	24.2	5	V	6.6	0.4	0
47.	6	29	0—30	slappe, vette klei met veen	129.1	22.5	78	I	5.5	2.9	0
		30	30—50	slap veen	368.6	16.6	—	—	ong. 3	6.1	0
		31	50—70	slap veen	482.1	19.7	—	—	4.1	9.5	0
Kaartvak		32	70—100	zeer sterk zandig veen	45.8	19.6	4	V	6.0	0.9	0
D 7.		33	100—150	slibhoudend zand	24.4	16.4	3	V	6.5	0.4	0
		34	150—200	slibhoudend zand	23.6	12.7	2	V	6.7	0.3	0
		35	200—250	slibhoudend zand	20.5	14.6	2	V	6.9	0.3	0
49.	7	36	0—55	zeer sterk, slibhoudend zand	40.0	20.3	7	V	8.1	0.8	1
		37	55—100	vaste, vette klei	82.1	18.6	51	II	6.8	1.5	
Kaartvak		38	100—150	slappe, vette klei	86.6	14.2	48	II	7.0	1.2	
D 8.		39	150—170	slappe, vette klei	92.0	17.4	51	II	7.1	1.6	
		40	170—200	vast veen	408.4	12.2	—	—	5.2	5.0	
		41	200—250	vast veen	467.1	10.3	—	—	6.4	4.8	
96.	8	42	0—50	slappe, vette klei	89.9	24.5	53	II	6.0	2.2	
		43	50—100	slappe, vette klei	100.9	24.8	57	II	4.2	2.5	
		44	100—150	slibhoudend zand	22.3	22.4	4	V	7.1	0.5	
Kaartvak		45	150—200	slibhoudend zand	19.5	20.5	4	V	6.8	0.4	
C 10.		46	200—250	slibhoudend zand	18.7	21.4	3	V	6.8	0.4	

De droge stof bevat in procenten :						Kaart van Prof. van Bemmelen No.	Boring Prof. van Bemmelen. 1880.				
Humus	Klei (1 + 2)	Fractie 3*a*.	Fractie 3*b*.	Fractie 4.	Zand (3*a* + 3*b* + 4).		Boring No.	No. van Bemmelen.	Diepte in c.M.	Omschrijving van de grondsoort bij de bemonstering.	Groep van Bemmelen.
0.3	1.9	12.9	46.6	37.4	96.9	95	56	200	0— 20	zeezand, weinig slibhoudend	
0	1.8	9.7	50.4	37.5	97.6			201	20— 50	kleihoudend veen met schelpen,	
0	3.4	29.9	42.3	23.9	96.1					weinig koolzure kalk	
0	4.1	30.0	41.6	23.9	95.5	Bovengrond		202	50—100	veen	
0	4.9	24.8	38.4	31.5	94.7	veen.		203	100—150	zeezand met veen, veel schelpen	
3.0	73.2	16.1	3.2	0.8	20.1	47	50	182	0— 50	veenachtige klei, zwaar, weinig koolzure kalk; gaat over in veenklei zonder koolzure kalk	1
33.3	53.6	6.1	0.6	0.3	7.0						
47.2	14.9	7.8	9.0	11.6	28.4			183	50— 80	veenachtige klei, zonder koolzure kalk	
6.8	3.5	10.8	38.3	39.7	88.8	Bovengrond		183′	80—100	veen	
0	2.9	5.3	45.7	45.7	96.7	zware klei.		184	100—150	veen, zandig, zonder koolzure kalk, enkele schelppuntjes	
0	2.1	9.2	41.4	47.0	97.6			185	150—200	veen, nog zandiger,	
0	1.6	6.5	41.0	50.6	98.1					idem	
0.8	6.2	9.0	67.7	5.5	82.2	49	55	—	0— 10	zeezand	
1.5	45.2	32.7	9.8	1.4	43.9	Bovengrond		195	10— 50	klei, veel schelpjes	2
2.0	43.7	38.0	8.8	0.7	47.5	zware klei.		196	50—100	klei	2
1.9	45.3	35.1	8.5	0.5	44.1			197	100—115	klei	
63.6	16.2	8.4	5.4	0.5	14.3			198	115—150	veen	
61.1	12.1	9.2	9.8	1.7	20.7			199	150—200	veenachtige zavel, N.B. koolzure kalk	
3.3	48.7	26.5	5.6	11.5	43.6	96	49	179	0—20	zeezand met schelpen	
4.1	53.0	31.6	3.5	4.4	39.5			179*bis*	20—50	veen	
0	3.9	16.5	45.4	33.6	95.5	Bovengrond		180	50—100	veen, veel schelpjes	
0	3.6	14.4	46.2	35.4	96.0	veen.		181	100—150	veenachtig zeezand of diluviaal zand, vol schelpstukjes, zonder koolzure kalk	
0	3.3	11.5	48.8	36.0	96.3						

TABEL VI.

Kaart van Prof. van Bemmelen N°.	Boring 1927. Boring N°.	Wm N°.	Diepte in c.M.	Omschrijving van de grondsoort bij de bemonstering.	Grammen vocht per 100 gram droge stof in den oorspronkelijken toestand.	Grammen keukenzout (NaCl) per L. bodemvocht.	Grammen klei per 100 gram klei + zand.	Hoofdgroep.	pH.	Keukenzout.	Kalk.
121.	9	47	0—50	vaste, vette klei	94.9	16.9	61	I	7.5	1.6	16.6
		48	50—100	vaste, vette klei met zandlaagjes	79.6	13.8	49	II	7.3	1.1	14.7
Kaartvak F 2.		49	100—130	vaste, vette klei met zandlaagjes	65.7	10.7	41	II	7.3	0.7	12.7
		50	130—175	vast veen	289.9	5.5	—	—	5.7	1.6	0
		51	175—220	vast veen	374.9	6.4	—	—	6.3	2.4	0.7
		52	220—250	fijn slibhoudend zand	21.4	4.7	4	V	6.9	0.1	0
103.	10	53	0—40	grijs zand, met schelpen	23.0	17.0	3	V	8.0	0.4	3.2
		54	40—100	slappe, vette klei met veen	127.3	12.8	70	I	6.1	1.6	0.7
Kaartvak F 4.		55	100—150	slappe, vette klei met veensporen	105.0	9.5	82	I	7.1	1.0	0.1
		56	150—195	slappe, vette klei	97.8	6.1	62	I	7.0	0.6	1.9
		57	195—250	vaste, zandige klei	62.4	4.8	35	III	7.2	0.3	7.6
46.	11	58	0—15	grijs zand met schelpen	28.9	17.7	2	V	—	0.5	4.
		59	15—50	slappe, vette klei	96.0	23.8	50	II	—	2.3	11.
		60	50—100	slappe, vette klei	90.9	24.2	47	II	—	2.2	13.
Kaartvak F 5.		61	100—155	slappe, vette klei	76.1	22.3	45	II	—	1.7	15.
		62	155—200	slappe, vette klei met zandl.	61.3	24.5	36	III	—	1.5	13.
		63	200—250	slibhoudend zand	33.5	23.9	8	V	—	0.8	5.
112.	12	64	0—50	slappe, sterk zandige klei	38.6	20.7	14	IV	7.9	0.8	11.
		65	50—100	zeer sterk zandige klei	33.6	23.8	12	IV	7.8	0.8	10.
Kaartvak E 8.		66	100—150	fijn slibhoudend zand	29.8	23.5	7	V	—	0.7	8.
		67	150—190	fijn slibhoudend zand	35.9	22.3	6	V	—	0.8	6.
		68	190—220	slappe, sterk zandige klei	40.0	25.0	17	IV	—	1.0	9.
		69	220—250	sterk zandig veen	65.1	23.0	8	V	7.4	1.5	0.

De droge stof bevat in procenten :						Kaart van Prof. van Bemmelen No.	Boring Prof. van Bemmelen 1880.				
Humus	Klei (1 + 2)	Fractie 3*a*.	Fractie 3*b*.	Fractie 4.	Zand (3*a* + 3*b* + 4).		Boring No.	No. van Bemmelen.	Diepte in c.M.	Omschrijving van de grondsoort bij de bemonstering.	Groep van Bemmelen.
0.6	49.4	23.2	7.5	1.1	31.8	121	95	370	0—25	zavel	
0.1	41.4	22.8	18.0	1.9	42.7			371	25—50	zavel	
0.5	35.4	23.3	25.5	1.9	50.7			372	50—100	zavel lichter	
33.5	57.8	5.7	0.9	0.5	7.1	Bovengrond		373	100—150	zavelig zand	
43.2	40.7	9.7	2.5	0.8	13.0	zavel.		374	150—200	klei, iets veenachtig	
0	3.5	15.0	52.2	29.2	96.4			375	200—250	veenachtige klei, weinig koolzure kalk	
								376	250—300	veenklei tot veen	
								377	300—350	veen	
0	2.7	7.2	42.1	44.4	93.7	103	28	99	0—50	zeezand met eenig slib, met wier begroeid	
7.0	63.4	18.0	3.4	5.9	27.3			100	50—80	zeezand met eenig slib, met wier begroeid	
1.3	79.6	16.0	0.8	1.2	18.0	Bovengrond zand.		100*bis*	80—100	lichtste zavel, wordt veenachtig	5
2.9	59.1	23.0	6.9	5.6	35.5			101	100—150	veen, niet zuur	
0.7	31.6	32.4	25.0	2.4	59.8			102	150—200	blauwe klei, zwaar	
0.1	2.0	2.7	78.0	12.4	93.1	46	38	142	0—50	klei, zwaar	1
1.0	42.6	37.5	4.8	0.7	43.0			143	50—100	klei, wordt lichter	
0.5	39.1	38.1	5.8	0.8	44.7	Bovengrond		144	100—150	lichte klei, wordt zavel	
0.8	36.8	36.3	8.0	0.5	44.8	lichte klei.		145	150—200	vette zavel	
0.3	30.0	39.0	13.4	1.9	54.3						
0	7.8	4.2	44.4	37.4	86.0						
1.6	12.2	25.9	45.6	2.3	73.8	112	4	10	0—25	zeezand, slibhoudend met schelpjes	
0.5	10.8	32.8	43.3	0.9	77.0			11	25—50	lichtste zavel	
0	6.3	19.4	62.2	2.8	84.4	Bovengrond zand.			50—100	lichtste zavel tot zeezand + slib	
0	5.9	10.9	68.2	7.6	86.7			12	100—150	zeezand met slib	
0.4	15.0	25.4	41.7	6.8	73.9						
6.6	7.7	27.8	34.1	21.5	83.4						

TABEL VI.

Kaart van Prof. van Bemmelen N°.	Boring 1927. Boring N°.	Wm N°.	Diepte in c.M.	Omschrijving van de grondsoort bij de bemonstering.	Grammen vocht per 100 gram droge stof in den oorspronkelijken toestand.	Grammen keukenzout (NaCl) per L. bodemvocht.	Grammen klei per 100 gram klei + zand.	Hoofdgroep.	pH.	Keukenzout.	Kalk.
50.	13	70	0—50	slappe, vette klei met veensporen	117.9	18.0	69	I	4.4	2.1	1.0
		71	50—100	slappe, vette klei met veensporen	152.9	12.4	81	I	3.4	1.9	0
Kaartvak D 10.		72	100—125	slappe, vette klei met veensporen	126.7	11.0	81	I	3.2	1.4	0
		73	125—150	slap veen	350.2	6.5	—	—	4.5	2.3	0
		74	150—185	slap veen	327.0	6.4	—	—	4.0	2.1	0
		75	185—250	fijn zand	16.3	2.5	3	V	6.9	0.4	0
62.	14	76	0—50	slappe, vette klei met zandl.	91.7	21.8	55	II	—	2.0	16.4
		77	50—100	slappe, vette klei met zandl.	81.8	23.2	47	II	—	1.9	15.8
Kaartvak F 9.		78	100—120	slappe, vette klei met zandl.	93.9	22.4	54	II	—	2.1	16.7
		79	120—150	sterk slibhoudend zand	31.0	22.6	6	V	—	0.7	7.7
		80	150—170	sterk zandig veen	157.5	19.7	—	—	6.8	3.1	6.5
		81	170—200	zeer sterk slibhoudend zand	36.1	22.2	8	V	—	0.8	7.5
		82	200—250	grijs zand	20.3	14.8	2	V	—	0.3	2.2
117.	15	83	0—50	fijn, slibhoudend zand	30.4	19.7	2	V	8.3	0.6	3.6
		84	50—100	fijn, slibhoudend zand	23.5	25.5	3	V	—	0.6	5.6
		85	100—150	fijn, slibhoudend zand	27.9	21.5	3	V	—	0.6	5.6
Kaartvak G 2.		86	150—200	fijn, slibhoudend zand	28.9	24.2	4	V	—	0.7	6.2
		87	200—250	fijn, slibhoudend zand	25.8	27.1	3	V	—	0.7	5.6
6.	16	88	0—30	grijs zand	24.7	16.6	3	V	8.0	0.4	5.2
Kaartvak H 1.		89	30—70	slappe, vette klei met veensporen	122.2	18.3	75	I	7.6	2.2	2.2

De droge stof bevat in procenten:						Kaart van Prof. van Bemmelen No.	Boring Prof. van Bemmelen 1880.				
Humus	Klei (1 + 2)	Fractie 3a.	Fractie 3b.	Fractie 4.	Zand (3a + 3b + 4).		Boring No.	No. van Bemmelen.	Diepte in c.M.	Omschrijving van de grondsoort bij de bemonstering.	Groep van Bemmelen.
4.1	64.4	20.5	5.3	2.6	28.4	50	61	218	0—50	klei, zwaar, veenachtig, zonder koolz. kalk, enkele schelpstukjes	1
7.4	73.6	14.5	1.5	1.1	17.1						
9.4	72.0	15.7	0.9	0.6	17.2	Bovengrond zware klei.		219	50—100	klei, zwaar, zonder koolzure kalk, enkele schelpstukjes	
35.3	17.4	25.1	13.5	6.4	45.0			220	100—130	veen	
37.9	21.8	19.4	12.3	6.5	38.2			220′	130—140	veenklei, zonder koolzure kalk	
0	2.8	13.0	42.8	41.0	96.8			—	140—150	veen	
								221	150—170	veen en zavel zonder koolzure kalk	
								222	170—200	veenachtige zavel zonder koolzure kalk; geen der monsters is zuur	
0	44.8	29.1	6.9	0.8	36.8	62	59	210	0—50	klei, licht	3
0.7	38.0	29.8	12.6	1.2	43.6			211	50—65	klei, licht, wordt lichtste klei	
0.6	43.4	26.2	9.9	1.1	37.2			212	65—100	vette zavel	
0	5.9	8.4	63.4	13.9	85.7	Bovengrond lichte klei.		213	100—150	vette zavel	
23.5	20.7	9.9	30.7	5.6	46.2			214	150—200	zavel, wordt lichter	
0.4	7.5	7.9	64.5	11.4	83.8						
0	1.7	1.0	48.4	46.4	95.8						
0.3	2.1	4.4	79.3	9.7	93.4	117	21	82	0—50	zeezand, eenig slib	
0	3.2	11.1	76.6	2.7	90.4			83	50—100	klei, zwaar	
0	2.6	10.4	79.1	2.3	91.8	Bovengrond zand.		84	100—150	klei, zwaar	
0	3.7	16.4	72.0	0.9	89.3						
0	3.3	12.8	72.9	5.3	91.0						
0	2.7	9.2	77.9	4.8	91.9	6	93	361	0—10	zand met weinig slib, veel schelpjes	
1.9	69.8	20.7	1.9	1.0	23.6	Bovengrond zware klei.		362	10—40	veenklei, veel schelpjes, zonder fijne koolzure kalk	

TABEL VI.

Kaart van Prof. van Bemmelen N°.	Boring 1927.				Grammen vocht per 100 gram droge stof in den oorspronkelijken toestand.	Grammen keukenzout (NaCl) per L. bodemvocht.	Grammen klei per 100 gram klei + zand.	Hoofdgroep.	pH.		
	Boring N°.	Wm N°.	Diepte in c.M.	Omschrijving van de grondsoort bij de bemonstering.						Keukenzout.	Kool-zure kalk.
		90	70—100	slappe, vette klei	111.2	21.6	73	I	7.4	2.4	16.2
		91	100—150	slappe, vette klei	90.8	18.7	52	II	—	1.7	17.8
		92	150—200	slappe, vette klei met zandl.	87.0	24.1	53	II	—	2.1	17.6
		93	200—250	slappe, vette klei met zandl.	42.3	11.8	13	IV	—	0.5	9.7
7.	17	94	0—50	slappe, vette klei met veensporen	123.2	17.0	70	I	7.5	2.1	1.9
Kaartvak I 1.		95	50—90	slappe, vette klei met veensporen	121.1	19.0	75	I	7.4	2.3	0.4
		96	90—130	slappe, vette klei	109.4	22.9	75	I	7.3	2.5	14.3
		97	130—170	slappe, vette klei	107.0	21.5	70	I	—	2.3	13.5
		98	170—200	slappe, vette klei met zandl.	77.1	22.0	43	II	—	1.7	17.6
		99	200—250	slappe, vette klei met zandl.	67.8	19.0	34	III	—	1.3	16.2
5.	18	100	0—40	fijn, slibhoudend zand	23.4	21.4	1	V	8.3	0.5	3.8
		101	40—100	sterk slibhoudend zand	27.1	22.1	6	V	—	0.6	4.5
Kaartvak H 3.		102	100—150	slappe, vette klei	104.1	20.2	65	I	—	2.1	19.1
		103	150—200	slappe, vette klei	106.4	17.9	62	I	—	1.9	19.5
		104	200—250	slappe, vette klei	98.5	15.2	53	II	—	1.5	19.0

De droge stof bevat in procenten:						Kaart van Prof. van Bemmelen No.	Boring Prof. van Bemmelen 1880.				
Humus	Klei (1 + 2)	Fractie 3a.	Fractie 3b.	Fractie 4.	Zand (3a + 3b + 4).		Boring No.	No. van Bemmelen.	Diepte in c.M.	Omschrijving van de grondsoort bij de bemonstering.	Groep van Bemmelen.
1.0	59.0	19.7	1.5	0.2	21.4			363	40—50	klei, zeer zwaar, veenachtig, zonder koolzure kalk	
0	42.0	25.2	11.9	1.4	38.5			364	50—100	klei, zeer zwaar, eenige koolzure kalk	1
0.3	42.0	31.0	6.8	0.2	38.0			365	100—150	klei, zwaar, veel koolzure kalk	
0.6	11.2	11.3	53.4	13.3	78.0						
3.2	64.8	22.0	5.2	0.8	28.0	7	22	85	0—50	veenachtige klei, eenige schelpjes	1
2.6	71.2	21.7	1.4	0.4	23.5	Bovengrond zware klei.		86	50—100	nog iets veenachtige klei	1
1.7	60.8	19.3	1.2	0.2	20.7			87	100—150	klei, zwaar	
1.5	58.2	23.0	1.3	0.2	24.5			88	150—200	klei, zwaar	1
0.7	34.4	33.2	11.2	1.2	45.6			89	200—250	klei, wordt lichter	
0.1	28.4	31.1	21.6	1.3	54.0			90	250—300	vette zavel	
0.3	1.1	4.3	83.6	6.4	94.3	5	105	428	0—30	zeezand	
0	5.3	6.3	77.2	6.1	89.6			429	30—50	klei, zwaar	1
									50—100		
1.1	50.4	19.9	6.0	1.4	27.3	Bovengrond zware klei.		430	100—150	klei	2
0.4	48.1	18.0	10.2	1.9	30.1			431	150—200	klei, lichter	
1.2	41.3	26.4	9.4	1.2	37.0			432	200—250	klei, met een enkele zandige ader	
								433	250—300	klei en vette zavel	
								434	300—350	klei, zwaarder	
								435	350—390	klei	
									390—400	zeezand, grover	
								436	400—450	zavel, niet vet (zandkorrels grover)	
								437	450—500	zeezand met schelpjes, slibhoudend (korrel grover)	
								438	500—550	zeezand met schelpjes, slibhoudend (korrel grover)	
								439	550—600	blauwe lichtere klei, stijf	

TABEL VI.

Kaart van Prof. van Bemmelen N°.	Boring 1927. Boring N°.	Wm N°.	Diepte in c.M.	Omschrijving van de grondsoort bij de bemonstering.	Grammen vocht per 100 gram droge stof in den oorspronkelijken toestand.	Grammen keukenzout (NaCl) per L. bodemvocht.	Grammen klei per 100 gram klei + zand.	Hoofdgroep.	pH.	Keukenzout.	Koolzure kalk.
101.	19	105	0—55	fijn, sterk slibhoudend zand	32.3	21.7	5	V	—	0.7	6.2
		106	55—100	slappe, vette klei	67.9	20.6	37	III	—	1.4	17.2
Kaartvak H 5.		107	100—160	slappe, vette klei	83.4	18.0	47	II	—	1.5	19.5
		108	160—190	slappe, zandige klei	66.8	14.9	35	III	—	1.0	14.0
		109	190—220	slappe, zandige klei	72.8	15.1	39	III	—	1.1	18.7
		110	220—250	slappe, vette klei	89.1	13.5	50	II	—	1.2	20.1
36.	20	111	0—50	slappe, vette klei met zandlaagjes	93.1	14.9	53	II	—	1.4	19.0
		112	50—100	slappe, vette klei met zandlaagjes	107.5	15.8	58	II	—	1.7	19.3
Kaartvak H 7.		113	100—150	slappe, vette klei met zandlaagjes	88.3	9.1	50	II	—	0.8	18.9
		114	150—200	slappe, vette klei met zandlaagjes	71.3	7.0	39	III	—	0.5	15.6
		115	200—250	vaste klei met zandlaagjes	57.2	3.5	32	III	—	0.2	16.3
60.	21	116	0—50	slappe, zeer sterk zandige klei	40.7	19.6	16	IV	7.7	0.8	7.2
		117	50—100	zeer sterk slibhoudend zand	36.4	19.2	12	IV	7.6	0.7	5.1
Kaartvak H 8.		118	100—150	zeer sterk slibhoudend zand	38.1	15.8	11	IV	7.5	0.6	6.0
		119	150—200	zeer sterk slibhoudend zand	30.4	19.7	12	IV	7.5	0.6	6.1
		120	200—230	vast veen	204.1	8.8	—	—	6.5	1.8	2.5
		121	230—250	vast, zeer sterk zandig veen	56.9	7.0	3	V	6.7	0.4	0
63.	22	122	0—50	vaste, zeer sterk zandige klei	48.4	21.5	25	III	7.4	1.0	11.1
		123	50—100	slappe, zeer sterk zandige klei	51.7	21.3	22	III	7.6	1.1	10.6
Kaartvak G 9.		124	100—145	sterk slibhoudend zand met kleilaagjes	42.9	21.0	13	IV	7.8	0.9	8.8
		125	145—200	zeer sterk slibhoudend zand	31.1	22.5	7	V	7.9	0.7	6.3
		126	200—235	zeer sterk slibhoudend zand	37.4	21.4	5	V	7.9	0.8	5.4
		127	235—250	zeer sterk slibhoudend zand met kleilaagjes	35.2	22.7	13	IV	7.6	0.8	6.3

De droge stof bevat in procenten:						Kaart van Prof. van Bemmelen No.	Boring Prof. van Bemmelen 1880.				
Humus	Klei (1 + 2)	Fractie 3a.	Fractie 3b.	Fractie 4.	Zand (3a + 3b + 4).		Boring No.	No. van Bemmelen.	Diepte in c.M.	Omschrijving van de grondsoort bij de bemonstering.	Groep van Bemmelen.
0.5	5.0	8.7	77.5	1.4	87.6	101	39	138	0—50	zeezand, geen slib	
									50—100	zeezand	
0.6	29.6	26.0	23.0	2.2	51.2			139	100—150	zeezand met lagen lichte zavel	
1.4	36.5	30.0	10.1	1.0	41.1	Bovengrond		140	150—190	zandig veen	
1.0	29.0	17.8	26.9	10.3	55.0	zand.		141	190—250	klei	
1.0	30.6	32.5	12.2	3.9	48.6						
0.9	39.0	22.1	11.4	5.3	38.8						
1.0	41.5	24.5	7.9	4.7	37.1	36	45	164	0—50	klei, enkel stukje veen	2
1.6	45.1	21.6	7.2	3.5	32.3			165	50—100	klei, enkel stukje veen	
1.3	39.5	28.0	9.7	1.8	39.5	Bovengrond		166	100—150	klei, enkel stukje veen	
1.0	32.4	22.1	13.4	15.0	50.5	zwate klei.					
0.8	26.7	28.5	15.0	12.5	56.0						
0.6	14.6	25.6	48.2	3.0	76.8	60	57	204	0—50	klei, licht	3
1.0	10.8	24.4	56.9	1.1	82.4			205	50—100	lichte zavel	
0.5	10.1	22.7	58.4	1.7	82.8			206	100—150	zeezand	
0.7	11.2	21.1	58.2	2.1	81.4	Bovengrond					
23.9	20.7	14.7	32.8	3.6	51.1	lichte klei.					
6.5	2.8	5.0	31.8	53.5	90.3						
0.5	22.1	33.2	31.1	1.0	65.3	63	71	251	0—50	klei, licht	3
0.7	19.7	21.9	44.1	1.9	67.9			252	50—100	klei, licht	
0.6	11.8	15.4	59.3	3.2	77.9			253	100—150	vette zavel	
0	6.6	9.2	73.6	3.9	86.7	Bovengrond		254	150—200	lichter zavel	
0	5.0	8.0	64.6	16.3	88.9	lichte klei.					
0.6	12.1	11.9	45.8	22.3	80.0						

TABEL VI.

Kaart van Prof. van Bemmelen N°.	Boring 1927. Boring N°.	Wm N°.	Diepte in c.M.	Omschrijving van de grondsoort bij de bemonstering.	Grammen vocht per 100 gram droge stof in den oorspronkelijken toestand.	Grammen keukenzout (NaCl) per L. bodemvocht.	Grammen klei per 100 gram klei + zand.	Hoofdgroep.	pH.	Keukenzout.	Kool zure kalk
8.	23	128	0—50	slappe, vette klei	73.3	21.0	55	II	7.8	1.5	11.8
		129	50—100	slappe, vette klei met zandlaagjes	95.2	20.0	53	II	7.4	1.9	15.1
Kaartvak I 2.		130	100—150	slappe, vette klei	91.8	19.6	52	II	—	1.8	15.0
		131	150—205	slappe, vette klei	113.1	20.3	66	I	—	2.3	15.6
		132	205—250	zeer sterk slibhoudend zand	31.8	18.9	10	V	—	0.6	10.7
74.	24	133	0—30	slappe, zeer sterk zandige klei	40.1	17.5	11	IV	8.0	0.7	8.4
		134	30—50	slappe, zeer sterk zandige klei	38.3	15.6	15	IV	—	0.6	11.3
Kaartvak I 5.		135	50—100	slappe, zeer sterk zandige klei	39.4	15.2	14	IV	—	0.6	10.7
		136	100—150	slappe, zeer sterk zandige klei	36.7	13.6	12	IV	—	0.5	8.
		137	150—200	slappe, zeer sterk zandige klei	33.6	11.9	11	IV	—	0.4	7.
		138	200—250	grijs zand met schelpen	26.6	11.3	5	V	—	0.3	3.
77.	25	139	0—30	sterk slibhoudend zand	39.6	20.2	14	IV	—	0.8	7.1
		140	30—50	slappe, sterk zandige klei	44.4	20.3	21	III	—	0.9	6.9
Kaartvak J 7.		141	50—80	slappe, sterk zandige klei	47.8	20.9	24	III	—	1.0	7.1
		142	80—100	slappe, zeer sterk zandige klei	37.9	21.1	13	IV	—	0.8	6.2
		143	100—150	slappe, zeer sterk zandige klei	36.8	21.8	10	V	—	0.8	5.
		144	150—190	slappe, zeer sterk zandige klei	35.2	19.9	9	V	—	0.7	5.
		145	190—250	grijs zand	27.7	18.1	4	V	—	0.5	
39.	26	146	0—50	slappe, vette klei met veensporen	132.3	17.4	66	I	6.9	2.3	
Kaartvak I 9.		147	50—80	slappe, vette klei met veensporen	182.8	14.8	86	I	5.0	2.7	

De droge stof bevat in procenten:						Kaart van Prof. van Bemmelen No.	Boring Prof. van Bemmelen 1880.				
Humus	Klei (1 + 2)	Fractie 3a.	Fractie 3b.	Fractie 4.	Zand (3a + 3b + 4).		Boring No.	No. van Bemmelen.	Diepte in c.M.	Omschrijving van de grondsoort bij de bemonstering.	Groep van Bemmelen.
0.8	46.8	35.2	3.5	0.4	39.1	8	94	366	0—10	lichte klei met schelpen of laagje zand bovenop	1 à 2
1.1	43.1	34.3	4.2	0.3	38.8						
1.2	42.4	32.4	6.6	0.6	39.6	Bovengrond zware klei.		367	10—50	klei, zwaar	
1.2	53.5	24.2	2.9	0.3	27.4			368	50—100	klei, zwaar	
0.2	9.0	19.4	54.7	5.4	79.5			369	100—150	klei, wat veenachtig	
0.9	10.0	11.3	62.3	6.4	80.0	74	41	149	0—50	zavel, vet	4
0.4	12.9	32.3	40.0	2.5	74.8			150	50—100	zavel, vet	
0.5	12.2	33.2	40.6	2.2	76.0			151	100—150	minder vette zavel	
0.4	10.8	15.3	60.7	3.8	79.8	Bovengrond zavel.					
0.4	9.9	10.4	65.3	5.9	81.6						
0	4.4	1.6	53.9	36.0	91.5						
0.7	12.4	13.4	58.5	7.1	79.0	77	43	156	0—50	zavel	4
0.6	18.8	21.2	46.5	5.1	72.8			157	50—100	zavel, lichter	
0.5	22.1	22.9	43.8	2.6	69.3			158	100—150	lichtste zavel	
0.4	11.8	14.7	58.5	7.6	80.8	Bovengrond zavel.					
0.5	9.2	10.6	67.6	5.9	84.1						
0.5	8.6	11.4	67.4	5.5	84.3						
0.2	4.0	1.9	60.0	30.0	91.9						
1.2	60.0	12.5	15.3	2.9	30.7	39	73		0—25	klei, zwaar, iets veenachtig	1
10.0	75.1	7.2	4.0	1.0	12.2	Bovengrond zware klei.		260	25—75	veenachtige klei, geen koolzure kalk, enkele schelpstukjes	1

TABEL VI.

Kaart van Prof. van Bemmelen N°.	Boring 1927. Boring N°.	Wm N°.	Diepte in c.M.	Omschrijving van de grondsoort bij de bemonstering.	Grammen vocht per 100 gram droge stof in den oorspronkelijken toestand.	Grammen keukenzout (NaCl) per L. bodemvocht.	Grammen klei per 100 gram klei + zand.	Hoofdgroep.	pH.	Keukenzout.	Kool-zure kalk.
		148	95—125	slap veen	436.4	10.1	—	—	3.5	4.4	0
		149	140—200	slibhoudend zand	21.7	4.6	2	V	7.4	0.1	0
		150	200—250	slibhoudend zand	19.8	5.1	2	V	7.4	0.1	0
66.	27	151	0—50	slappe, vette klei	61.3	18.4	33	III	—	1.1	14.4
		152	50—100	slappe, vette klei	66.5	18.0	32	III	—	1.2	12.2
		153	100—150	slappe, vette klei	63.1	15.8	34	III	—	1.0	12.5
Kaartvak		154	150—200	slappe, vette klei	81.9	13.4	54	II	7.0	1.1	10.6
I 11.		155	200—225	slappe, vette klei	104.6	13.4	75	I	7.0	1.4	8.7
		156	225—250	vast veen	407.2	9.8	—	—	5.1	4.0	0
9.	28	157	0—50	slappe, vette klei-	69.2	20.2	38	III	—	1.4	16.3
		158	50—100	vaste, vette klei	82.2	20.7	61	I	—	1.7	18.2
Kaartvak		159	100—150	vaste, vette klei	78.5	20.4	60	II	—	1.6	18.6
K 2.		160	150—200	vaste, vette klei	85.3	18.8	59	II	—	1.6	15.0
		161	200—250	vaste, sterk zandige klei	22.5	26.7	12	IV	—	0.6	9.4
11.	29	162	0—20	zeer slappe, sterk zandige klei	68.5	20.4	19	IV	7.9	1.4	9.9
		163	20—50	slappe, vette klei met veensporen	142.1	20.4	75	I	7.5	2.9	9.
Kaartvak		164	50—100	slappe, vette klei	112.2	20.5	76	I	7.3	2.3	16.
J 3.		165	100—150	slappe, vette klei	111.3	19.8	69	I	—	2.2	16.
		166	150—200	slappe, vette klei	95.8	18.8	59	II	—	1.8	15.
		167	200—250	slappe, vette klei	84.9	16.5	48	II	—	1.4	16.

De droge stof bevat in procenten:						Kaart van Prof. van Bemmelen No.	Boring Prof. van Bemmelen 1880.				
Humus	Klei (1 + 2)	Fractie 3a.	Fractie 3b.	Fractie 4.	Zand (3a + 3b + 4).		Boring No.	No. van Bemmelen.	Diepte in c.M.	Omschrijving van de grondsoort bij de bemonstering.	Groep van Bemmelen.
45.4	42.9	2.8	3.1	1.4	7.3						
0	1.7	8.5	46.1	43.6	98.2			261	75—100	veenklei, geen koolzure kalk, enkele schelpstukjes	
0	1.6	7.6	44.6	46.1	98.3			262	100—125	veenachtige vette zavel, schelpstukjes, weinig koolzure kalk	
								263	125—150	veenachtige lichtere zavel, schelpstukjes, weinig koolzure kalk	
								264	150—200	bruin, veenhoudend zand, zonder koolzure kalk, enkele schelpstukjes. N.B. Geen dezer monsters is zuur.	
0.2	27.9	45.2	8.9	2.3	56.4	66	80	294	0—15	lichte klei, vol schelpen	3
0.7	27.8	50.1	7.2	0.8	58.1			295	15—50	klei, lichter, iets venig	
1.1	28.7	46.0	9.8	0.9	56.7	Bovengrond		296	50—100	klei	
1.0	47.2	36.4	3.4	0.3	40.1	lichte klei.		297	100—150	klei	
1.5	66.4	20.5	1.3	0.2	22.0						
61.4	25.2	7.2	1.6	0.6	9.4						
0.8	31.2	28.0	21.2	1.1	50.3	9	26	96	0—50	klei, zwaar	1
1.0	48.4	22.4	7.5	0.8	30.7						
0.7	47.8	24.1	6.3	0.9	31.3	Bovengrond					
0.3	49.4	21.0	10.8	1.9	33.7	zware klei.					
0.2	10.9	25.5	52.8	0.6	78.9						
2.0	16.9	25.8	43.1	0.9	69.8	11	27	97	0—100	klei	2
1.4	65.4	15.3	5.5	0.4	21.2			98	100—150	klei, veel schelpen	
0	62.2	18.2	1.0	0.1	19.3						
0.6	55.7	24.4	0.9	0.2	25.5	Bovengrond					
1.1	48.1	30.0	3.3	0.3	33.6	zware klei.					
0.8	38.6	36.9	5.1	0.4	42.4						

TABEL VI.

Kaart van Prof. van Bemmelen N°.	Boring 1927. Boring N°.	Wm N°.	Diepte in c.M.	Omschrijving van de grondsoort bij de bemonstering.	Grammen vocht per 100 gram droge stof in den oorspronkelijken toestand.	Grammen keukenzout (NaCl) per L. bodemvocht.	Grammen klei per 100 gram klei + zand.	Hoofdgroep.	pH.	Keukenzout.	Kool-zure kalk.
12.	30	168	0—20	zeer slappe, vette klei	72.5	18.0	33	III	7.8	1.3	12.4
		169	20—50	slappe, vette klei met veensporen	80.2	21.3	62	I	7.4	1.7	12.6
Kaartvak J 3.		170	50—100	slappe, vette klei	106.6	22.2	75	I	7.4	2.4	15.3
		171	100—150	slappe, vette klei	106.1	19.8	63	I	—	2.1	15.7
		172	150—200	slappe, vette klei, iets zandig	69.3	18.8	36	III	—	1.3	14.7
		173	200—250	slappe, vette klei, nog zandiger	59.4	18.5	29	III	—	1.1	13.6
75.	31	174	0—50	slappe, sterk zandige klei	46.1	19.5	21	III	—	0.9	11.1
		175	50—100	slappe, sterk zandige klei	52.7	19.0	26	III	—	1.0	10.3
Kaartvak J 4.		176	100—125	slappe, sterk zandige klei	51.2	17.6	19	IV	—	0.9	12.0
		177	125—150	slibhoudend zand met kleilaag	38.4	15.6	12	IV	—	0.6	9.2
		178	150—200	slibhoudend zand met kleilaag	35.2	17.0	12	IV	—	0.6	8.4
		179	200—250	slibhoudend zand met kleilaag	38.9	15.4	13	IV	—	0.6	8.4
76.	32	180	0—60	slappe, sterk zandige klei	37.9	15.8	15	IV	7.6	0.6	9.9
		181	60—100	slappe, zeer sterk zandige klei	22.9	21.8	10	V	7.8	0.5	7.8
Kaartvak J 6.		182	100—150	slappe, nog zandiger klei	32.7	21.4	7	V	7.7	0.7	6.7
		183	150—200	slappe, sterk zandige klei	33.3	18.0	11	IV	7.6	0.6	7.5
		184	200—250	slappe, sterk zandige klei	29.9	16.7	10	V	7.6	0.5	6.9
78.	33	185	0—50	slappe, sterk zandige klei	34.2	18.4	14	IV	7.7	0.6	9.
		186	50—80	slappe, sterk zandige klei	36.4	19.2	16	IV	7.5	0.7	8.
Kaartvak K 7.		187	80—100	zeer sterk zandige klei	32.9	18.2	12	IV	—	0.6	6.

De droge stof bevat in procenten:						Kaart van Prof. van Bemmelen No.	Boring Prof. van Bemmelen 1880.				
Humus	Klei (1 + 2)	Fractie 3a.	Fractie 3b.	Fractie 4.	Zand (3a + 3b + 4).		Boring No.	No. van Bemmelen.	Diepte in c.M.	Omschrijving van de grondsoort bij de bemonstering.	Groep van Bemmelen.
0.6	28.5	35.5	20.2	1.5	57.2	12	30	107	0—50	klei, zwaar, iets veenachtig, schelpjes	1
0	53.1	27.7	4.5	0.4	32.6						
0.1	61.5	18.9	1.6	0.2	20.7			108	50—100	klei, zwaar, iets veenachtig, schelpjes	
0.6	51.6	28.1	1.6	0.3	30.0	Bovengrond zware klei.		109	100—150	klei, zwaar, iets veenachtig, schelpjes	
0.7	29.8	40.0	12.7	0.8	53.5						
0.6	24.9	38.7	19.9	1.2	59.8						
0.4	18.5	18.9	45.2	5.0	69.1	75	18	68	0—6	zeezand met slib	
0.4	23.0	19.2	38.8	7.3	65.3			69	6—50	vette zavel	4
0.3	16.5	36.6	28.8	4.9	70.3			70	50—100	zavel	4 à 5
0.2	10.8	18.1	48.5	12.6	79.2	Bovengrond zavel.		71	100—150	zeezand, nog slibhoudend	
0.2	11.2	11.5	61.4	6.7	79.6			72	150—200	lichter zavel	
0.3	12.1	14.5	56.1	8.0	78.6						
0.2	13.5	30.3	43.6	1.9	75.8	76	42	152	0—50	lichte klei	3
0.1	8.9	13.5	60.1	9.1	82.7			153	50—100	vette zavel	
0.2	6.7	6.5	64.7	14.5	85.7	Bovengrond zavel.		154	100—150	lichter zavel (dun)	
0.3	9.9	8.1	62.4	11.2	81.7			155	150—200	lichter klei	
0.2	9.3	6.0	59.2	17.9	83.1						
0.1	12.8	24.5	44.8	8.2	77.5	78	44	159	0—50	vette zavel, schelpjes	4
0.6	14.1	18.7	51.0	6.7	76.4			160	50—100	vette zavel, minder schelpjes	
0.2	11.5	10.5	52.0	18.4	80.9	Bovengrond zavel.		161	100—150	lichte zavel, enkele schelpjes	5

TABEL VI.

Kaart van Prof. van Bemmelen N°.	Boring 1927. Boring N°.	Wm N°.	Diepte in c.M.	Omschrijving van de grondsoort bij de bemonstering.	Grammen vocht per 100 gram droge stof in den oorspronkelijken toestand.	Grammen keukenzout (NaCl) per L. bodemvocht.	Grammen klei per 100 gram klei + zand.	Hoofdgroep.	pH.	Keukenzout.	Kool zure kalk
		188	100—130	zeer sterk slibhoudend zand	33.6	17.9	7	V	—	0.6	6.3
		189	130—150	slappe, sterk zandige klei	32.3	15.5	14	IV	—	0.5	7.4
		190	150—200	slappe, sterk zandige klei	33.4	15.0	14	IV	—	0.5	7.5
		191	200—250	slappe, sterk zandige klei	32.9	15.2	13	IV	—	0.5	8.(
80.	34	192	0—50	slappe, zandige klei	52.5	19.0	29	III	—	1.0	11.1
		193	50—100	slappe, zandige klei	57.9	19.0	31	III	—	1.1	10.5
Kaartvak		194	100—150	fijn zand	25.0	16.0	3	V	—	0.4	6.(
K 8.		195	150—200	fijn zand	26.2	15.3	5	V	—	0.4	6.(
		196	200—250	fijn zand	25.0	16.0	4	V	—	0.4	6.(
40.	35	197	0—50	slappe, vette klei met veensporen	145.1	18.6	89	I	6.6	2.7	3.(
		198	50—100	slappe, vette klei met veensporen	173.6	17.3	92	I	3.1	3.0	0
Kaartvak		199	100—130	slappe, vette klei met veensporen	218.0	17.0	94	I	2.8	3.7	0
J 9.		200	130—170	slappe, sterk zandige klei	43.3	13.9	15	IV	7.1	0.6	5
		201	170—200	slappe, vette klei met veensporen	73.7	9.5	40	I	7.2	0.7	3
		202	200—250	slappe, vette klei met veensporen	86.4	8.1	50	II	6.9	0.7	7
15.	36	203	0—50	slappe, vette klei	95.5	18.9	68	I	7.6	1.8	10
		204	50—100	slappe, vette klei	135.5	19.9	85	I	7.0	2.7	5
Kaartvak		205	100—150	slappe, vette klei	89.0	19.1	76	I	—	1.7	6
L 2.		206	150—200	slappe, vette klei	74.5	17.4	56	II	—	1.3	11
		207	200—250	slappe, vette klei	53.0	17.0	34	III	—	0.9	9
14.	37	208	0—50	slappe, vette klei	102.8	19.5	69	I	—	2.0	1(
		209	50—100	slappe, vette klei	93.6	21.4	62	I	—	2.0	1
Kaartvak		210	100—150	slappe, vette klei	95.6	20.9	52	II	—	2.0	1
K 4.		211	150—190	slappe, vette klei	76.8	20.9	42	II	—	1.6	1
		212	190—250	grijs zand	30.6	19.6	8	V	—	0.6	

De droge stof bevat in procenten:						Kaart van Prof. van Bemmelen No.	Boring Prof. van Bemmelen 1880.				
Humus	Klei (1 + 2)	Fractie 3*a*.	Fractie 3*b*.	Fractie 4.	Zand (3*a* + 3*b* + 4).		Boring No.	No. van Bemmelen.	Diepte in c.M.	Omschrijving van de grondsoort bij de beoonstering.	Groep van Bemmelen.
0.3	6.8	7.0	57.0	22.0	86.0			162	150—200	lichte zavel, enkele schelpjes	
0.4	13.0	11.2	51.5	16.0	78.7			163	200—250	lichtste zavel	
0.3	12.6	11.7	54.9	12.1	78.7						
0.1	12.2	9.6	63.5	6.1	79.2						
0	25.6	23.5	33.7	5.1	62.3	80	47	171	0—50	vette zavel à lichte klei	4 à 3
0	27.9	20.1	34.9	5.7	60.7			172	50—70	vette zavel à lichte klei	
0	2.9	1.6	59.8	28.9	90.3	Bovengrond		172*bis*	70—100	zavel	
0	4.6	2.9	56.0	29.5	88.4	zavel.		173	100—150	lichte zavel	5
0	3.9	2.4	59.8	26.8	89.0			174	150—200	zeezand met slib	
4.5	79.3	7.4	1.4	1.4	10.2	40	74	265	0—50	veenklei, zwaar, zonder koolzure kalk	1
11.0	79.5	4.3	1.5	0.7	6.5	Bovengrond		266	50—100	idem	
14.1	77.2	4.0	0.9	0.1	5.0	zware klei.		267	100—150	veenachtige klei, zwaar;	
0.7	14.2	42.0	36.8	0.6	79.4					N.B. veel koolzure kalk	
2.0	36.9	45.3	8.8	0.6	54.7						
2.5	45.2	39.6	4.6	0.4	44.6						
0.4	59.3	22.6	4.9	0.4	27.9	15	32	113	0— 50	klei	2
1.2	77.9	12.0	0.9	0.2	13.1	Bovengrond		114	50—100	idem	
0.1	69.8	20.9	0.5	0.1	21.5	zware klei.		115	100—150	klei, iets veenhoudend	
0	48.6	35.0	3.3	0.1	38.4						
0.1	30.3	43.7	15.8	0.2	59.7						
0	56.7	22.4	3.3	0.3	26.9	14	31	110	0— 50	klei, vrij zwaar, bovenop veenhoudend	1
0	51.5	25.4	6.3	0.2	31.9	Bovengrond		111	50—100	klei, vrij zwaar	
0.4	43.0	30.0	9.1	0.6	39.7	zware klei.		112	100—125	klei, wordt lichter	
0.3	35.4	31.0	15.7	1.6	48.3			112*bis*	125—150	lichte klei	
0	7.3	6.7	57.8	20.2	84.7						

TABEL VI.

Kaart van Prof. van Bemmelen N°.	Boring 1927. Boring N°.	Wm N°.	Diepte in c.M.	Omschrijving van de grondsoort bij de bemonstering.	Grammen vocht per 100 gram droge stof in den oorspronkelijken toestand.	Grammen keukenzout (NaCl) per L. bodemvocht.	Grammen klei per 100 gram klei + zand.	Hoofdgroep.	pH.	Keukenzout.	Koolzure kalk.
13.	38	213	0—50	slappe, zandige klei	60.8	19.7	43	II	—	1.2	13.4
		214	50—100	slappe, vette klei	75.3	21.3	47	II	—	1.6	13.4
		215	100—150	slappe, vette klei	88.8	21.4	55	II	—	1.9	13.6
Kaartvak		216	150—170	slappe, vette klei	99.8	22.0	60	II	—	2.2	13.9
K 4.		217	170—195	slappe, sterk zandige klei	48.7	22.6	29	III	—	1.1	12.1
		218	195—250	grijs zand	29.3	20.5	6	V	—	0.6	6.2
16.	39	219	0—50	slappe, vette klei	81.2	20.9	52	II	—	1.7	21.1
		220	50—100	slappe, vette klei	99.0	15.2	52	II	—	1.5	20.0
Kaartvak		221	100—150	slappe, vette klei	111.9	14.3	64	I	—	1.6	21.
M 2.		222	150—200	slappe, vette klei	90.8	16.5	51	II	—	1.5	20.
		223	200—250	slappe, vette klei	104.4	15.3	61	I	—	1.6	20.
20.	40	224	0—50	slappe, vette klei	77.6	18.6	46	II	7.6	1.4	16.
		225	50—100	slappe, vette klei	72.4	18.1	47	II	7.9	1.3	14.
		226	100—150	slappe, vette klei	99.1	15.0	73	I	—	1.5	6.
Kaartvak		227	150—200	slappe, vette klei	87.3	12.6	72	I	—	1.1	10.
M 4.		228	200—250	slappe, vette klei	109.0	11.9	78	I	—	1.3	4.
21.	41	229	0—50	slappe, vette klei	81.0	19.8	70	I	7.2	1.6	2.
		230	50—100	slappe, vette klei	73.0	17.8	58	II	—	1.3	2.
		231	100—150	vaste, sterk zandige klei	39.3	17.8	17	IV	—	0.7	2.
Kaartvak M 5—6.		232	150—200	slappe, zeer sterk zandige klei	44.2	15.2	19	IV	—	0.7	6.
		233	200—250	slappe, zeer sterk zandige klei	44.9	15.6	19	IV	—	0.7	6.
25.	42	234	0—50	zeer sterk, slibhoudend zand	37.4	18.7	8	V	—	0.7	
		235	50—70	sterk slibhoudend zand	34.7	20.2	7	V	—	0.7	
Kaartvak		236	70—100	grijs zand	25.0	24.0	2	V	—	0.6	
M 7.		237	100—150	grijs zand	22.3	22.4	2	V	—	0.5	
		238	150—200	grijs zand	21.3	23.5	2	V	—	0.5	
		239	200—250	grijs zand	23.1	21.6	2	V	—	0.5	

De droge stof bevat in procenten:						Kaart van Prof. van Bemmelen No.	Boring Prof. van Bemmelen 1880.				
Humus	Klei (1 + 2)	Fractie 3a.	Fractie 3b.	Fractie 4.	Zand (3a + 3b + 4).		Boring No.	No. van Bemmelen.	Diepte in c.M.	Omschrijving van de grondsoort bij de bemonstering.	Groep van Bemmelen.
0.1	37.1	38.5	8.5	1.2	48.2	13	33	116	0— 50	klei, veel groote schelpstukjes	2
0.5	39.9	35.4	8.4	0.8	44.6			117	50—100	klei, lichter	
0.1	46.0	31.1	6.5	0.8	38.4	Bovengrond zware klei.		118	100—150	klei	
0.1	50.5	28.0	4.7	0.6	33.3			119	150—200	zavel, vet	
0	24.8	23.5	36.2	2.3	62.0			120	200—250	zavel, licht	
0	5.7	4.3	39.0	44.2	87.5			121	250—300	zeezand met slib of lichtste zavel, schelpjes	
0.5	39.8	34.6	2.2	0.1	36.9	16	6	17	0— 50	klei	2
1.6	40.1	34.0	2.7	0.1	36.8	Bovengrond		18	50—100	klei, als no. 17	
1.5	48.4	23.3	3.7	0.1	27.1	zware klei.		19	100—150	klei, idem	
1.2	39.0	34.3	3.5	0.3	38.1			20	150—200	klei, zwaar	1
1.7	46.4	26.4	3.0	0.1	29.5			21	200—250	klei, zwaar	1
0	3.77	34.0	10.0	0.7	44.7	20	7	22	0— 50	klei met schelpen	2
0.8	39.4	35.2	8.7	0.4	44.3	Bovengrond		23	50—100	klei met schelpen	
2.0	65.5	20.9	3.1	0.2	24.2	zware klei.		24	100—150	klei, zwaar (iets veen-houdend)	1
0.6	63.0	22.5	2.1	0.3	24.9			25	150—180	idem	
1.8	72.4	18.6	1.7	0.2	20.5						
0.3	67.2	24.1	4.1	0.4	28.6	21	8	26	0— 50	klei, vrij zwaar, schelpjes	1
0	55.9	28.1	11.2	1.0	40.3	Bovengrond		27	50—100	idem	
0.6	16.3	15.8	62.6	1.5	79.9	zware klei.		28	100—150	idem	1
0.3	18.0	16.7	56.6	1.6	74.9						
0.7	17.8	17.1	55.8	1.4	74.3						
0.3	7.4	9.3	66.2	6.3	81.8	25	9	29	0— 50	klei, zwaar	1
0	6.3	12.7	64.7	5.9	83.3			30	50—100	klei, lichter	
0	2.3	3.2	54.1	34.7	92.0	Bovengrond zware klei.		31	100—150	klei (iets veen-houdend) als no. 30	
0	1.8	1.2	55.7	37.3	94.2			32	150—200	idem	2
0	1.7	1.2	52.8	40.2	94.2						
0	2.1	1.9	65.8	24.6	92.3						

TABEL VI.

Kaart van Prof. van Bemmelen N°.	Boring 1927. Boring N°.	Wm N°.	Diepte in c.M.	Omschrijving van de grondsoort bij de bemonstering.	Grammen vocht per 100 gram droge stof in den oorspronkelijken toestand.	Grammen keukenzout (NaCl) per L. bodemvocht.	Grammen klei per 100 gram klei + zand.	Hoofdgroep.	pH.	Keukenzout.	Koolzure kalk.
26.	43	240	0—50	slappe, sterk zandige klei	45.4	19.9	21	III	—	0.9	12.2
		241	50—100	slappe, sterk zandige klei	49.5	20.2	23	III	—	1.0	12.1
Kaartvak L 8.		242	100—150	slappe, sterk zandige klei	51.2	19.5	24	III	—	1.0	11.9
		243	150—200	slappe, sterk zandige klei	51.1	19.6	24	III	—	1.0	12.1
		244	200—250	slappe, sterk zandige klei	51.3	21.4	23	III	—	1.1	12.6
55.	44	245	0—45	slappe, vette klei	90.5	19.9	58	II	—	1.8	12.1
		246	45—75	slappe, vette klei met zandlaagjes	60.4	19.9	28	III	—	1.2	10.5
Kaartvak M 9.		247	75—100	slappe, vette klei	106.3	19.8	58	II	—	2.1	12.6
		248	100—150	slappe klei met zandl.	72.4	18.0	32	III	—	1.3	11.3
		249	150—200	slappe klei met zandl.	50.7	17.7	18	IV	—	0.9	8.8
		250	200—250	grijs zand	31.5	15.9	6	V	—	0.5	6.5
56.	45	251	0—50	slappe, zandige klei met zandlaagjes	70.6	17.1	35	III	—	1.2	15.
		252	50—70	slappe, zandige klei met zandlaagjes	67.2	17.1	33	III	—	1.1	15.
Kaartvak M 11.		253	70—100	slappe, zandige klei met zandlaagjes	56.5	15.8	22	III	—	0.9	14.
		254	100—150	slappe, zandige klei met zandlaagjes	58.6	15.4	22	III	—	0.9	14.
		255	150—200	slappe, zandige klei met zandlaagjes	63.9	14.1	24	III	—	0.9	13.
		256	200—250	slappe, zandige klei met zandlaagjes	65.2	12.4	24	III	—	0.8	13.
24.	46	257	0—30	slappe, vette klei	143.9	17.0	82	I	6.8	2.5	9.
		258	30—60	slap veen	429.4	20.0	—	—	4.4	8.6	
Kaartvak N 6.		259	60—100	slappe, vette klei	126.2	18.6	79	I	7.2	2.3	14.

De droge stof bevat in procenten:						Kaart van Prof. van Bemmelen No.	Boring Prof. van Bemmelen 1880.				
Humus	Klei (1 + 2)	Fractie 3a.	Fractie 3b.	Fractie 4.	Zand (3a + 3b + 4).		Boring No.	No. van Bemmelen.	Diepte in c.M.	Omschrijving van de grondsoort bij de bemonstering.	Groep van Bemmelen.
0.1	17.8	45.9	20.0	3.1	69.0	26	15	56	0— 50	klei	2
0.5	19.5	42.5	24.2	0.2	66.9	Bovengrond zware klei.		57	50—100	klei, weinig lichter als 56	
0.6	20.6	33.9	31.3	0.7	65.9			58	100—150	klei als 57	
0.6	20.7	35.2	30.0	0.4	65.6						
0.4	19.8	35.6	29.7	0.8	66.1						
0.7	49.7	20.6	12.0	3.1	35.7	55	10	33	0— 50	klei, lichter, veel schelpen boven	3
0	24.9	15.7	45.6	2.1	63.4	Bovengrond lichte klei.		34	50—100	klei, licht	3
1.7	48.4	22.1	11.7	1.4	35.2			35	100—180	zavel	
1.3	27.7	33.8	23.4	1.2	58.4						
0.7	16.1	10.0	59.3	4.2	73.5						
0	5.5	2.8	75.2	9.5	87.5						
0.9	28.6	45.4	8.6	0.1	54.1	56	83	306	0— 50	zavel, vol schelpjes	4
1.0	27.5	47.1	7.6	0.5	55.2	Bovengrond zavel.		307	50—100	klei, lichtste, iets veenachtig, vol schelpen	
1.5	18.5	54.9	9.3	0.2	64.4						
1.9	17.9	46.4	17.9	0.5	64.8			308	100—150	klei, iets veenachtig	
2.2	20.3	44.7	17.7	0.3	62.7						
1.9	19.9	46.9	16.6	0.3	63.8						
1.8	70.6	10.3	3.6	1.5	15.4	24	87	325	0— 50	veenachtige klei, vol schelpen	1
43.8	36.6	3.4	4.3	1.9	9.6			326		veen, kleihoudend, vol schelpstukjes	
0.2	65.8	16.7	0.6	0.3	17.6	Bovengrond zware klei.		327		veenklei, zwaar, eenige koolzure kalk en veel schelpstukjes	
								328	50—100	veenachtige klei, zwaar (N.B. veel koolzure kalk)	

TABEL VI.

Kaart van Prof. van Bemmelen N°.	Boring 1927. Boring N°.	Wm N°.	Diepte in c.M.	Omschrijving van de grondsoort bij de bemonstering.	Grammen vocht per 100 gram droge stof in den oorspronkelijken toestand.	Grammen keukenzout-(NaCl) per L. bodemvocht.	Grammen klei per 100 gram klei + zand.	Hoofdgroep.	pH.	Keukenzout.	Koolzure kalk.
		260	100—150	slappe, vette klei	132.9	15.8	74	I	7.0	2.1	15.2
		261	150—200	slappe, vette klei, iets zand	73.4	13.6	49	II	6.9	1.0	8.8
		262	200—250	slappe, vette klei, iets zand	90.4	14.4	54	II	7.0	1.3	10.9
29.	47	263	0—50	slappe, vette klei met veensporen	127.3	18.5	84	I	7.2	2.3	11.4
		264	50—100	slappe, vette klei met veensporen	129.9	17.7	82	I	6.8	2.3	3.2
Kaartvak O 8—9.		265	100—150	slappe, vette klei met veensporen	114.8	14.8	78	I	6.7	1.7	7.9
		266	150—200	slappe, vette klei met veensporen	139.7	15.8	83	I	6.6	2.2	7.6
		267	200—250	slappe, vette klei met veensporen	133.4	12.7	88	I	5.4	1.7	0.5
31.	48	268	0—45	slappe, vette klei	70.1	18.5	51	II	7.5	1.3	19.3
		269	55—100	slappe, vette klei	95.7	17.8	68	I	7.2	1.7	12.0
Kaartvak M 9.		270	100—150	tamelijk vaste klei met veensporen	137.5	16.0	89	I	4.5	2.2	0
		271	150—180	tamelijk vaste klei met veensporen	123.4	15.4	77	I	6.1	1.9	0.6
		272	180—200	slappe, sterk zandige klei	45.8	13.1	27	III	7.2	0.6	4.9
		273	200—250	slappe, sterk zandige klei	49.4	14.2	25	III	7.2	0.7	5.1
32.	49	274	0—30	vast veen	195.9	17.1	86	I	7.1	3.4	5
		275	30—50	tamelijk vaste klei met veensporen	104.1	17.7	80	I	7.2	1.8	7
Kaartvak M 10.		276	50—90	tamelijk vaste klei met veensporen	110.1	18.2	81	I	6.6	2.0	9
		277	90—150	vaste, vette klei met veensporen	98.7	16.2	75	I	7.2	1.6	13

De droge stof bevat in procenten:						Kaart van Prof. van Bemmelen No.	Boring Prof. van Bemmelen 1880.				
Humus	Klei (1 + 2)	Fractie 3a.	Fractie 3b.	Fractie 4.	Zand (3a + 3b + 4).		Boring No.	No. van Bemmelen.	Diepte in c.M.	Omschrijving van de grondsoort bij de bemonstering.	Groep van Bemmelen.
1.3	60.5	19.9	0.8	0.2	20.9			329	100—150	klei, eenigszins veenachtig, zwaar	
0.4	43.8	27.3	18.0	0.7	46.0						
0.7	47.4	28.3	10.9	0.5	39.7						
0.2	72.7	9.7	2.6	1.1	13.4	29	11	37	0—10	zandlaagje met slib	
1.3	76.3	15.8	0.7	0.4	16.9			38	10— 50	klei, een enkele schelp	1
0	70.9	18.1	1.2	0.2	19.5	Bovengrond zware klei.		39	50— 60	veen	
0.1	75.1	14.2	0.6	0.2	15.0			40	60— 80	blauwe klei, zwaar	
6.4	80.4	10.5	0.4	0.1	11.0			41	80—100	idem	1
								42	100—150	idem, wat lichter	
0	40.2	37.5	1.5	0.2	39.2	31	12	43	0— 5	zand	
0.8	58.2	25.6	1.5	0.2	27.3			44	5— 30	klei en veen	
9.1	79.2	8.6	0.7	0.2	9.5	Bovengrond zware klei.		45	30— 50	klei, zwaar, iets veenachtig (minder koolzure kalk)	
6.4	69.9	16.2	4.8	0.2	21.2			46	50—100	idem, (veel koolzure kalk)	
0.2	25.3	39.1	29.3	0.6	69.0			47	100—150	klei, zwaar	
0.3	23.8	40.2	29.0	0.9	70.1			48	150—200	klei, stijf, veenachtig (weinig koolzure kalk). De kleilaag beneden 30 is waarschijnlijk blauwe klei, althans zeker de onderste	
16.5	64.3	7.4	1.9	0.7	10.0	32	14	53	0— 50	zware klei	1
0	72.7	17.4	0.2	0.1	17.7				50— 60	veenklei	
3.4	76.5	16.8	0.5	0.1	17.4	Bovengrond zware klei.		54	60—100	zware klei, veenachtig (weinig koolzure kalk)	
0	64.1	19.7	1.2	0.1	21.0			55	100—150	zware klei (eenige koolzure kalk)	

TABEL VI.

Kaart van Prof. van Bemmelen N°.	Boring 1927. Boring N°.	Wm N°.	Diepte in c.M.	Omschrijving van de grondsoort bij de bemonstering.	Grammen vocht per 100 gram droge stof in den oorspronkelijken toestand.	Grammen keukenzout-(NaCl) per L. bodemvocht.	Grammen klei per 100 gram klei + zand.	Hoofdgroep.	pH.	Keukenzout.	Koolzure kalk.
		278	150—200	vaste, vette klei met veensporen	81.9	14.6	62	I	8.1	1.2	9.8
		279	200—250	vaste, vette klei met veensporen	117.3	12.8	84	I	7.4	1.5	3.0
18.	50	280	0—50	slappe, vette klei	79.2	15.8	67	I	7.7	1.3	7.0
		281	50—70	slappe, vette klei	74.9	16.0	67	I	7.8	1.2	9.3
		282	70—100	slappe, zandige klei	46.9	19.2	28	III	7.8	0.9	11.5
Kaartvak O 4.		283	100—150	slappe, zandige klei	77.1	18.2	55	II	—	1.4	6.2
		284	150—200	slappe, zandige klei	51.0	19.6	35	III	—	1.0	7.4
		285	200—250	slappe, nog zandiger klei	49.3	18.3	24	III	—	0.9	8.5
28.	51	286	0—50	slappe, vette klei	110.7	17.2	71	I	7.4	1.9	17.9
		287	50—100	slappe, vette klei	130.9	18.4	84	I	7.2	2.4	15.6
		288	100—150	slappe, vette klei	122.7	18.1	78	I	7.2	2.2	14.9
Kaartvak P 8.		289	150—200	slappe, vette klei met veensporen	133.7	14.2	82	I	4.8	1.9	0
		290	200—250	slappe, vette klei met veensporen	136.5	13.2	82	I	5.9	1.8	0.6

De droge stof bevat in procenten:						Kaart van Prof. van Bemmelen No.	Boring Prof. van Bemmelen 1880.				
Humus	Klei (1 + 2)	Fractie 3*a*.	Fractie 3*b*.	Fractie 4.	Zand (3*a* + 3*b* + 4).		Boring No.	No. van Bemmelen.	Diepte in c.M.	Omschrijving van de grondsoort bij de bemonstering.	Groep van Bemmelen.
0.8	54.5	29.8	3.7	0.2	33.7						
2.5	78.1	14.3	0.5	0.1	14.9						
0.1	61.6	26.7	3.0	0.3	30.0	18	35	126	0— 20	veenklei met een weinig koolzure kalk	
0.2	59.4	26.0	3.5	0.4	29.9	Bovengrond zware klei.		126*bis*	20— 50	veenachtige klei (N.B. toch met koolzure kalk)	2
0.7	24.4	38.6	23.6	0.3	62.5			127	50— 90	klei	
0	50.7	27.9	13.2	0.6	41.7			128	90—120	veenachtige klei overgaande in lichte klei	
0.3	32.2	30.3	28.4	0.4	59.1						
0.3	21.4	22.4	44.7	1.8	68.9						
0.1	56.5	22.4	1.1	0.1	23.6	28	36	129	0— 50	zware klei	1
0	68.7	12.7	0.5	0.1	13.3	Bovengrond			50— 70	veen	
0.1	64.9	16.9	0.6	0.4	17.9	zware klei.		130	70—100	veenachtige klei (N.B. veel koolzure kalk)	
7.1	75.1	15.3	0.5	0.1	15.9			131	100—150	zware, blauwe klei, wat veenhoudend	
4.9	76.3	15.8	0.4	0.2	16.4			132	150—200	idem	

veenachtig, geen schelpen". In de twintigste kolom is, onder het nummer van de kaart, nog het type van den bovengrond volgens van Bemmelen vermeld; dat is dus op kaartplek N°. 1: zware klei. Ten slotte is in de laatste kolom van Tabel VI het nummer van de groep volgens de indeeling van van Bemmelen opgenomen, voor zoover deze door van Bemmelen in zijn tabellen is aangegeven. Het grondmonster van van Bemmelen N°. 246 behoort dus tot Hoofdgroep 1 van Bemmelen, dat zijn „zware kleigronden" (zie blz. 195).

Nog een enkele opmerking over het onderste monster van de eerste boring, grondmonster N°. Wm 7. Dit bevat 69,2 % organische stof en slechts 22,5 % klei en 4,7 % zand. Van dit monster zijn de kolommen 8 en 9 niet ingevuld; de indeeling in de 5 Hoofdgroepen (I t/m V) heeft alleen op de minerale gronden betrekking en N°. Wm 7 is als een veengrond op te vatten, al blijkt dit veen dan ook nog met 22,5 + 4,7 = 27,2 % zwaren kleigrond vermengd te zijn. Het blijft natuurlijk altijd moeilijk een scheiding tusschen de minerale gronden en de meer venige gronden te maken. Tusschen deze twee typen zouden nog als derde type de sterk humushoudende klei-zandgronden geplaatst moeten worden. Hiertoe ware bijv. Wm N°. 80 te rekenen, met 23,5 % humus, 20,7 % klei en 46,2 % zand, dat is dus 30 deelen klei tegen 70 deelen zand. Deze grond ware nog tot Hoofdgroep III met veel humus te rekenen. De cijfers 30 en III zijn evenwel niet in de Tabel VI opgenomen.

In het vorige Hoofdstuk is een vergelijking van de resultaten van van Bemmelen en van het Bodemkundig Instituut Groningen gegeven. Hier volgt thans een bespreking van de Groninger cijfers.

Reeds bij het doorbladeren van de Hoofdtabel VI blijkt er een groote afwisseling in het onderzochte materiaal te bestaan. Men treft, zoowel in de bovenste als de diepere lagen, de drie hierboven genoemde typen aan: minerale gronden, sterk humushoudende gronden en meer venige gronden tot veengronden. En onder de minerale gronden komen in alle lagen vertegenwoordigers van de 5 Hoofdgroepen (I t/m V), van zeer zware kleigronden tot vrijwel zuivere zandgronden voor. Verder treft men aan gronden met en zonder koolzure kalk; naast lagen, die tot op 250 c.M. diepte nog rijk aan koolzure kalk zijn, komen plekken voor, waar het geheele profiel tot op 250 c.M. diepte vrij van dit bestanddeel is. De reactie van de onderzochte gronden ligt tusschen zeer sterk zuur (pH = 2,8) en zwak alcalisch (tot pH = ongeveer 8,0) in.

Het heeft een heele studie vereischt, om in dit zoo heterogene materiaal eenig systeem te brengen en er eenige conclusie's uit te trekken. Naar volledigheid is niet gestreefd; ik heb mij tot de hoofdzaken beperkt.

Watergehalte van het oorspronkelijke grondmonster.

De gehalten aan water in het oorspronkelijke grondmonster liggen tusschen 16 gram en 467 gram en voor de bovengronden alleen tusschen 18 gram en 429 gram water per 100 gram droge stof. In groote trekken kan gezegd worden, dat dit gehalte grooter wordt, naarmate de gehalten aan klei en vooral aan humus stijgen, wat uit het volgende overzicht, dat

alleen op de bovengronden betrekking heeft, blijken kan. Het aantal plekken in Tabel VII is totaal 59 (inplaats van 51), omdat sommige plekken, waar de bovenlaag tot 50 c.M. diepte uit twee lagen bestond, dubbel genomen zijn. In deze tabel zijn mede het berekende volumegewicht en de mogelijke inklinking opgenomen (Tabel VII).

Gemiddeld bevatten dus de bovengronden van Hoofdgroep I (zeer zware kleigronden) 114 gram water per 100 gram droge stof; het laagste

TABEL VII. Bovengronden.

Hoofdgroep resp. Type.	Aantal plekken.	Grammen water per 100 gram drogen grond.	Berekend volumegewicht.	Mogelijke inklinking.
I	17	gem. 114 (79—145)	gem. 0.66 (0.85—0.54)	gem. 53 (68—43)
II	11	gem. 83 (61—96)	gem. 0.82 (1.01—0.74)	gem. 66 (81—59)
III	10	gem. 57 (44—73)	gem. 1.05 (1.21—0.90)	gem. 84 (97—72)
IV	7	gem. 39 (34—41)	gem. 1.29 (1.38—1.26)	praktisch geen inklinking
V	10	gem. 29 (18—40)	gem. 1.48 (1.77—1.27)	praktisch geen inklinking
Humusrijke gronden	2	gem. 184 (172—196)	De boven gevolgde berekening (aangenomen soortelijk gewicht = 2.6 en eindvolumegewicht = 1.25) is op de gronden van deze beide typen niet van toepassing.	
Venige gronden	2	gem. 399 (369—429)		

In Hoofdgroep IV is één plek (boring 29) met sterk afwijkende cijfers (69 gram water, 20 gram keukenzout per liter bodemvocht en 1,4 % keukenzout op droge stof) niet in de berekening opgenomen.

gehalte is 79 gram en het hoogste gehalte 145 gram water. Hoewel de cijfers in Hoofdgroep I onderling dus nog vrij groote verschillen vertoonen, heb ik toch gemeend wel een gemiddeld watergehalte te mogen berekenen. Deze opmerking geldt ook voor de overige groepen. Naarmate het kleigehalte daalt, neemt ook het watergehalte af; de zandige gronden van Hoofdgroep V bevatten nog slechts gemiddeld 29 gram per 100 gram drogen grond (minimum 18 en maximum 40). Hierbij zij opgemerkt, dat geen van deze gronden meer dan 4,5 % humus bevat. Dat vooral het humusgehalte van grooten invloed op het watergehalte is, blijkt uit de hooge cijfers van de humusrijke en de venige gronden (gemiddeld 184 en 399 gram water per 100 gram droge stof). De vrij groote onderlinge verschillen tusschen de minimale en de maximale waarden in elke groep houden ook, althans grootendeels, met verschillen in de gehalten aan klei en humus verband. Zoo bevat het monster Wm N°. 197 met 79,3 % klei en 4,5 % humus 145,1 gram water en het monster Wm N°. 280 met 61,6 % klei en 0,1 % humus slechts 79,2 gram water.

De slikgronden in den Andijker Proefpolder hebben bij het droogkomen hoogere gehalten aan water bevat en wel gemiddeld 172,2 gram water per 100 gram droge stof in de slikgronden benoorden de maalsloot in 1927, welk gemiddeld gehalte in het voorjaar 1928 reeds tot 142,5 gram gedaald was (22). Deze Andijker slikgronden bevatten gemiddeld ongeveer 3,5 % humus en 61 % klei (73 deelen klei op klei plus zand = 100) en zijn dus vrij goed met de zeer zware, humusarme bovengronden van Hoofdgroep I uit het Wieringermeer, die gemiddeld slechts 114 gram water per 100 gram drogen grond bevatten, te vergelijken. Dit cijfer komt meer met het hoogste watergehalte van den zwaarsten ondergrond uit den Andijker proefpolder overeen (zie aldaar, Tabel VII, N°. An 71, met 108,4 gram water). Blijken de Wieringermeergronden bij het droogkomen inderdaad minder water te bevatten, dan zullen zij — onder overigens gelijke omstandigheden (afwatering, weersgesteldheid) — binnen korteren tijd begaanbaar en te bewerken zijn, dan de slikgronden in den Andijker proefpolder.

Inklinking.

Met het vochtgehalte houdt de inklinking, die de gronden nà het droogkomen zullen kunnen ondergaan, verband. In mijn vorige verhandeling (23) is de mogelijke inklinking van de jonge Andijker gronden berekend door hun volumegewicht met 80 te vermenigvuldigen. Uit den aard der zaak is het volumegewicht van de gronden uit het Wieringermeer tot nu toe nog niet bepaald kunnen worden. Toch kan het volumegewicht met behulp van het vochtgehalte wel bij benadering worden berekend. Als voorbeeld neem ik Wm N°. 197 met 145,1 gram water op 100 gram drogen grond. Ik onderstel, dat de poriën van den grond in dezen toestand geheel met water gevuld zijn en dat het soortelijk gewicht van den grond 2,6 bedraagt, zoodat dus 100 gram drogen grond een volume innemen van 100 : 2,6 = 38,5 c.M³. Per 38,5 c.M³. droge stof komt voor 145,1 c.M³. water. Een volume natte grond van (38,5 + 145,1) = 183,6 c.M³. bevat dus 100 gram droge stof; het volumegewicht is dus 100 : 183,6 = 0,54.

Bij uitdrogen van dezen natten grond, vermindert het vochtgehalte en wordt dientengevolge het volumegewicht grooter; de grond klinkt in. In de Andijker publicatie is aangenomen, dat de normale kleigronden in de jonge polders een volumegewicht van ongeveer 1,25 bezitten. Om het volumegewicht van den natten grond Wm N°. 197 van 0,54 tot 1,25 te doen stijgen, moeten 100 c.M³. natten grond tot (100 : 1,25) × 0,54 = 80 × 0,54 = 43,2 c.M³. inklinken. Dit cijfer heb ik de mogelijke inklinking genoemd.

Op dezelfde wijze berekend, is het volumegewicht van Wm N°. 289 met 79,2 gram water gelijk 100 : (79,2 + 38,5) = 0,85, wat een mogelijke inklinking van 80 × 0,85 = 68 geeft. Het gemiddelde volumegewicht van de bovengronden van Hoofdgroep I bedraagt 100 : (114 + 38,5) = 0,66 en de gemiddelde mogelijke inklinking 80 × 0,66 = 53 (zie Tabel VII). Gemiddeld zullen dus de onderzochte bovengronden van Hoofdgroep I tot ongeveer de helft kunnen inklinken. Voor de slikkige bovengronden van den Andijker proefpolder vond ik een mogelijke inklinking van 30 tot 41 (gemiddeld ongeveer dus tot één derde) en voor de zeer kleiige ondergronden van 53 tot 60.

Naarmate de vochtgehalten met de kleigehalten dalen, nemen ook de volumegewichten toe (zie Tabel VII). Voor de monsters van de Hoofdgroepen II en III bedraagt het volumegewicht gemiddeld 0,82 en 1,01, wat een mogelijke inklinking van 66 en 84 geeft. Het volumegewicht van de lichte zavelgronden is gemiddeld al grooter dan 1,25 (nl. 1,29); dat van de zandige al zelfs 1,48. Van eenige inklinking zal hier wel geen sprake meer zijn (zie Tabel VII).

Ook de humusgronden en de venige gronden zullen nà het droogkomen, door waterverlies en door omzetting van de organische stoffen, een volumevermindering ondergaan. Als het humusgehalte niet te hoog is, zooals bijv. bij Wm N°. 1 (8,2 % humus), kan het volumegewicht en de mogelijke inklinking nog wel bij benadering op dezelfde wijze als bij de minerale gronden berekend worden; dus volumegewicht van Wm N°. 1 is 100 : (172,0 + 38,5) = 0,47 en mogelijke inklinking is 80 × 0,47 = 38. Voor de meer venige gronden is de berekening evenwel niet meer op deze wijze uit te voeren; voor gronden van dit type moeten andere cijfers voor het soortelijk gewicht en voor het eind-volumegewicht worden aangenomen.

De bovenstaande beschouwingen zijn ook op de ondergronden van toepassing. Hooge kleigehalten en hooge humusgehalten gaan ook hier met hooge vochtgehalten samen; dergelijke gronden zullen bij indrogen sterk inklinken, in tegenstelling met de meer zandige ondergronden, waarvan weinig of geen inklinking meer te verwachten is.

Gehalten aan keukenzout.

Tabel VIII (blz. 241) bevat in de eerste plaats het aantal grammen keukenzout per liter en het percentage aan keukenzout op drogen grond van dezelfde groepen als Tabel VII. De 17 zeer zware bovengronden (Hoofdgroep I) bevatten gemiddeld 19 gram keukenzout per liter (kleinste waarde

16 gram en grootste waarde 23 gram) en 2,1 % NaCl op drogen grond (kleinste waarde 1,3 % en grootste waarde 2,9 %). Zooals reeds vroeger (blz. 140) is opgemerkt, is het aantal grammen keukenzout per liter uit het aantal grammen water per 100 gram drogen grond en het percentage aan keukenzout op drogen grond berekend. Volgens Tabel VII bevatten de 17 gronden van Hoofdgroep I gemiddeld 114 gram water per 100 gram drogen grond, terwijl het percentage aan keukenzout (zie Tabel VIII) gemiddeld 2,1 % bedraagt. In 114 c.M³. water is dus 2,1 gram keukenzout aanwezig, dat is per liter dus (1000 : 114) × 2,1 = 19 gram keukenzout (zie Tabel VIII).

Uit Tabel VIII valt direct op, dat de gemiddelde aantallen grammen keukenzout per liter voor alle groepen nagenoeg gelijk zijn, nl. 19 - 21 - 19 - 18 - 20 - 18 - 18. Gemiddeld bevat het bodemwater van de 59 bovengronden 19 gram keukenzout per liter. Toch komen ook in deze bovengronden verschillen voor, van 15 gram tot 25 gram keukenzout per liter. Er is één plek met 15 gram, 4 plekken met 16 gram, 5 plekken met van 22 tot 25 gram; de rest beweegt zich tusschen de 17—22 gram NaCl per liter, de meesten zelfs tusschen 19 à 20 gram keukenzout per liter. De hooge waarden worden vooral gevonden in het Noord-Oostelijke gedeelte van het Wieringermeer, met de allerhoogste waarde vlak ten Zuiden van Den Oever (kaartplek N°. 96). Alleen kaartplek N°. 50 met 18 gram keukenzout per liter valt er wat uit.

Geheel in tegenstelling met de bovengronden, vertoonen de ondergronden groote verschillen in het aantal grammen keukenzout per liter bodemwater. In sommige gevallen zien we een meer of minder sterke daling als op kaartplek 1 (boring 1) van 18,7 gram tot 6,8 gram; soms zelfs, als op kaartplek 52 (boring 3), tot 2,9 gram keukenzout per liter. In andere gevallen blijft het gehalte over de geheele diepte (tot 250 c.M.) nagenoeg gelijk, als op kaartplek 106 (boring 2) van 18,8 gram tot 20,9 gram; in enkele gevallen is er zelfs een niet onbelangrijke toename, als op kaartplek 117 (boring 15) van 19,7 gram tot 27,1 gram.

De volgende overwegingen kunnen misschien eenige verklaring omtrent het vraagstuk van de keukenzoutgehalten van de ondergronden geven. Het Wieringermeer is vroeger, althans gedeeltelijk, land geweest, dat door zeewater overstroomd geworden is. Over het oude land heeft de zee een meer of minder diepe laag nieuwen grond afgezet. Het is aan te nemen, dat de oude formatie's vóór het ontstaan van de Zuiderzee in meerdere of mindere mate hun keukenzout verloren hadden. De lage keukenzoutgehalten in de ondergronden zullen dus daar te verwachten zijn, waar zich de oude formatie's bevinden. Het is dan evenwel noodig, dat de bovenste lagen van deze oude formatie's uit een vaste veenlaag of uit ondoorlatende, zware kleilagen bestaan, waar het zeewater moeilijk in binnen dringt. Een voorbeeld van een dergelijk geval levert de boring 3, waar de oude formatie op ongeveer 125 c.M. diepte begint. Hier treft men, onder de oude zure laag van 125—150 c.M. een laag zware klei (II) aan, met slechts 4,7 en 2,9 gram keukenzout per liter. Op boring 4 bevindt zich evenwel een laagje slap veen (65—100 c.M.) boven zand. Het zoute water is hier tot op de bemonsterde diepte van 250 c.M. geheel binnen-

TABEL VIII. Bovengronden.

Hoofd-groep resp. Type.	Aantal plekken.	Grammen keukenzout (NaCl) per liter bodemvocht.	Procenten keukenzout (NaCl) op drogen grond.	Procenten humus op drogen grond.
I	17	gem. 19 (16—23)	gem. 2.1 (1.3—2.9)	gem. 1.3 (0—4.5)
II	11	gem. 21 (15—25)	gem. 1.7 (1.2—2.3)	gem. 0.8 (0—3.3)
III	10	gem. 19 (16—22)	gem. 1.1 (0.9—1.4)	gem. 0.6 (0—1.5)
IV	7	gem. 18 (16—21)	gem. 0.7 (0.6—0.8)	gem. 0.8 (0—2.0)
V	10	gem. 20 (17—24)	gem. 0.6 (0.4—0.8)	gem. 0.3 (0—0.8)
Humus-rijke gronden	2	gem. 18 (17—19)	gem. 3.3 (3.2—3.4)	gem. 12.3 (8.2—16.5)
Venige gronden	2	gem. 18 (17—20)	gem. 7.3 (6.1—8.6)	gem. 38.5 (33.3—43.8)

gedrongen (hooge keukenzout-cijfers). Soms zit de oude formatie zeer diep, als op boring 12 (220 c.M.); het is niet te verwonderen, dat de onderste laag hier ook 23,0 gram keukenzout per liter bevat. Op de plekken, waar zich tot op de bemonsterde diepte van 250 c.M. een nieuwe formatie bevindt, is daarentegen een hoog gehalte aan keukenzout per liter tot op 250 c.M. te verwachten. Enkele plekken met een oude formatie in de diepere lagen vormen eenigszins een uitzondering (boring N°. 46, 48 en 49). Het aantal grammen keukenzout per liter daalt hier wel iets naar de diepte

toe, maar het komt niet lager dan ongeveer 13 à 14 gram per liter. Bij de nieuwe lagen treft men slechts één uitzondering aan, nl. boring N°. 20, waar de diepste laag slechts 7 gram keukenzout per liter bevat.

Percentage aan keukenzout.

Het percentage aan keukenzout op drogen grond houdt met de gehalten aan water en het aantal grammen keukenzout per liter verband. Aangezien het laatste cijfer voor alle bovengronden gemiddeld ongeveer 19 gram bedraagt, moet het percentage aan keukenzout in de bovengronden dus weer dalen, wanneer het kleihumusgehalte daalt. In Tabel VIII zien we dan ook een hoog percentage aan keukenzout van gemiddeld 2,10 % in de bovengronden van Hoofdgroep I, hetwelk bij afname van het kleigehalte daalt tot gemiddeld 0,56 % in Hoofdgroep V. Daarentegen bevatten de humusrijke gronden gemiddeld 3,3 % en de venige gronden zelfs 7,3 % NaCl (in procenten op drogen grond).

Dezelfde opmerkingen kunnen met betrekking tot de ondergronden gemaakt worden (zie de Hoofdtabel VI).

Vergelijking met de Andijker gronden.

In het najaar 1927, eenige maanden nà het droogkomen van den Andijker proefpolder, was het aantal grammen keukenzout per liter van de onderzochte Andijker gronden gemiddeld ongeveer 15 à 16. Het bodemwater van de onderzochte bovengronden van het Wieringermeer is dus gemiddeld iets rijker aan keukenzout (19 gram per liter), wat wel met de meer noordelijke ligging van het Wieringermeer verband zal houden.

De zeer zware slikgronden van den Andijker proefpolder boven de maalsloot bevatten in het najaar van 1927 gemiddeld 2,86 % NaCl en in het voorjaar 1928 gemiddeld nog 1,73 % NaCl. De zeer zware bovengronden van het Wieringermeer hebben dus gemiddeld iets minder keukenzout dan de Andijker gronden een paar maanden nà het droogkomen van den proefpolder. Onder overigens gelijke omstandigheden (afwatering, weersomstandigheden, doorlaatbaarheid van den grond) kunnen dus de gronden in den Wieringermeerpolder vlugger de lagere zoutgehalten bereiken, waarbij de groei van cultuurgewassen mogelijk wordt.

Humusgehalten.

Tabel VIII bevat de gemiddelde gehalten aan humus, in procenten op drogen grond, van de bovengronden, naar de groepen gesplitst. De gehalten aan humus in de minerale bovengronden zijn zeer laag; loopende van 0 % tot 4,5 %. Gemiddeld bevatten de zeer zware en zware kleigronden (Hoofdgroepen I en II) niet meer dan 1,3 % en 0,8 % humus. De lichtere bovengronden zijn nog armer aan humus en kunnen practisch als humusvrij worden beschouwd.

In Tabel IX zijn de boorplekken opgenomen, waar lagen van respectievelijk humusrijke en venige gronden zijn aangetroffen. Bij de bemonstering is het eerste type, de humusrijke gronden (met van ongeveer 6 %—16 % humus), opgegeven als te bevatten veensporen.

TABEL IX. Plekken met humusrijke, resp. venige lagen, bevattende tevens alle zure gronden.

Boring 1927 No.	Kaartplek No.	Kaartvak.	Wm. No.	Diepte der laag in c.M.	Gehalten in procenten op drogen grond aan			pH	Ligging op de kaart.
					humus	klei	$CaCO_3$		
1	1	F 2	1	0— 50	8.2	49.0	5.6	7.1	
			2	50— 70	10.1	47.3	3.8	alc.	ten Zuiden
			6	200—220	7.8	78.0	1.4	6.2	van Wester-
			7	220—250	69.2	22.5	0.3	5.5	land.
9	121	F 2	50	130—175	33.5	57.8	0.0	5.7	
			51	175—220	43.2	40.7	0.7	6.3	
10	103	F 4	54	40—100	7.0	63.4	0.7	6.1	Zuidelijk
3	52	E 5	14	125—150	7.3	21.3	0.0	4.0	van Wierin-
									gen.
6	47	D 7	29	0— 30	3.0	73.2	0.8	5.5	
			30	30— 50	33.3	53.6	0.0	3.0	
			31	50— 70	47.2	14.9	0.0	4.1	
			32	70—100	6.8	3.5	0.0	6.0	
4	48	D 7	18	50— 65	6.2	62.4	1.1	5.9	
			19	65—100	46.0	18.0	0.6	5.1	Zuidelijk
			20	100—130	10.3	9.1	0.0	6.4	en Zuid-
7	49	D 8	40	170—200	63.6	16.2	0.9	5.2	Oostelijk
			41	200—250	61.1	12.1	1.3	6.4	van Water-
13	50	D 10	70	0— 50	4.1	64.4	1.0	4.4	kaap (Wie-
			71	50—100	7.4	73.6	0.0	3.4	ringen).
			72	100—125	9.4	72.0	0.0	3.2	
			73	125—150	35.3	17.4	0.0	4.5	
			74	150—185	37.9	21.8	0.0	4.0	
8	96	C 10	42	0— 50	3.3	48.7	2.2	6.0	
			43	50—100	4.1	53.0	0.9	4.2	
14	62	F 9	80	150—170	23.5	20.7	6.5	6.8	Midden
21	60	H 8	120	200—230	23.9	20.7	2.5	6.5	Oostelijk
			121	230—250	6.5	2.8	0.2	6.7	gedeelte van
26	39	I 9	147	50— 80	10.0	75.1	0.0	5.0	het Wierin-
			148	95—125	45.4	42.9	0.0	3.5	germeer ten
27	66	I 11	156	225—250	61.4	25.2	0.0	5.1	Westen van
35	40	J 9	198	50—100	11.0	79.5	0.0	3.1	de Oude
			199	100—130	14.1	77.2	0.0	2.8	Zeug.
48	31	M 9	270	100—150	9.1	79.2	0.0	4.5	
			271	150—180	6.4	69.9	0.6	6.1	ten Noord-
49	32	M 10	274	0— 30	16.5	64.3	5.8	7.1	Westen van
47	29	O 8–9	267	200—250	6.4	80.4	0.5	5.6	Medemblik–
51	28	P 8	289	150—200	7.1	75.1	0.0	4.8	Opperdoes.
			290	200—250	4.9	76.3	0.6	5.9	
46	24	N 6	258	30— 60	43.8	36.6	1.4	4.4	

Van de humusrijke gronden behooren een tweetal (Wm 1 en 274) tot de bovengronden, met respectievelijk 8,2 % en 16,5 % humus. Het zijn zware tot zeer zware kleigronden (boring 1, kaartplek N°. 1, vak F 2 en boring 49, kaartplek N°. 32, vak M 10) met vrij veel koolzure kalk (neutrale reactie). Dan treffen we nog op een tweetal plekken (boring 6, kaartplek 47, vak D 7 en boring 46, kaartplek 24, vak N 6) op geringe diepte (30 c.M. onder de bouwvoor) sterk zure, respectievelijk zure, venige lagen aan (Wm 30 en 258). Bij boring 35 (kaartplek 40, vak J 9) stuiten we op 50 c.M. diepte op sterk zuren, humushoudenden (11 %—14 % humus) zwaren kleigrond.

Verder geven de boringen 3, 47, 48 en 51 op vrij groote diepte (van 100—200 c.M.) zure lagen met van 7 %—9 % humus, terwijl in de volgende negen boringen op diepten van respectievelijk 65 c.M. tot 225 c.M. meer of minder venige lagen voorkomen: 1, 4, 7, 9, 13, 14, 21, 26 en 27. Van deze 9 zijn alleen de lagen van de boringen 14 en 21 niet bepaald zuur (pH = 6,8 en 6,5); de gehalten aan humus en koolzure kalk bedragen hier respectievelijk 23,5 % en 23,9 % en 6,5 % en 2,5 %.

Het is wel van belang de ligging van deze plekken met humusrijke en venige gronden, die grootendeels zuur reageeren, op de kaart na te gaan. Zij zijn daarom nog eens, met de verschillende gegevens (ontleend aan Tabel VI), in Tabel IX op genomen. Bovendien is in deze Tabel nog boring 8 (kaartplek 96), waar zich een zure laag met weinig humus bevindt, opgenomen. Men treft de 19 plekken van Tabel IX op de kaart aan, beginnende bij de plekken 1 en 121, ten Zuiden van Westerland en vervolgens in een strook ten Zuiden van Wieringen (plekken 103, 52, 47, 48, 49, 50, waarbij de zure plek 96 te voegen is); dan volgen, in Zuidelijke richting, de plekken 62, 60, 39, 66 en 40, terwijl de plekken 24, 28, 29, 31 en 32 ten Noord-Westen van Opperdoes-Medemblik gelegen zijn. De humusrijke en tevens meer of minder zure lagen zijn dus gelegen in een vrij breede strook om de Noordelijke, de Oostelijke en Zuid-Oostelijke rand van het Wieringermeer.

Koolzure kalk.

De gehalten van den Wieringermeer-grond aan koolzure kalk loopen sterk uiteen, van 0 % tot 21 % $CaCO_3$. Naast profielen, die tot op 250 c.M. diepte geheel vrij van koolzure kalk zijn, komen profielen voor, waarvan alle lagen, zonder uitzondering, dit bestanddeel in meer of mindere mate bevatten.

De in Tabel IX genoemde humusrijke en venige lagen bevatten — op enkele uitzonderingen na — geen of nagenoeg geen koolzure kalk. Gehalten van 0,3 % (Wm N°. 7) en 0,6 % $CaCO_3$ (Wm N°. 19) in zwak zure, venige gronden zijn mogelijk aan kleine analyse-fouten toe te schrijven. Het is natuurlijk ook niet buitengesloten, dat in dergelijke lagen plaatselijk nog eenige schelpresten voorkomen. Dezelfde opmerking geldt ook voor andere min of meer zure gronden, bijv. Wm N°. 70 met 1,0 % $CaCO_3$ en een pH = 4,5 (zie Tabel VI).

Het is vooral van belang na te gaan, hoe het staat met de gehalten aan koolzure kalk in de bovengronden. Op 48 van de 51 boringen bevatten

de bovengronden meer of minder koolzure kalk (zie Hoofdtabel VI). De overblijvende 3 plekken zijn:

boring 5 (kaartplek 95, vak C 8), zand, practisch zonder koolzure kalk;

boring 6 (kaartplek 47, vak D 7), sterk zure, zeer zware kleigrond, boven sterk zuur veen;

boring 13 (kaartplek 50, vak D 10) zure, zeer zware kleigrond, boven sterk zure, humusrijke, zeer zware kleigrond.

De bovengenoemde twee boringen (6 en 13), die zure lagen bevatten, worden met de andere boringen, die ook zure lagen bevatten, in het volgende Hoofdstuk nader besproken.

Ten opzichte van de gehalten aan koolzure kalk in de opeenvolgende lagen van één en dezelfde boring doen zich merkwaardige verschillen voor. Er zijn boringen, zooals bijv. boring 1, waarvan alle lagen meer of minder koolzure kalk bevatten. Bij boring 3 evenwel daalt het gehalte aan koolzure kalk van 7,3 % in den bovengrond tot 0 % in de lagen van 125 tot 200 c.M., waaronder zich dan weer een laag zware klei met 9,4 % koolzure kalk bevindt. Op boring 10 vinden we een laag van 40 c.M. zand met 3,2 % koolzure kalk, rustende op een laag zware klei, met weinig of geen koolzure kalk, waaronder zich weer een laag lichte klei met 7,6 % koolzure kalk bevindt. Boring 17 geeft ons weer een ander beeld te zien. Eerst zeer zware klei met weinig of geen koolzure kalk, waaronder op 90 c.M. diepte zeer zware klei met 14,3 % koolzure kalk wordt aangetroffen.

Bij het onderzoek van de profielen in Nederlandsche zeekleipolders vinden we gewoonlijk het volgende beeld. In de zeer jonge polders is de bovengrond rijk aan koolzure kalk (sterke opbruising met zoutzuur) en treffen we dit bestanddeel tot op groote diepte aan. Naarmate de polder ouder wordt, worden de bovengronden armer aan koolzure kalk. In zeer oude polders is de koolzure kalk geheel uit de bovenste lagen verdwenen en begint de ondergrond soms eerst op zeer groote diepte weer met zoutzuur op te bruisen.

Bij nauwkeurige studie van de Wieringermeer-profielen komen we tot de gevolgtrekking, dat we in vele gevallen te doen hebben met een oude polderformatie, waarover dan later al of niet versch materiaal is afgezet. Zoo ware boring 17 (kaartplek 7, vak I 1) als een oude poldergrond op te vatten, waaruit de koolzure kalk uit de bovenste laag is uitgespoeld en waarboven zich geen nieuwe formatie met $CaCO_3$ heeft afgezet. Boring 10 (kaartplek 103, F 4) geeft hetzelfde profiel, nl. een toename van de koolzure kalk naar de diepte, met dit verschil, dat zich op deze plek een laagje zeezand, met 3,2 % koolzure kalk, op de oude formatie heeft afgezet. Zoo ware ook het dalen en stijgen van de gehalten aan $CaCO_3$ bij boring 3 (kaartplek 52, vak E 5) te verklaren, door aan te nemen, dat zich hier op 125 c.M. diepte de oude formatie bevindt. De oude bovengrond (Wm 14) is vrij van koolzure kalk en bevat eenige resten van een veenformatie (7,2 % humus); bij Wm 16, op een diepte van 200 c.M., treffen we weer $CaCO_3$ aan. Op den ouden bovengrond (Wm 14) heeft zich eerst zand (Wm 12 en 13) en daarboven zavel (Wm 11) met 7,3 % koolzure kalk afgezet.

Het ligt voor de hand, dat bij het in het cultuur-brengen van de

TABEL X. Vergelijking van eenige typische bovengronden van het Wieringermeer met de zoogenaamde Standaardmonsters.

Boring No.	Kaartplek No.	Kaart vak.	No. Wm.	Diepte in c.M.	In procenten op drogen grond.		Op minerale bestanddeelen (klei plus zand) = 100, fractie:				Hoofdgroep.
					$CaCO_3$	Humus	1 + 2 klei.	3a zeer fijn zand.	3b fijn zand.	4 grover zand.	
17	7	I 1	94	50	2	3	70	23	6	1	I
36	15	L 2	203	50	11	0	68	26	5	1	I
39	16	M 2	219	50	21	0	52	45	3	0	II
38	13	K 4	213	50	13	0	43	45	10	2	II
28	9	K 2	157	50	16	0	38	34	26	2	III
45	56	M 11	251	50	15	0	35	55	10	0	III
27	66	I 11	151	50	14	0	33	54	11	2	III
34	80	K 8	192	50	11	0	29	27	38	6	III
43	26	L 8	240	50	12	0	21	53	23	3	III
29	11	J 3	162	20	10	2	19	29	50	2	IV
21	60	H 8	116	50	7	0	16	28	53	3	IV
33	78	K 7	185	50	9	0	14	27	50	9	IV
No. B	Herkomst. (zie publicatie Andijker Proefpolder, blz. 110).										
851	Dollardklei (Finsterwolde)				9	3	83	15	2	0	I
2528	Waard- en Groetpolder				5	4	70	27	1	2	I
2607	Hellegatpolder (Zeeland)				21	3	67	31	2	0	I
2518	Anna Paulownapolder				2	5	52	35	5	8	II
2516	Anna Paulownapolder				8	3	41	54	4	1	II
2523	Waard- en Groetpolder				3	5	36	44	9	11	III
2603	Kerkvoogdijpolder (Groningen)				9	3	23	52	25	0	III
2289	Haarlemmermeerpolder				10	2	16	26	48	10	IV
2581/85/86	Anna Paulownapolder				2	2	12	32	54	2	IV

Wieringermeer-gronden met deze mogelijke wisselingen in de gehalten aan koolzure kalk in een en dezelfde laag rekening zal moeten worden gehouden.

Nadere bespreking van de minerale gronden.

Zooals uit Tabel VIII (blz. 241) blijkt, behooren slechts een tweetal van de onderzochte bovengronden tot de zeer humusrijke kleigronden en een tweetal tot het meer venige type (zie ook Tabel IX). De overige 47 bovengronden behooren tot de zeeklei-zandgronden met zeer weinig humus.

In Tabel X (blz. 246) zijn eenige typische bovengronden van het Wieringermeer, met uitzondering van de zure gronden en van de slempige en stuivende gronden, met de zoogenaamde Standaardmonsters vergeleken (24). De groote overeenstemming tusschen de Wieringermeergronden en de Standaardmonsters valt direct in het oog. Alleen valt op te merken, dat de eerste geen of nagenoeg geen humus bevatten. De zeer zware en de zware kleigronden (Hoofdgroep I en II) zijn gekenmerkt door lage, respectievelijk zeer lage gehalten aan fijn zand (fractie *3b*) en grover zand (fractie 4). De minder zware kleigronden en de zavelgronden (Hoofdgroep III en IV) bevatten meer en meer van fractie *3b* (fijn zand); grover zand (fractie 4) komt ook in deze gronden nagenoeg niet voor. Bij het nagaan van de Hoofdtabel VI (blz. 208) zal blijken, dat slechts één monster bovengrond (Wm 11) een vrij groote hoeveelheid grover zand van fractie 4 bevat (26.6 %). In de ondergronden van Hoofdgroep IV en III treffen we nog tweemaal gehalten van meer dan 20 % grover zand (fractie 4) aan (Wm 14 en Wm 22). Gezegd kan worden, dat de gronden van de Hoofdgroepen I tot en met IV — en dit geldt zoowel voor de boven- als de ondergronden — practisch geen grof zand (fractie 4) bevatten.

Slempige gronden.

Blijkens Hoofdstuk III van de vorige publicatie (25) werden de slempige gronden gekenmerkt door een zeer laag humusgehalte en door een hoog gehalte aan zand van een korrelgrootte van ongeveer 0.05 tot 0.1 millimeter middellijn. Ten einde eenig idee van de mogelijke slempigheid van de onderzochte Wieringermeergronden te krijgen, zijn — evenals dit met de Andijker gronden geschied is — uit de Hoofdtabel VI die gronden uitgezocht, die zoowel een hoog gehalte aan fractie *3a* als aan fractie *3b* (zeer fijn zand en fijn zand, korrelgrootte tusschen 0.016 en 0.152 m.M. middellijn in) bezitten. Zij werden op 7 plekken aangetroffen met 12 monsters. In Tabel XI (blz. 248) zijn deze 12 monsters opgenomen. De gehalten aan koolzure kalk en humus zijn opgegeven in procenten op drogen grond. De gehalten aan klei en de 3 zandfractie's (*3a*, *3b* en 4) zijn op klei plus zand = 100 omgerekend. Ter vergelijking zijn in deze Tabel een drietal slempige gronden en een tweetal zeer lichte, maar niet-slempige Standaardmonsters opgenomen (zie publicatie Andijk, blz. 146, Tabel VIII). In de laatste kolom is een oordeel over de al of niet slempigheid van de 12 Wieringermeergronden uitgesproken. Een vraagteeken beteekent, dat de grond misschien slempig is. Bepaald slempige gronden komen slechts voor op de boringen 22, 31, 35 en 43. Van deze vier is alleen van boring 22 (kaartplek 63, vak

TABEL XI. Min of meer slempige gronden.

Boring No.	K. Pl. No.	Wm. No.	Diepte in c.M.	In % op drogen grond. $CaCO_3$	In % op drogen grond. Humus.	Op minerale bestanddeelen (klei + zand) = 100 klei.	3a.	3b.	4.	Hoofdgroep.	Al of niet slempig.
12	112	64	0– 50	11.6	1.6	14	30	53	3	IV	niet.
	E 8	65	50–100	10.9	0.5	12	38	49	1	IV	?
		68	190–220	9.7	0.4	17	29	47	7	IV	niet.
22	63 G 9	122	0– 50	11.1	0.5	25	38	36	1	III	slempig.
24	74	134	30– 50	11.3	0.4	15	37	45	3	IV	?
	I 5	135	50–100	10.7	0.5	14	37	46	3	IV	?
31	75 J 4	176	100–125	12.0	0.3	19	42	33	6	IV	slempig.
32	76 J 6	180	0– 60	9.9	0.2	15	34	49	2	IV	?
35	40 J 9	200	130–170	5.1	0.7	15	45	39	1	IV	slempig.
43	26	242	100–150	11.9	0.6	24	39	36	1	III	slempig.
	L 8	243	150–200	12.1	0.6	24	41	34	1	III	slempig.
		244	200–250	12.6	0.4	23	41	35	1	III	slempig.
No. B	Slempige gronden.										
504	Loopzand (bij Usquert)			0	0.5	6.0	42.7	49.1	2.2	V	Overgenomen uit De Bodemkundige gesteldheid van den Andijker Proefpolder Tabel VIII (blz. 146).
491	Slempige grond, Usquert			0	1.8	22.5	41.0	33.4	3.1	III	
2580	Anna Paulownapolder			3.8	2.8	19.4	39.7	38.4	2.5	II	
	Niet-slempige gronden.										
2581/85/86	Anna Paulownapolder			2.5	2.5	12.0	32.2	53.6	2.2	III	
2289	Haarlemmermeerpolder			9.8	1.9	16.0	26.0	48.0	10.	III	

G 9) de bovengrond slempig. Mogelijk behoort ook de bovengrond van boring 32 (kaartplek 32, vak J 6) tot het slempige type. Slechts op een tweetal van de 51 boringen zijn dus min of meer slempige bovengronden aangetroffen. Aangezien de slempige grond Wm 122 (boring 22) nog vrij veel klei bevat (22.1 %), zal de slempigheid — mede met het oog op het hooge gehalte aan $CaCO_3$ (11.1 %) — hier niet groot kunnen zijn.

Zooals reeds vroeger werd opgemerkt (26) kan de slempigheid van de ondergronden meer of minder groote moeilijkheden bij het graven van greppels en slooten en het leggen van draineerbuizen opleveren.

Stuivende gronden.

Volgens Hoofdstuk III van de vorige publicatie (27) waren de stuivende gronden gekenmerkt door een zeer laag humusgehalte en door een gehalte van meer dan 60 % aan deeltjes grooter dan 0.076 millimeter middellijn (fractie $3b + 4$, dus fijn zand plus grover zand). Alle 10 bovengronden van Hoofdgroep V (zandige gronden) en een tweetal bovengronden van Hoofdgroep IV, voldoen aan deze voorwaarden. Ze zijn in Tabel XII (blz. 249) opgenomen. Geen van deze 12 gronden bevat meer dan sporen humus. Er doen zich natuurlijk ook grensgevallen voor, zooals bijv. de humusvrije, zeer lichte zavelgrond Wm 185 van boring 33 met 59 % aan fractie $3b + 4$ (op klei + zand = 100).

TABEL XII. Stuivende zandgronden.

Boring No.	Kaartplek.	Kaartvak.	Wm No.	Diepte in c.M.	Fractie (in % op grond) $3b + 4$ = grooter dan 152 μ.	Som $3b + 4$ = 100		Humus	Hoofdgroep.
						$3b$	4		
2	106	E 3	8	50	65 + 18 = 83	78	22	0	V
5	95	C 8	24	50	47 + 37 = 84	56	44	0	V
7	49	D 8	36	55	68 + 6 = 74	92	8	0	V
10	103	F 4	53	40	42 + 44 = 86	49	51	0	V
11	46	F 5	58	15	78 + 12 = 90	87	13	0	V
15	177	G 2	83	50	79 + 10 = 89	89	11	0	V
16	6	H 1	88	30	78 + 5 = 83	94	6	0	V
18	5	H 3	100	40	84 + 6 = 90	93	7	0	V
19	101	H 5	105	55	78 + 1 = 79	99	1	0	V
24	74	I 5	133	30	62 + 6 = 68	91	9	0.9	IV
25	77	J 7	139	30	59 + 7 = 66	89	11	0.7	IV
42	25	M 7	234	50	66 + 6 = 72	92	8	0	V

Uit de Hoofdtabel VI blijkt verder, dat alle gronden van de Hoofdgroep V meer dan 60 % van fractie $3b + 4$ bevatten, d.w.z. tot het stuivende type behooren.

Bij nadere bestudeering blijkt, dat een gedeelte van de stuivende gronden, een hoog gehalte aan fractie $3b$ en een laag gehalte aan fractie 4 bevat

(zie Tabel XI, bijv. Wm 88 en 105), terwijl in het andere gedeelte deze beide fractie's meer of minder gelijk zijn (zie Tabel XI, bijv. Wm 53) of wel fractie 4 iets grooter is dan fractie 3*b* (bijv. Wm 121 met 31.8 van fractie 3*b* tegen 53.5 van fractie 4). Slechts op één plek is zand aangeboord met een zeer hoog gehalte aan fractie 4, nl. op boring 3 (kaartplek 52, vak E 5). Op een diepte van 55 tot 121 c.M. komt hier een zandlaag voor met een zeer hoog gehalte aan fractie 4, respectievelijk 78.0 % en 73.7 % (zie Hoofdtabel VI).

In verband met de resultaten van het onderzoek van de meer zandige gronden herhaal ik hier de twee volgende opmerkingen, die ook reeds vroeger gemaakt zijn (28). De scheiding van de fractie's 3*b* en 4 met behulp van de Atterbergsche slibcilinders kan bij gronden met hooge gehalten aan de fractie's 3*b* en 4 minder nauwkeurige resultaten geven. Verder is het van belang, deze fractie's bij sterk zandige gronden in meerdere onderdeelen te splitsen en in het bizonder na te gaan of het zand van fractie 4 meer tot het matig grove zand (29) of tot het zeer grove zand behoort. Zoo spoedig het Bodemkundig Instituut de beschikking over een zeeftoestel met de noodige zeeven met nauwkeurig bekende maaswijdten (30) verkrijgt, zullen onderzoekingen in deze richting worden ingesteld.

HOOFDSTUK V.

DE ZOOGENAAMDE UITWISSELBARE BASEN (KALK, MAGNESIA, KALI EN NATRON) IN DE KLEIHUMUSSUBSTANTIE.

Zooals reeds in de Andijker publicatie (31) is medegedeeld, bevat de kleihumussubstantie een hoeveelheid basen (kalk, magnesia, kali en natron) in den zoogenaamden uitwisselbaren vorm, d.w.z. dat deze basen bij behandeling van den grond met oplossingen van neutrale zouten ($NaNO_3$ $(NH_4)_2SO_4$, KCl, enz.) in oplossing gaan; bijv.:

$$\text{kleihumus—Ca} + (NH_4)_2SO_4 \rightleftarrows \text{kleihumus—}(NH_4)_2 + CaSO_4.$$

Bij behandeling van den grond met een oplossing van zwavelzure ammoniak wisselt dus een deel van de kalk (en idem van de magnesia, de kali en de natron) van de kleihumussubstantie tegen de ammonia (NH_4) uit de oplossing uit; er verhuist NH_4 uit de oplossing naar den grond en omgekeerd Ca uit den grond naar de oplossing. In de oplossing verschijnt dus, naast zwavelzure ammoniak, ook gips ($CaSO_4$). Het proces is omkeerbaar, d.w.z., dat een oplossing van gips weer de ammonia en andere basen uit de kleihumussubstantie in oplossing kan brengen; dit wordt door het teeken $\rightleftarrows$ aangegeven. Er treedt dus een evenwichtstoestand in.

In een aantal publicatie's (32) heb ik er op gewezen, dat deze uitwisselbare basen een groote rol in de physische, chemische en waarschijnlijk ook in de bacteriologische processen in den grond spelen. In dit Hoofdstuk zullen alleen de volgende twee punten besproken worden (33):

1°. de onderlinge verhouding van de uitwisselbare basen in de kleihumussubstantie;

2°. de rijkdom van de kleihumussubstantie aan uitwisselbare basen.

De onderlinge verhouding van de uitwisselbare basen in de kleihumussubstantie.

Bij een onderzoek van eenige normale Nederlandsche kleigronden en humusgronden is gebleken, dat de kalk onder de uitwisselbare basen in deze gronden de hoofdrol speelt. Op 100 deelen uitwisselbare basen (in equivalenten uitgedrukt) waren in de onderzochte kleigronden 79 deelen kalk, 13 deelen magnesia, 2 deelen kali en 6 deelen natron aanwezig; in de onderzochte humusgronden waren deze cijfers 76 + 13 + 3 + 8 = 100. De som aan tweewaardige (bivalente) basen was dus respectievelijk 79 + 13 = 92 en 76 + 13 = 89 tegen de som aan eenwaardige (univalente) basen respectievelijk 2 + 6 = 8 en 3 + 8 = 11 (zie Tabel XIII).

TABEL XIII. Onderlinge verhouding van de uitwisselbare of kleihumusbasen.

Herkomst en nummer van het grondmonster.	Structuur van den grond.	Per 100 equivalenten uitwisselbare basen komen voor:	
		Ca + Mg = bivalent.	K + Na = univalent.
Gemiddelde van eenige normale kleigronden..	—	79 + 13 = 92	2 + 6 = 8
Gemiddelde van eenige normale humusgronden	—	76 + 13 = 89	3 + 8 = 11
Anna Paulownap. B 529	vrij goed	66 + 18 = 84	4 + 12 = 16
Bathpolder. B 382/445 ..	vrij goed	65 + 13 = 78	3 + 19 = 22
Anna Paulownap. B 525/26	slecht	42 + 25 = 67	7 + 26 = 33
Bathpolder. B 383/446 ..	slecht	50 + 19 = 69	3 + 28 = 31

Bij bemesting met de zouten als $NaNO_3$, KCl en $(NH_4)_2SO_4$, wat gebruikelijke meststoffen zijn, zal nu een gedeelte van de uitwisselbare basen uit de kleihumussubstantie naar de bodemoplossing verhuizen, terwijl omgekeerd een gedeelte van het Na, K en NH_4 van de gegeven meststoffen door den grond wordt vastgelegd (geadsorbeerd). Wat bij bemesting in slechts geringe hoeveelheid plaats vindt, geschiedt bij een overstrooming van den grond met zeewater in hooge mate. In Tabel XIII zijn de gehalten opgenomen van eenige gronden uit den Anna Paulowna-polder (genomen in 1916/'17, dus vrij spoedig nà de overstrooming van 1916) en den Bathpolder (genomen in 1916, dus 10 jaar nà de overstrooming van 1906); telkens van twee plekken, één met een vrij goede en één met een slechte structuur. Men ziet duidelijk, dat de gehalten aan uitwisselbare kalk gedaald en de gehalten aan uitwisselbare Mg, K en Na gestegen zijn (34).

Het is nu van groot practisch belang vast te stellen, dat reeds een betrekkelijk geringe stijging van het gehalte aan uitwisselbare natron in de kleisubstantie van deze zware kleigronden met een verslechtering van de structuur gepaard kan gaan. Ik heb de normale poldergronden, waarin de kalk onder de uitwisselbare basen de voornaamste plaats inneemt (80 %) *kalkkleigronden* genoemd, terwijl ik de naam van *natronkleigronden* gegeven heb aan de kleigronden, waarin een gedeelte van de kleikalk door natron vervangen is. Uit den aard der zaak is een scherpe scheiding tusschen deze beide groepen niet mogelijk. Op grond van de cijfers van Tabel XIII zou ik kleigronden met meer dan 30 % uitwisselbare eenwaardige basen (hoofdzakelijk natron) tot de uitgesproken natronkleigronden willen reke-

nen, omdat deze gronden onder ongunstige weersomstandigheden ongetwijfeld een uiterst slechte structuur zullen bezitten.

Ik merk hier nog op, dat door andere onderzoekers in de gronden van de regenarme of z.g.n. ariede streken soms zeer hooge gehalten aan uitwisselbare natron gevonden zijn. Dergelijke gronden worden daar „alkaligronden" genoemd, omdat deze gronden gewoonlijk een sterk alcalische reactie bezitten. Dit is te verklaren, doordat de vervanging van de Ca door Na den grond alcalischer maakt (35). Nu zijn er later evenwel ook gronden gevonden, die op grond van de onderlinge verhouding van de uitwisselbare basen tot de typische „alkaligronden" gerekend moeten worden en die toch, tengevolge van het uitspoelen van een deel van de uitwisselbare natron, zuur reageerden. Er is thans een streven, om zich met de door mij voorgestelde benamingen van „kalkgronden" en „natrongronden" te vereenigen (36).

Een 10-tal Wieringermeergronden zijn op hun gehalten aan uitwisselbare kalk en magnesia onderzocht. Het onderzoek op uitwisselbare kali en natron, dat nogal tijdroovend is, moet nog plaats vinden. Zooals reeds in Hoofdstuk I is medegedeeld, heeft het onderzoek op den vóóraf met water uitgeloogden grond plaats gevonden. De grond is dus met water, ter verwijdering van de in water oplosbare zouten en eerst daarnà met NaCl uitgeloogd. De resultaten van het onderzoek zijn in Tabel XIV opgenomen. Van het grondmonster Wm No. 116 lost in de eerste liter van de keukenzoutoplossing op 0.264 %, in de tweede liter 0.119 % kalk (CaO); het verschil 0.264 — 0.119 = 0.145 % is het gehalte aan uitwisselbare kalk (CaO) in procenten op luchtdrogen grond, dat is 0.149 % op drogen grond. Op dezelfde wijze wordt het gehalte aan uitwisselbare magnesia gevonden : 0.031 — 0 = 0.031 ; dat is 0.032 % uitwisselbare magnesia (MgO) in procenten op drogen grond. De gehalten aan kalk in de 2de liter, die afkomstig zijn van de inwerking van het NaCl op de $CaCO_3$, loopen bij de 10 onderzochte gronden niet veel uit elkander ; de hoogste en de laagste waarde (0.152 % en 0.081 % CaO) worden toevallig bij de gronden met het hoogste en het laagste gehalte aan $CaCO_3$ (11.4 % en 3.2 %) gevonden. Er is natuurlijk wel eenig verband tusschen de hoeveelheid CaO in de tweede liter en het gehalte aan $CaCO_3$, maar evenredigheid mag men hier niet verwachten. Ook de vorm van de koolzure kalk (fijn of grof schelpenmateriaal) zal o.m. bij de oplosbaarheid van dit bestanddeel in de NaCl-oplossing mede een rol spelen. De tweede liter bevat geen spoor magnesia. Dit zou op de afwezigheid van magnesiumcarbonaat in deze gronden wijzen (37).

Ook zonder de gehalten aan uitwisselbare kali en natron te bepalen, is het toch wel mogelijk iets van deze gehalten te zeggen. In Tabel XV zijn de volgende gegevens van de 10 Wm-gronden van Tabel XIV opgenomen. De pH van het eerste monster Wm No. 116 is 7.7 ; gehalte aan $CaCO_3$ = 7.2 % ; gehalte aan klei = 14.6 % en aan humus = 0.6 %. In vermogen om basen vast te leggen staat 0.6 humus gelijk met 4.55 × 0.6 = 2.7 klei (38) ; het gehalte aan klei plus humus, deze laatste op klei omgerekend, wordt dus 14.6 + 2.7 = 17.3 % ; gehalte aan uitwisselbare kalk = 0.149 % (overgenomen uit Tabel XIV) ; per 100 gram klei + humus is dus voorhanden 100 × 0.149 : 17.3 = 0.86 gram uitwisselbare kalk

(CaO); gehalte aan uitwisselbare magnesia = 0.032 % (zie Tabel XIV), die gelijk staan met 1.4 × 0.032 = 0.045 % CaO, zoodat de som van de kalk en magnesia (deze laatste op CaO omgerekend) wordt 0.149 + 0.045 = 0.194 %; per 100 gram klei + humus is dus aanwezig 100 × 0.194 : 17.3 = 1.12 gram CaO + MgO (op CaO omgerekend).

TABEL XIV.

Uitwisselbare kalk en magnesia, bepaald door den grond vóóraf met water en eerst daarnà met NaCl en NH_4Cl uit te loogen.

Grondmonster No. Wm	CaO in procenten op luchtdrogen grond in het NaCl-extract.			Uitwisselbare kalk (CaO) in % op drogen grond (nà uitloogen met water).	MgO in procenten op luchtdrogen grond in het NaCl- en NH_4Cl-extract.			Uitwisselbare magnesia (MgO) in % op drogen grond (nà uitloogen met water).
	1e liter.	2e liter.	Verschil.		1e liter.	2e liter.	Verschil.	
116	0.264	0.119	0.145	0.149	0.031	0	0.031	0.032
117	0.218	0.119	0.099	0.100	0.029	0	0.029	0.029
122	0.316	0.131	0.185	0.195	0.033	0	0.033	0.035
123	0.280	0.127	0.153	0.158	0.048	0	0.048	0.049
185	0.225	0.120	0.105	0.106	0.025	0	0.025	0.025
186	0.252	0.116	0.136	0.137	0.025	0	0.025	0.025
263	0.540	0.152	0.388	0.455	0.121	0	0.121	0.142
264	0.576	0.081	0.495	0.569	0.121	0	0.121	0.139
280	0.340	0.091	0.249	0.261	0.166	0	0.166	0.174
281	0.346	0.089	0.257	0.268	0.155	0	0.155	0.162

De magnesia-cijfers zijn gemiddelden van de extractie's met NaCl- en NH_4Cl-oplossing, beide evenwel nà uitlooging van de zoute gronden met water.

Door de boventoegepaste omrekening van de gehalten aan kalk, respectievelijk aan kalk plus magnesia, op 100 gram kleihumus is het mogelijk de verschillende gronden, met sterk uiteenloopende gehalten aan klei en humus, met betrekking tot den kalkrijkdom van hunne kleihumussubstantie met elkander te vergelijken. Zoo bevat Wm 116 slechts 0.149 % uitwisselbare CaO tegen 0.569 % CaO in Wm 264, beide cijfers uitgedrukt in procenten op drogen grond. Het eerste monster is evenwel een zeer lichte zavelgrond met slechts 17.3 % kleihumus; het tweede monster is een zeer zware kleigrond met 82.2 % kleihumus. Op kleihumus omgerekend bevat het eerste monster 0.86 % CaO tegen 0.69 % CaO in het tweede monster; de kleihumussubstantie van het eerste monster is dus inderdaad rijker aan kalk dan die van het tweede monster.

In Tabel XV is mede de jonge poldergrond B 2528 uit den Waard- en Groetpolder, alsmede de iets oudere Groninger kleigrond B 1944 uit Amsweer (Groningen) opgenomen. De eerste bevat 1.05 % CaO + MgO

(op CaO omgerekend) op kleihumus ; de tweede 1.21 % (laatste kolom van Tabel XV). De kleihumussubstantie van deze beide kleigronden is practisch goed met basen verzadigd ; de eerste is een nog betrekkelijk jonge poldergrond, rijk aan $CaCO_3$; de tweede grond (B 1944), die iets ouder is, ontving korten tijd vóór de bemonstering een flinke bemesting met kalk.

De gehalten aan CaO + MgO (op CaO omgerekend), in procenten op kleihumus, van de 10 Wm-gronden (laatste kolom van Tabel XV) zijn alle, met uitzondering van Wm 116 (1.12 %) lager dan die van de kleigronden B 2528 (1.05 %) en B 1944 (1.21 %). Nu kan men met vrij groote zekerheid aannemen, dat deze 10 Wm-gronden practisch goed met basen verzadigd zijn. In de eerste plaats toch zijn ze alle 10 rijk aan $CaCO_3$ en reageeren ze alle van bijna neutraal tot zwak alcalisch. In de tweede plaats nemen de vier gronden Wm 263, 264, 280 en 281, die op dit punt onderzocht zijn, uit een oplossing van calciumacetaat (zie hieronder, sub „Praktische adviezen", blz. 263/265 en noot 60) slechts uiterst geringe hoeveelheden kalk op. Op grond hiervan meen ik te kunnen aannemen, dat de som van hun gehalten aan kalk, magnesia, kali en natron in de kleisubstantie ongeveer met die van de poldergronden B 2528 en B 1944 zal overeenkomen. Nu bevatten B 2528 en B 1944 zeer weinig uitwisselbare kali en natron (zie mede Tabel XVI) ; per 100 gram kleihumus komt in practisch goed verzadigde gronden hoogstens ongeveer 1.3 à 1.4 gram CaO (alle basen op CaO omgerekend) voor. Dat wil dus zeggen, dat in de No's Wm 116, 122, 123, 185 en 186, die alle reeds meer dan 1.0 % kalk (plus magnesia) per 100 gram kleihumus bevatten (zie laatste kolom van Tabel XV), waarschijnlijk zeer weinig uitwisselbare natron voorkomt ; de No's Wm 117, 263, 264, 280 en 281 zullen iets meer kali en natron bevatten, maar in ieder geval minder dan het Andijker slik (39).

De 10 Wm-gronden van Tabel XV, die alcalisch reageeren, zullen dus, nà met zoet water te zijn uitgeloogd, totdat de zouten verdwenen zijn, gekenmerkt zijn door een gehalte aan kleihumuskalk, in procenten op kleihumus, van 0.42 % tot 0.86 %, dat lager is dan dat van den jongen poldergrond B 2528 (0.95 %), maar hooger dan dat van het Andijker slik. Blijkens de Andijker publicatie bleken de onderzochte Andijker slikken gemiddeld 0.177 % kleihumuskalk in procenten op kleihumus (maximum 0.216 % en minimum 0.139 %) te bevatten (40). Verder bevatten de 10 Wm-gronden, nà met water te zijn uitgeloogd, vrij hooge gehalten aan uitwisselbare magnesia, zoodat hun gehalte aan uitwisselbare kali en natron, in dezen toestand, vermoedelijk niet hoog zal zijn. Dit zal van gunstigen invloed op hun structuur zijn.

De rijkdom van de kleihumussubstantie aan uitwisselbare basen.

In de vorige paragraaf is er reeds op gewezen, dat de kleihumussubstantie van de 10 Wm-gronden van Tabel XV zeer waarschijnlijk evenals die van den jongen poldergrond B 2528 en den pas gekalkten poldergrond B 1944 practisch goed met basen verzadigd zal zijn. Ik vermoed, dat alle 10 Wm-gronden van Tabel XV ongeveer 1.2 à 1.3 % CaO (MgO, K_2O en Na_2O op CaO omgerekend) per 100 gram kleihumus zullen bevatten, dat is dus ongeveer evenveel als de poldergronden B 2528 en B 1944.

TABEL XV. Uitwisselbare kalk en magnesia in procenten op klei (+ humus).

De uitwisselbare kalk en magnesia in de 10 Wm-gronden zijn bepaald door den grond vóóraf met water en eerst daarnà met NaCl uit te loogen.

Grondmonster No.	pH.	Gehalten in procenten op drogen grond aan:			Klei + humus (op klei omgerekend).	Kleihumuskalk (CaO) in procenten op drogen grond.	Kleihumuskalk in procenten op klei + humus.	Gehalten in procenten op drogen grond aan:			Kleihumus CaO + MgO in procenten op klei + humus.
		$CaCO_3$.	Klei.	Humus.				Kleihumusmagnesia (MgO).	Kleihumusmagnesia (MgO) op kalk (CaO) omgerekend.	Som kleihumus-CaO en MgO.	
Wm 116	7.7	7.2	14.6	0.6	17.3	0.149	0.86	0.032	0.045	0.194	1.12
117	7.6	5.1	10.8	1.0	15.3	0.100	0.65	0.029	0.041	0.141	0.92
122	7.4	11.1	22.1	0.5	24.4	0.195	0.80	0.035	0.049	0.244	1.00
123	7.6	10.6	19.7	0.7	22.9	0.158	0.69	0.049	0.069	0.227	0.99
185	7.7	9.0	12.8	0.1	13.3	0.106	0.80	0.025	0.035	0.141	1.06
186	7.5	8.2	14.1	0.6	16.8	0.137	0.82	0.025	0.035	0.172	1.02
263	7.2	11.4	72.7	0.2	73.6	0.455	0.62	0.142	0.199	0.654	0.89
264	6.8	3.2	76.3	1.3	82.2	0.569	0.69	0.139	0.195	0.764	0.93
280	7.7	7.0	61.6	0.1	62.1	0.261	0.42	0.174	0.244	0.505	0.81
281	7.8	9.3	59.4	0.2	60.3	0.268	0.44	0.162	0.227	0.495	0.82
B 2528	7.8	4.8	64.2	4.1	82.8	0.788	0.95	0.057	0.080	0.868	1.05
B 1944	7.8	1.3	54.3	2.2	64.3	0.665	1.03	0.081	0.113	0.778	1.21

Een geheel ander beeld dan deze neutrale tot zwak alcalische Wm-gronden vertoonen de zure Wm-gronden. Hiervan zijn een viertal (Wm 29, 267, 43 en 70) op uitwisselbare basen (CaO, MgO, K_2O en Na_2O) onderzocht. Het onderzoek vond plaats door de zoute gronden met een NaCl-, respectievelijk een NH_4Cl-oplossing uit te loogen en van de gevonden gehalten de gehalten aan in water oplosbare kalk, magnesia, kali en natron af te trekken. Het betreft hier vier zure gronden, zonder koolzure kalk (op enkele schelpresten na), zoodat de in Hoofdstuk I (blz. 184—185) geschetste omzetting van den grond met de koolzure kalk bij het uitloogen met water hier buiten beschouwing kan blijven. Aangezien deze vier zure gronden verder slechts vrij geringe hoeveelheden uitwisselbare basen bevatten, is het aan te nemen, dat bij het uitloogen met water slechts uiterst geringe sporen van deze basen uit de kleisubstantie in oplossing zullen gaan. Met vrij groote zekerheid mag dan ook worden aangenomen, dat de in Tabel XVI (blz. 258) gegeven gehalten aan uitwisselbare basen, ondanks de gevolgde methode, vrij juist zijn (zie verder sub methoden, blz. 185).

De resultaten van het onderzoek zijn — met die van B 2528 en B 1944 (zie Tabel XV) — in Tabel XVI (blz. 258) opgenomen. De cijfers van deze Tabel mogen aan een voorbeeld nader worden toegelicht.

Grondmonster Wm No. 29 bevat, in procenten op drogen grond: 0.8 % koolzure kalk; 73.2 % klei en 3.0 % humus, dat is 73.2 + 4.55 × 3.0 = 86.8 % klei + humus (op klei omgerekend). Dan volgen de gehalten aan uitwisselbare basen in procenten op drogen grond, respectievelijk 0.248 % CaO, 0.139 % MgO, 0.075 % K_2O en 0.124 % Na_2O. Deze gehalten zijn daarnà alle op CaO omgerekend en opgeteld, wat 0.602 % basen (op CaO omgerekend) geeft. Daarnà zijn de gehalten aan kalk in procenten op kleihumus alsvolgt berekend: 100 × 0.248 : 86.8 = 0.286 % CaO en 100 × 0.602 : 86.8 = 0.69 % basen (op CaO omgerekend). De grond reageert vrij zuur (pH = 5.5). Dan volgen de gehalten aan basen op drogen grond in equivalenten, respectievelijk 8.9 — 7.0 — 1.6 — 4.0, S(som) = 21.5; dat is dus S op 100 gram kleihumus 100 × 21.5 : 86.8 = 24.8. Dat wil dus zeggen, dat 100 gram kleihumus van Wm 29 bevatten 24.8 milligramequivalenten basen; alle basen op CaO omgerekend, geeft dit dus 24.8 × 28 = 694 milligram CaO = 0.69 gram CaO, welk cijfer reeds hierboven genoemd is. Ten slotte volgen dan de equivalenten op Som = 100 (41 + 33 + 7 + 19 = 100).

In Tabel XVI zijn mede de overeenkomstige cijfers van den jongen poldergrond B 2528 en den bekalkten kleigrond B 1944 opgenomen.

In de eerste plaats zij nu opgemerkt, dat de gehalten aan kalk van dit type van gronden, zoowel die in procenten op drogen grond (0.665 — 0.788 — 0.248 — 0.468 — 0.239 — 0.246) als die in procenten op kleihumus (1.03 — 0.95 — 0.29 — 0.43 — 0.33 — 0.30), geen juist beeld geven, van wat men den verzadigingstoestand van de kleihumussubstantie met basen van deze gronden kan noemen. Het juiste beeld krijgt men eerst door de som van alle basen te nemen, hetzij op CaO omgerekend (1.28 — 1.12 — 0.69 — 0.63 — 0.50 — 0.44), hetzij in milligramequivalenten, dus S op 100 gram kleihumus (45.9 — 40.0 — 24.8 — 22.3 — 18.0 — 15.8).

TABEL XVI. Uitwisselbare basen in een tweetal normale poldergronden, waarvan de eerste (B 1944) bekalkt is, en in een viertal zure kleigronden.

Verband tusschen kalkrijkdom van de kleihumussubstantie en pH.

Herkomst grondmonster.		Amsweer (Groningen) B 1944.	Waard- en Groetpolder B 2528.	Wm No. 29.	Wm No. 267.	Wm No. 43.	Wm No. 70.
In procenten op drogen grond.	koolzure kalk.....	1.3	4.8	0.8	0.5	0.9	1.0
	klei.....	54.3	64.2	73.2	80.4	53.0	64.4
	humus.....	2.2	4.1	3.0	6.4	4.1	4.1
	klei + humus (omgerekend).....	64.3	82.8	86.8	109.5	71.6	83.0
Gehalten aan uitwisselbare basen of basen in de kleihumussubstantie in procenten op drogen grond.	kalk (CaO).....	0.665	0.788	0.248	0.468	0.239	0.246
	magnesia (MgO)	0.081	0.057	0.139	0.123	0.080	0.073
	kali (K_2O).....	0.023	0.035	0.075	0.071	0.019	0.028
	natron (Na_2O)..	0.035	0.044	0.124	0.003	0	0
	basen (op CaO berekend).....	0.826	0.927	0.602	0.686	0.361	0.367
Gehalten in procenten op klei + humus.	kalk (CaO).....	1.03	0.95	0.29	0.43	0.33	0.30
	basen (op CaO berekend).....	**1.28**	**1.12**	**0.69**	**0.63**	**0.50**	**0.44**
pH (waterige grondsuspensie)		7.8	7.8	5.5	5.4	4.2	4.4
Milligramequivalenten basen op 100 gram drogen grond.	CaO	23.8	28.1	8.9	16.7	8.5	8.8
	MgO.....	4.1	2.9	7.0	6.2	4.0	3.7
	K_2O	0.5	0.7	1.6	1.5	0.4	0.6
	Na_2O	1.1	1.4	4.0	0.1	0	0
	Som	29.5	33.1	21.5	24.5	12.9	13.1
idem som basen op 100 gram klei + humus		45.9	40.0	24.8	22.3	18.0	15.8
Equivalenten basen op som = 100 (onderlinge verhouding van de uitwisselbare basen).	CaO	80	85	41	68	66	67
	MgO.....	14	9	33	25	31	28
	K_2O	2	2	7	6	3	5
	Na_2O	4	4	19	1	0	0
	Som	100	100	100	100	100	100

De uitwisselbare basen van de bovenstaande vier Wm-gronden (29, 267, 43 en 70) zijn bepaald door de zoute gronden met een NaCl-, resp. een NH_4Cl-oplossing uit te loogen en van de gevonden gehalten de gehalten aan in water oplosbare kalk, magnesia, kali en natron af te trekken.

Als we de kleihumussubstantie van den jongen poldergrond B 2528 als practisch goed met basen verzadigd beschouwen (1.12 gram basen, op CaO omgerekend, per 100 gram kleihumus), dan is de kleisubstantie van den bekalkten grond B 1944 zelfs zeer goed met basen verzadigd (1.28). Daarnà volgen dan de Wm-gronden No. 29 en No. 267 met 0.69 en 0.63 en dan de twee laatste gronden met 0.50 en 0.44, die vrij slecht met basen verzadigd zijn. De eerste twee gronden (B 2528 en B 1944) reageeren zwak alcalisch (pH = 7.8) ; de volgende twee vrij zuur (pH van 5.5 en 5.4) en de laatste twee reeds sterk zuur (pH van 4.2 en 4.4). Het valt niet te ontkennen, dat er volgens deze cijfers, althans in groote lijnen, een verband bestaat tusschen den zuurgraad van den grond (pH van de waterige grondsuspensie) en den verzadigingstoestand van de kleihumussubstantie met basen. Naarmate de kleihumussubstantie minder met basen verzadigd is, reageert de grond — in algemeene trekken — minder zuur (42). Ook voor andere gronden heb ik reeds vroeger dit verband aangetoond (43).

De onderlinge verhouding van de uitwisselbare basen geeft weer een ander beeld (slot van Tabel XVI). In de beide poldergronden overheerschen de tweewaardige basen (CaO + MgO = 80 + 14 = 94 en 85 + 9 = 94) verre boven de eenwaardige basen ($K_2O + Na_2O = 2 + 4 = 6$). Eenzelfde beeld vertoonen de 3 laatste gronden (ongeveer 95 CaO + MgO tegen slechts 5 $K_2O + Na_2O$), met dit verschil evenwel, dat de laatste 3 gronden wat meer magnesia bevatten dan B 2528 en B 1944. De Wm-grond No. 29 bezit nog vrij wat kali en natron (7 + 19 = 26 tegen 41 + 33 = 74 CaO + MgO) en is in dit opzicht met de overstroomde gronden uit den Anna Paulownapolder en den Bathpolder met vrij goede structuur te vergelijken (zie tabel XIII) ; men kan dezen grond desnoods reeds onder de natronkleigronden rangschikken.

Men kan zich nu het volgende beeld van de wordingsgeschiedenis van de zure gronden Wm 267, 43 en 70 vormen. Bij hun ontstaan zullen zij meer of minder koolzure kalk bevat hebben, terwijl hun kleisubstantie practisch goed met basen verzadigd geweest zal zijn (S per 100 gram kleihumus ongeveer 40 à 45 ; dat is ongeveer 1.1 à 1.3 gram CaO, alle basen op CaO omgerekend, per 100 gram kleihumus). In verband hiermede zullen zij zwak alcalisch gereageerd hebben. Onder de uitwisselbare basen zal de kalk minder naar voren zijn getreden ; het zullen natronkleigronden of misschien nog beter gezegd : magnesia-natron-kleigronden geweest zijn. Bij het droogkomen zal het gehalte aan kleihumuskalk ten koste van het gehalte aan $CaCO_3$ gestegen zijn ; de gronden zijn daarbij in normale kalkkleigronden, als B 2528 en B 1944, omgezet. Daarnà is eerst de koolzure kalk uit den grond uitgespoeld en daarnà een deel van de kalk uit de kleihumussubstantie, tengevolge waarvan de grond een meer en meer zure reactie verkregen heeft. Het schijnt, dat — bij dit verlies van de kleihumusbasen (Entbasung) — de magnesia nog vrij sterk door de kleihumussubstantie wordt vastgehouden (44).

Op grond van het bovenstaande meen ik te mogen aannemen, dat de sterk zure gronden arm aan kali en natron in de kleihumussubstantie zullen zijn, terwijl hun gehalte aan magnesia niet hoog is. Het zal dus vooral de kleihumuskalk zijn, die den verzadigingstoestand van de sterk zure gronden

beheerscht. Is dit juist, dan geeft het gehalte van de kleihumussubstantie aan kleihumuskalk reeds een vrij goed beeld van den verzadigingstoestand van de kleihumussubstantie van de sterk zure gronden. Van een 8-tal vrij sterk tot zeer zure Wm-gronden zijn in Tabel XVII (blz. 260) opgenomen de gehalten aan klei en humus, aan klei plus humus (op klei omgerekend) en aan uitwisselbare kalk, alle vier cijfers in procenten op drogen grond. Uit de twee laatste cijfers is het gehalte aan kalk in procenten op kleihumus berekend (100 × 0.665 : 64.3 = 1.03 ; enz.). Bovendien zijn in deze Tabel de zwak alcalisch reageerende gronden B 2528 en B 1944 opgenomen.

Uit Tabel XVII zien we een groot verschil in den rijkdom aan kalk in de kleihumussubstantie, loopende van 1.03 % CaO (in % op kleihumus) in den bekalkten poldergrond B 1944 (pH = 7.8) tot slechts 0.07 % CaO

TABEL XVII. Verband tusschen zuurgraad (pH) en uitwisselbare kalk in de kleihumussubstantie in zure en sterk zure gronden.

Grondmonster No.	Gehalten in procenten op drogen grond aan:				Uitwisselbare kalk in procenten op kleihumus (berekend).	pH.
	Klei (1 + 2).	Humus.	Klei + humus (op klei omgerekend).	Uitwisselbare kalk (CaO).		
B 1944	54.3	2.2	64.3	0.665	1.03	7.8
B 2528	64.2	4.1	82.8	0.788	0.95	7.8
Wm 19	18.0	46.0	227.1	0.824	0.36	5.1
31	14.9	47.2	229.4	0.661	0.29	4.1
43	53.0	4.1	71.6	0.239	0.33	4.2
70	64.4	4.1	83.0	0.246	0.30	4.4
198	79.5	11.0	129.5	0.145	0.11	3.1
199	77.2	14.1	141.3	0.103	0.07	2.8
258	36.6	43.8	235.7	0.904	0.38	4.4
267	80.4	6.4	109.5	0.468	0.43	5.4
Andijker slik	58.2	2.2	68.2	0.321	0.47	7.7

in den uiterst zuren grond Wm 199 (pH = 2.8). Er bestaat zonder twijfel eenig verband tusschen den kalkrijkdom van de kleihumussubstantie en den zuurgraad (pH) van den grond. Natuurlijk moeten altijd vergelijkbare gronden met elkander vergeleken worden, dat wil in dit geval zeggen : gronden, wier kleihumussubstantie in hoofdzaak alleen kalk en practisch

geen magnesia, kali en natron bevat. In Tabel XVII is ook een monster Andijker slik opgenomen (vroeger No. x, thans No. B 2878), dat slechts 0.47 % kleikalk op kleihumus bevat, dat is dus ongeveer zooveel klak als de zure grond Wm 267 (0.43) en aanzienlijk minder kalk dan de poldergronden B 1944 (1.03) en B 2528 (0.95). En toch reageert het Andijker slik alcalisch (pH = 7.7). Maar ,het is reeds meermalen gezegd, de kleihumussubstantie van het Andijker slik bevat, naast kalk, nog groote hoeveelheden magnesia en natron.

Zure klei en zuur veen van van Bemmelen.

In ons regenrijk (humied) klimaat valt bij de verweering van den grond o.m. het volgende waar te nemen. Eerst spoelt de koolzure kalk uit den grond weg ; daarnà volgt de kalk (en de andere basen) uit de kleihumussubstantie (45). Bij dit proces vermindert de verzadigingstoestand van de kleihumussubstantie en verschuift dientengevolge de aanvankelijk zwak alcalische reactie van den grond meer en meer in de zure richting. Dit proces speelt zich in alle Nederlandsche gronden, die door het regenwater worden uitgeloogd (46), meer of minder snel af (47).

In de gronden, die met de zouten van het zeewater gedrenkt zijn, kunnen — naast de zuur reageerende, basenarme kleihumussubstantie — ook nog sterk zuur-reageerende sulfaten van ijzer (en aluminium) optreden. Van Bemmelen heeft de wijze van vorming van dergelijke formatie's in het Nederlandsche alluvium uitvoerig in zijn klassieke verhandeling „Bijdragen tot de kennis van den alluvialen bodem in Nederland" (48) beschreven. Voor hen, die dit werk niet te hunner beschikking hebben, zij naar mijn Vechtrapport (49) verwezen. Ik volsta hier met de volgende, zeer korte uiteenzetting. Bij afsluiting van de lucht treden in den grond reductieprocessen op. Bevat de grond sulfaten van het zeewater, dan vormt zich bij dit reductieproces het zwart gekleurde zwavelijzer (FeS). De kleur van de zwarte laag, die men in kweldergronden soms reeds op enkele centimeters diepte kan waarnemen, is van dit zwavelijzer afkomstig. Bij toetreding van de lucht oxydeert het zwavelijzer tot ijzersulfaat ($FeSO_4$), dat sterk zuur reageert. Zoolang de bodem nu nog rijk is aan koolzure kalk ($CaCO_3$), wordt het ijzersulfaat bij zijn vorming onmiddellijk in gips en ijzéroxyde (Fe_2O_3) omgezet, welke beide stoffen neutraal reageeren. Onze Nederlandsche kweldergronden bevatten gelukkig voldoende koolzure kalk, om het zure ijzersulfaat in het onschadelijke gips en ijzeroxyde om te zetten (50). Men moet zich nu voorstellen, dat in vroegere tijden in het Nederlandsch alluvium kleigronden met een riet- of andere vegetatie werden aangetroffen, die geregeld door brak water gedrenkt werden en waaruit, nà lange jaren, alle koolzure kalk uitgespoeld is. De vorming van het ijzersulfaat ($FeSO_4$) bleef intusschen haar gang gaan. Nà de verdwijning van de koolzure kalk kon geen omzetting van het ijzersulfaat in gips en ijzeroxyde meer plaats vinden ; het ijzersulfaat bleef dus in den grond achter, waar het tot basisch ferrisulfaat geoxydeerd werd. Ook deze stof reageert sterk zuur. Ze komt op vele plaatsen in het Nederlandsch alluvium als gele ophoopingen voor (katteklei). In een grond, die rijk aan basisch ferrisulfaat is, treedt als het

ware een stilstand van het organische leven in. Geen enkele levende plantenwortel, zegt van Bemmelen, komt in dergelijke gronden voor; ook de gewone gistingen en rottingen, zooals de humificatie, staan stil. De vele stengels en andere plantenoverblijfselen veranderen niet in zwarten, vruchtbaren humus, maar blijven schijnbaar onveranderd. De rietvezels verteren niet (van Bemmelen, blz. 54 en 99). Dit is wat van Bemmelen „zure klei of zuur veen" genoemd heeft.

In Bijlage V van zijn Wieringermeerrapport (51) deelt van Bemmelen mede, geen monster van deze volstrekt onvruchtbare grondsoort in een der boringen te hebben opgespoord. Wel was zij te verwachten en wel daar, waar eilanden of buitenpolderlanden hebben bestaan, die met riet begroeid en met brak water bespoeld zijn. Zij was hoogstens hier en daar langs de kust van Wieringen te verwachten, maar zeker niet aan de Westkust, langs den dijk van de Anna Paulowna- en Waard- en Groetpolders of langs den zeedijk van West-Friesland.

Onder de 51 boringen van het jaar 1927 bevinden zich een viertal, waarin zeer sterk zure lagen worden aangetroffen (zie Tabel XVIII).

TABEL XVIII.

Boring (jaar 1927) No.	Kaartplek No.	Kaartvak.	Wm No.	pH.
6	47	D 7	30	3.0
13	50	D 10	71	3.4
			72	3.2
35	40	J 9	198	3.1
			199	2.8
26	39	I 9	148	3.5

Met het oog op de zeer sterk zure reactie meen ik de 6 Wm-gronden van de boringen 6, 13, 35 en 26 (zie Tabel XVIII) tot de zure klei, respectievelijk het zure veen van van Bemmelen te moeten rekenen. Voor een uitvoerig onderzoek van deze gronden beschikte ik over te weinig stof. Alleen van een tweetal (Wm 198 en Wm 199) is het gehalte aan in water oplosbaar ijzer (en aluminium) bepaald kunnen worden. Het bleek respectievelijk 0.26 % en 0.50 % ($Fe_2O_3 + Al_2O_3$) te zijn (52).

Zure lagen.

Behalve de vier in Tabel XVIII genoemde plekken komen nog een vrij groot aantal plekken met meer of minder zure lagen in het Wieringermeer voor. Zonder ik enkele grondmonsters met de zeer zwak zure reactie van pH = 6.5 tot 7 uit, dan kom ik totaal tot 16 boringen (jaar 1927), waarin zure lagen worden aangetroffen. Ze zijn in Tabel IX (blz. 264) opgenomen. Van de 19 plekken van deze Tabel bevatten een drietal (boring 14, kaartplek

62, idem 21, kaartplek 60 en 49, kaartplek 32) geen zure lagen. De zure lagen zijn dus alleen daar aangetroffen, waar de grond meer of minder humusrijk, respectievelijk venig is.

Zooals reeds werd opgemerkt, bevatten de boringen 6, 13, 35 en 26 (kaartplekken 47, 50, 40 en 39) de zeer zure klei en veen van van Bemmelen. De boringen 14, 8 en 48, 51 en 46 (kaartplekken 62, 96 en 31, 28 en 24) bevatten gronden met pH's tusschen 4 en 5 in. De gronden van de overige 7 boringen 1, 9, 10, 4, 7, 27 en 47 (kaartplekken 1, 121, 103, 48, 49, 66 en 29) reageeren niet zuurder dan pH = 5.1.

Zonderen we de vier plekken van Tabel XVIII uit, dan worden de zure lagen op vrij groote tot groote diepte aangetroffen, met uitzondering van de boringen 8 (kaartplek 96) en 46 (kaartplek 24), waar de zure laag reeds op 50 c.M., respectievelijk 30 c.M. diepte begint (pH = 4.3, respectievelijk 4.4).

Practische adviezen.

Zooals uit de cijfers van de Tabellen XV en XVII blijkt, zijn de op dit punt onderzochte Wieringermeergronden alle gekenmerkt door een laag gehalte aan kleihumuskalk. Terwijl de jonge poldergrond B 2528, in procenten op kleihumus, 0.95 % kalk (CaO) bevat, liggen de kalkgehalten van de alcalische gronden van Tabel XV — nà uitloogen met zoetwater — tusschen 0.42 % en 0.86 % in en die van de 8 zure gronden van Tabel XVII tusschen 0.07 % en 0.43 % (CaO in procenten op kleihumus). Bij het in cultuur brengen van de Wieringermeergronden zal het gehalte aan kleihumuskalk van de beide groepen van gronden (Tabel XV en XVII) verhoogd moeten worden.

Eerste groep. Alcalische gronden, rijk aan koolzure kalk (Tabel XV), arm aan kleihumuskalk, waar tegenover een hoog gehalte aan kleihumus-magnesia-kali-natron staat. Zooals reeds in de Andijker publicatie (53) is medegedeeld, is in de eerste plaats de kalk van de koolzure kalk aangewezen, om de natron (en ook de magnesia en kali) van deze natronkleigronden door kalk te vervangen. Een goede afwatering is in staat het omzettingsproces: natronklei + $CaCO_3 \rightleftarrows$ kalkklei + Na_2CO_3 in hooge mate te bevorderen (54). Zoo noodig, kan getracht worden met in water oplosbare neutrale kalkzouten (gips en ook calciumnitraat) de bovenaangegeven omzetting te hulp te komen, terwijl mogelijk ook een bemesting met zwavel (S) gunstig werken kan (omzetting van zwavel in zwavelzuur, dat met de koolzure kalk gips vormt).

Tweede groep. Zure gronden, zonder koolzure kalk (Tabel XVII), arm aan kleihumuskalk en evenzoo aan kleihumus-magnesia-kali en natron. Ook voor deze gronden is een goede ontwatering aan te bevelen, omdat de pH van deze zure gronden bij uitloogen met zoet water stijgt, dat is in de alcalische richting verschuift (55). Vooral bij die gronden, die in water oplosbare, zure ijzerverbindingen bevatten, is uitloogen met zoet water van groot nut (56).

Verder zal het noodig zijn de sterk zure gronden te bekalken, waarvoor kalk in den vorm van calciumoxyde of calciumcarbonaat te gebruiken is.

Ten einde een indruk te krijgen van de hoeveelheid kalk, die uit een practisch oogpunt op de zure gronden noodig kan zijn, is een 7-tal van deze gronden volgens de methode-Kappen onderzocht. De methode Kappen (57) is uiterst eenvoudig. De gronden worden met een oplossing van calciumacetaat geschud en daarna gefiltreerd. De kleihumussubstantie van de zure gronden adsorbeert een gedeelte van de kalk uit de calciumacetaat-oplossing, welke hoeveelheid door titratie van het filtraat bepaald kan worden. Bij een onderzoek van een aantal typische gronden is mij (58) gebleken, dat de gronden bij opname van de volgens de methode-Kappen bepaalde hoeveelheid kalk een pH van ongeveer 6.5 verkrijgen.

In Tabel XIX (blz. 264) zijn de kalkcijfers volgens Kappen van eenige zure Wm-gronden opgenomen.

TABEL XIX. Kalkcijfers volgens Kappen.

Grondmonster No. Wm.	Gehalten in procenten op drogen grond aan:		Kalk (CaO) volgens Kappen in % op klei + humus.	pH.	Uitwisselbare kalk in % op klei + humus (Tabel XVII en XVI).	Som kolom 4 en kolom 6.
	Kalk (CaO) volgens Kappen.	Klei + humus (op klei omgerekend).				
198	0.563	129.5	0.44	3.1	0.11	0.55
43	0.246	71.6	0.34	4.3	0.33	0.67
70	0.255	83.0	0.31	4.5	0.30	0.61
29	0.177	86.8	0.21	5.4	0.29	0.50
18	0.168	90.6	0.18	5.9	n. b.	—
267	0.101	109.5	0.09	5.6	0.43	0.52
54	0.070	95.2	0.07	6.1	n. b.	—

100 gram drogen grond van Wm 198 leggen bij de behandeling volgens Kappen 0.563 gram kalk (CaO) uit de calciumacetaat-oplossing vast (59) en aangezien deze grond 129.5 gram kleihumus bevat, legt 100 gram kleihumus dus $100 \times 0.563 : 129.5 = 0.44$ gram CaO vast. De pH van den oorspronkelijken grond is 3.1; bij opname van 0.563 gram kalk (CaO) per 100 gram grond stijgt de pH tot ongeveer 6 à 6.5. Uit de cijfers van Tabel XIX ziet men direct eenig verband tusschen den zuurgraad van den

grond (pH) en het kalkcijfer volgens Kappen, mits men dit laatste op kleihumus omrekent. De sterk zure grond Wm 198 (pH = 3.1) heeft een hoog Kappen-cijfer (0.44); het Kappen-cijfer van den zeer zwak zuren grond Wm 54 (pH = 6.1) is slechts 0.07 (60).

Uit Tabel XVII en XVI zagen we, dat er ook verband was tusschen de kalkgehalten van de zure gronden en hunne pH's. De sterk zure grond Wm 198 bezit slechts 0.11 % CaO (in procenten op kleihumus) tegen 0.43 % CaO in den minder zuren grond Wm 267 (zie Tabel XIX). De laatste kolom van Tabel XIX bevat de som van het Kappen-cijfer en het gehalte aan uitwisselbare kalk (0.44 + 0.11 = 0.55). Ik had verwacht, dat de cijfers van deze laatste kolom weinig uiteen zouden loopen, terwijl de verschillen vrij groot blijken te zijn (van 0.67 tot 0.50). Men moet evenwel niet uit het oog verliezen, dat men feitelijk in plaats van de uitwisselbare kalk de waarde S zou moeten nemen, dat is de som aan de vier uitwisselbare basen.

Het cijfer van kolom 2 van Tabel XIX geeft nu eenig idee van de grootte van de kalkbemesting, waar het hier om gaat. Zoo zullen 100 gram droge grond van Wm 198 moeten adsorbeeren 0.563 gram kalk (CaO), om van een pH = 3.1 tot een pH van ongeveer 6 à 6.5 te stijgen. Zoolang het volumegewicht van dezen grond niet bekend is, kan deze hoeveelheid kalk niet per H.A. worden omgerekend. Neemt men in een laag van zekere dikte bijv. 2 000 000 K.G. drogen grond per H.A. aan, dan moet de grond van deze laag dus 11 260 K.G. CaO adsorbeeren, om een zwak zure reactie (pH van 6 à 6.5) te krijgen. Men moet hierbij evenwel niet vergeten, dat men er met een bemesting van de in het laboratorium gevonden hoeveelheid van 11 260 K.G. kalk (CaO) per H.A. in de praktijk nog niet komt, ook al wordt de kalk nog zoo innig mogelijk met deze laag vermengd. Op den duur zal op het veld ongeveer 2 à 3 maal meer kalk gegeven moeten worden, om de zeer zwak zure tot neutrale reactie (pH ongeveer 6.5 à 7) te bereiken (61).

Afgescheiden van de zeer sterk zure gronden van Tabel XVIII, blijken de zure Wieringermeer-gronden geen bovenmatig groote kalkgiften noodig te hebben. Bovendien moet bedacht worden, dat het meerendeel van de gevonden zure lagen op vrij groote diepte wordt aangetroffen.

HOOFDSTUK VI.

BIZONDERE GEGEVENS.

1°. Splitsing van de klei in de fractie's 1 en 2.

Van een 13-tal zeer zware tot lichte kleigronden en zavelgronden heeft een splitsing van de klei (som fractie 1 + 2, dat zijn deeltjes kleiner dan 0.016 millimeter diameter) in de fractie's 1 (deeltjes kleiner dan 0.002 m.M.) en 2 (deeltjes van 0.002—0.016 m.M.) plaats gehad. In Wm 197 bijv. werd gevonden 55.2 % van fractie 1 en 24.1 % van fractie 2, samen dus 79.3 % klei (1 + 2), zooals in Tabel VI is opgegeven. Het verhoudingscijfer tusschen de beide fractie's 1 en 2 is dus 24.1 : 55.2 = 0.44. Voor dit verhoudingsgetal van de 13 Wm-gronden is gemiddeld gevonden 0.41, (hoogste waarde 0.51 en laagste waarde 0.33). Met behulp van dit gemiddeld cijfer kunnen de beide fractie's 1 en 2 van de kleisubstantie bij benadering berekend worden. Zoo bevat bijv. grondmonster Wm 1 (zie Tabel VI) 49 % klei; dat is dus 49 : 1.41 = 34.7 % fractie 1 en 14.3 % fractie 2.

Het verhoudingscijfer van de onderzochte Andijker gronden was gevonden op gemiddeld 0.40, dat van de zeekleigronden op eveneens gemiddeld 0.40. Voor zoover onderzocht, komen de Wieringermeergronden op dit punt dus met de Andijker gronden en de zeekleigronden in het algemeen overeen. Zooals bekend, geven de zware leemgronden een aanzienlijk hooger verhoudingscijfer, terwijl het verhoudingscijfer van de rivierkleigronden tusschen dat van de zeekleigronden en de zware leemgronden in ligt.

2°. Grootste afmeting van de zanddeeltjes.

Van de twee monsters Wm 12 en 13, met zeer hooge gehalten aan fractie 4, respectievelijk 78.0 % en 73.7 %, alsmede van Wm No. 24 met 37.4 % van fractie 4, zijn de afmetingen van de zanddeeltjes van fractie 4 met de microscoop gemeten.

In Wm No. 12 werd een enkel korreltje van 1.4 millimeter (grootste afmeting) aangetroffen; overigens bleven de korrels beneden de 0.5 millimeter middellijn. In Wm 13 kwam ook een enkele korrel van 1.4 m.M. voor, daarnaast enkele van 0.5—0.75 m.M., terwijl ook in dit monster de meeste korrels kleiner dan 0.5 m.M. middellijn bleken te zijn. Van Wm 24 bleven alle korrels onder de 0.5 m.M. middellijn; fractie 4 van dit monster bevatte ook meer kleinere korrels (van 0.15—0.30 m.M. ongeveer) dan fractie 4 van de beide andere monsters. De kleinste korrels van fractie 4 bleken bij Wm 12 en 13 ongeveer 0.17 m.M., bij Wm 24 ongeveer 0.14 m.M. te zijn, wat dus goed overeenkomt met de onderste grens van fractie 4 (0.152 m.M.).

TABEL XX. Gehalten aan schelpmateriaal, grooter dan ongeveer 1 millimeter.

No Wm.	% schelpen (veront-reinigd.)	Bizonderheden.	No. Wm.	% schelpen (veront-reinigd.)	Bizonderheden.
11	8.4	schelpen, slakken-huisjes, slik.	138	0.7	schelpen + iets zand.
12	4.1	schelpen, slakken-huisjes.	140	1.0	schelpen.
			141	0.2	schelpen.
17	0.5	schelpen.	142	0.3	schelpen.
24	1.6	schelpen + kleine slakkenhuisjes.	144	0.3	schelpen + wat org. resten.
25	0.6	schelpen + steen-tjes.	151	3.0	schelpen.
			157	3.3	schelpen.
29	3.0	schelpen.	162	3.8	schelpen.
36	3.9	schelpen, meest slakkenhuisjes.	168	1.0	schelpen.
			174	2.5	schelpen.
42	0.8	schelpen.	178	0.1	schelpen.
53	3.1	schelpen + kleine slakkenhuisjes + 'n paar steentjes.	179	0.1	schelpen + iets slik.
			180	0.3	schelpen.
			181	0.2	schelpen met stuk-jes glas?
58	4.6	schelpen.			
64	1.2	schelpen.	182	0.3	schelpen.
78	0.8	schelpen.	184	1.2	schelpen.
82	0.6	schelpen doch meest steentjes.	185	0.9	schelpen.
			186	0.9	schelpen.
93	0.3	schelpen + droge slikkorrels.	187	0.4	schelpen.
			188	2.5	schelpen.
99	0.2	schelpen.	189	0.4	schelpen.
100	0.7	schelpen.	190	0.6	schelpen.
101	1.0	schelpen.	191	0.6	schelpen + veel slikkorreltjés.
106	0.2	schelpen.			
108	0.5	schelpen.	192	2.1	schelpen + wat slakkenhuisjes.
132	0.3	schelpen.			
133	3.6	schelpen.	234	5.0	schelpen + slakken-huisjes.
134	0.4	schelpen.			
137	0.2	schelpen.	240	2.1	schelpen.

Uit dit onderzoek blijkt, dat fractie 4 zelfs bij de zandigste Wm-gronden (Wm 12 en 13) bestaat uit wat dr. Steenhuis (62) matig grof zand noemt, dat is zand van een korrelgrootte van 0.15 tot 0.5 millimeter middellijn, waarbij dan nog valt op te merken, dat het gehalte aan de onderfractie 0.3 tot 0.5 m.M. gering is. Evenals in den Andijker Proefpolder komen in het Wieringermeer geen bepaald grofkorrelige zandgronden voor.

3°. Grof schelpenmateriaal.

Bij de bemonstering en later bij het fijnstampen van de monsters werd het grovere schelpmateriaal zooveel mogelijk uitgezocht. Het bleek evenwel vrij broos te zijn, zoodat het grootendeels in kleine schelpjes uiteenviel en door de zeef van 1 m.M. maaswijdte heenging. Tabel XX bevat de gehalten aan grof schelpmateriaal (grooter dan ongeveer 1 m.M.) met eenige bizonderheden. De schelpen zijn niet gereinigd en bevatten dus geen volle 100 % $CaCO_3$.

4°. Kleur van de monsters.

Verreweg het grootste gedeelte van de minerale Wm-monsters is van licht- tot donkergrijs gekleurd; de humusrijke en veenige gronden hebben een meer of minder bruine tot donkerbruine kleur. De volgende humusarme, zandige monsters zijn eveneens meer of minder bruin gekleurd: 22*a*, 23*a*, 24, 25, 33, 34, 52, 114, 115, 127 en 173, terwijl ook in de zware kleigronden Wm No. 111 en 220 iets bruin gekleurd zand voorkomt. Verder bleek de laag van 150—250 c.M. diepte (Wm 22 en 23) van boring 4 (kaartplek 48, vak D 7) naast bruin zand ook meer of minder donker gekleurd zand te bevatten. Zooals uit Tabel VI blijkt, is er ook verschil in mechanische samenstelling tusschen deze twee verschillend gekleurde zanden.

Tenslotte werden bij het slibben van de grondmonsters Wm 133, 191, 194 en 195 enkele glimmer stukjes en zwarte korreltjes opgemerkt; iets meer glimmerstukjes in Wm 161 en wat bruine korreltjes in Wm 264 en 290. Wat deze bruine korreltjes betreft, zij nog opgemerkt, dat zij zeer gemakkelijk met den vinger stuk te wrijven zijn. Het schijnen agregaten van kleinere zandkorreltjes te zijn, die door bruin ijzeroxyde bijeengehouden worden. Hiermede klopt ook het waargenomen feit, dat deze bruine agregaten langzamer bezinken dan de iets kleinere, massieve zandkorrels. Bij een mengsel van beide vindt men, nà het bezinken, de bruine korrels grootendeels op de witte korrels liggen. Het soortelijk gewicht van de agregaten is dus iets kleiner dan dat van de massieve, witte korrels.

Indien daar later tijd voor is, zal een nader mineralogisch onderzoek worden ingesteld. Mogelijk blijkt daarbij, dat sommige van de onderzochte zandgronden van diluvialen herkomst zijn (63).

5°. Gehalten aan phosphorzuur.

In een 15 Wieringermeer-gronden, van 5 boorplekken, zijn de gehalten aan phosphorzuur (P_2O_5), oplosbaar in salpeterzuur en citroenzuur, bepaald. Zooals reeds in de Andijker publicatie werd medegedeeld, komt het phosphorzuur, althans voor een deel, op de een of andere wijze gebonden in de kleihumussubstantie voor. Tot nu toe is het evenwel niet gelukt het phosphorzuur in de kleihumussubstantie van het op andere wijze gebondenphosphorzuur te scheiden. Het is dus niet mogelijk, het gehalte aan phosphorzuur op kleihumussubstantie om te rekenen, zooals dit voor de kleihumuskalk gedaan is. Voorloopig moet men zich beperken tot een onderlinge vergelijking van gronden, die nagenoeg even rijk aan klei en humus zijn.

Tabel XXI bevat de resultaten van het onderzoek op phosphorzuur.

TABEL XXI. Gehalten aan phosphorzuur (P_2O_5).

Grondmonster N°.	pH.	Gehalten in procenten op drogen grond aan:				Relatieve oplosbaarheid van het phosphorzuur.
		Klei (1 + 2)	Humus.	Phosphorzuur, oplosbaar in salpeterzuur.	Phosphorzuur, oplosbaar in citroenzuur.	
Wm 17	7.7	50.7	1.7	0.073	0.016	22
18	5.9	62.4	6.2	0.065	0.017	26
19	5.1	18.0	46.0	0.046	0.010	22
47	7.5	49.4	0.6	0.125	0.052	42
48	7.3	41.4	0.1	0.110	0.041	37
180	7.6	13.5	0.2	0.073	0.011	15
181	7.8	8.9	0.1	0.058	0.008	14
197	6.6	79.3	4.5	0.119	0.048	40
198	3.1	79.5	11.0	0.113	0.041	36
199	2.8	77.2	14.1	0.106	0.034	32
200	7.1	14.2	0.7	0.091	0.015	16
201	7.2	36.9	2.0	0.111	0.023	21
202	6.9	45.2	2.5	0.111	0.027	24
263	7.2	72.7	0.2	0.114	0.044	39
264	6.8	76.3	1.3	0.121	0.055	45
An 21	7.8	53.0	2.8	0.179	n. b.	
162	7.8	63.8	3.8	0.232	0.105	45.3
159	7.4	58.5	0	0.148	0.073	49.3
211	7.9	69.5	0	0.117	n. b.	
B 2511		16.8	2.6	0.119	0.047	39.5
2528		64.2	4.1	0.138	0.038	27.5

De gehalten zijn opgegeven in procenten op drogen grond. Grondmonster Wm No. 17 bevat dus 0.073 phosphorzuur (P_2O_5), oplosbaar in salpeterzuur en 0.016 phosphorzuur, oplosbaar in citroenzuur. De relatieve oplosbaarheid is dus $100 \times 0.016 : 0.073 = 22$. Zooals in de Andijker publicatie is medegedeeld, zou een hooge relatieve oplosbaarheid op een goede opneembaarheid van het phosphorzuur voor de planten wijzen. In Tabel XXI zijn tevens eenige cijfers uit de Andijker publicatie opgenomen.

Het Andijker slik An 21, met 53.0 % klei en 2.8 % humus (pH = 7.8), is eenigermate met Wm No. 17 te vergelijken ; het slik bevat 0.179 % phosphorzuur tegen 0.073 % in den Wieringermeer kleigrond. Over het algemeen zijn de Andijker slikgronden rijker aan phosphorzuur dan de

Wieringermeergronden met nagenoeg even hooge gehalten aan klei en humus. De Wieringermeergronden zijn meer met de Andijker ondergronden en met de Standaardmonsters uit de Waard- en Groet- en Anna Paulownapolders te vergelijken. Zie bijv. B 2528, An 211 en Wm 263 en 264, alle vier zeer zware kleigronden, met weinig of geen humus en respectievelijk 0.138—0.117—0.114—0.121 % phosphorzuur. Of bijv. An 159 met Wm 47, beide zware kleigronden met weinig of geen humus en respectievelijk 0.148 % en 0.125 % phosphorzuur. De zure gronden zijn minder rijk aan phosphorzuur. Zoo zijn gehalten van slechts 0.113 % en 0.106 % phosphorzuur in de gronden Wm 198 en 199, met hooge gehalten aan humus en klei, laag te noemen.

De relatieve oplosbaarheid van het phosphorzuur van de Wieringermeergronden loopt vrij sterk uiteen (van 45—14). Gemiddeld is ze lager dan die van de Andijker boven- en ondergronden. Ze komt meer overeen met die van de gronden uit Walcheren en de Noord-Hollandsche polders.

Ik moet met deze weinige opmerkingen volstaan. Zóó gunstig als de Andijker slikgronden ten opzichte van den rijkdom aan phosphorzuur staan de Wieringermeergronden er niet voor. In elk geval zal het wenschelijk zijn, de noodige bemestingsproeven op phosphorzuurrijkdom aan te zetten (64).

6°. Gehalten aan stikstof (N).

Van enkele humusrijke en venige gronden is het gehalte aan totaalstikstof (N) bepaald, waarna het stikstofgehalte in procenten op humus berekend is. Zoo bevat Wm No. 1 (zie Tabel XXII) 8.2 % humus en 0.49 % stikstof op drogen grond; dat geeft 100 × 0.49 : 8.2 = 6.0 % stikstof op humus. Zooals in de Andijker en andere publicatie's is uiteengezet, bestaat er eenig verband tusschen het stikstofgehalte van de organische stof — het

TABEL XXII. Gehalten aan stikstof (N).

Grondmonster N°. Wm.	pH.	Gehalten in procenten op drogen grond aan:			Stikstof (N) in procenten op humus.
		Klei.	Humus.	Stikstof (N).	
1	7.1	49.0	8.2	0.49	6.0
2	7.1	47.3	10.1	0.56	5.5
6	6.2	78.0	7.8	0.47	6.0
7	5.5	22.5	69.2	1.64	2.4
18	5.9	62.4	6.2	0.32	5.2
19	5.1	18.0	46.0	1.05	2.3
20	6.4	9.1	10.3	0.18	1.8
31	4.1	14.9	47.2	0.96	2.0
32	6.0	3.5	6.8	0.13	1.9

zoogenaamde stikstof-(humus)-getal — aan den eenen kant en het ontledingsstadium van de organische stof en de opneembaarheid van de organische stikstof voor de planten aan den anderen kant. De organische stof van slecht vergaan hoogveen bevat bijv. slechts 1 % N (op humus) tegen die van goed gehumificeerd laagveen van 3 % tot 4 %. Volgens Tabel XXII liggen de venige Wm-gronden (No. 7, 19 en 31) met 2.4 % — 2.3 % — 2.0 % N op humus in dit opzicht tusschen hoogveen en laagveen in. Hierbij sluiten zich de zandige gronden Wm 20 en 32, die respectievelijk 10.3 % en 6.8 % onvergane veenresten bevatten, aan (1.8 % N en 1.9 % N in procenten op humus).

De organische stof van de vier humusrijke kleigronden (Wm 1, 2, 6 en 18) is vrij rijk aan stikstof (6.0 % — 5.5 % — 6.0 % — 5.2 % N op humus).

Gezien de lage gehalten van de Wieringermeer-bovengronden aan organische stof, zal het grootste gedeelte van den toekomstigen Wieringermeerpolder vermoedelijk dankbaar voor een bemesting met stikstof zijn.

7°. Gehalten aan kali.

Evenmin als de Andijker gronden zijn de Wieringermeergronden op hun gehalte aan kali (K_2O) onderzocht. Men mag aannemen, dat de kleigronden met eene alcalische reactie, wier kleisubstantie dus practisch goed met basen verzadigd is, in voldoende mate kali zullen bevatten, zoodat deze gronden naar alle waarschijnlijkheid in lange jaren wel geen bemesting met kali noodig zullen hebben.

De zure kleigronden zullen er waarschijnlijk anders voorstaan. Zooals we zagen, houdt de zure reactie van deze gronden verband met den achteruitgang van het gehalte aan kalk van de kleihumussubstantie en het is te verwachten, dat ook het kaligehalte in de klei gedaald zal zijn. De zure kleigronden zullen vermoedelijk dankbaar voor eene kalibemesting zijn. Blijkt dit inderdaad het geval te zijn, dan moet men bedenken, dat de kleihumussubstantie van zure gronden de kali uit de gebruikelijke meststoffen nagenoeg niet vastlegt, omdat de omzetting:

klei-waterstof + KCl $\rightleftarrows$ klei-kali + HCl,

nagenoeg niet in de rechtsche richting (—→) verloopt. Wil men de kleihumussubstantie van dergelijke zure gronden van een reservekapitaal aan kali voorzien, dan moeten ze eerst gekalkt worden, d.w.z. de kleihumussubstantie moet eerst voldoende met kalk verzadigd worden. Daarnà kan dan de kali uit de kalizouten door de kleihumus worden vastgelegd:

kleihumuskalk + KCl $\rightleftarrows$ kleihumuskali + $CaCl_2$,

omdat deze omzetting wel in de rechtsche richting (—→) verloopt.

Ook de venige gronden zullen vermoedelijk behoefte aan eene kalibemesting vertoonen.

Voor het nemen van kali-bemestingsproefvelden komen dus, behalve de meer zandige gronden, in aanmerking: de zure kleigronden en de humusrijke gronden.

HOOFDSTUK VII.

OVERZICHT.

De 292 grondmonsters van de 51 boringen in het Wieringermeer uit het jaar 1927 zijn aan het Bodemkundig Instituut, Groningen, volgens de thans gebruikelijke methoden van onderzoek onderzocht (Hoofdstuk I). Het is gebleken, dat de methode van van Bemmelen voor de bepaling van de mechanische samenstelling van den grond, dat zijn de gehalten aan klei en aan de verschillende zandfractie's (slibanalyse), zoodanige afwijkingen van de thans gevolgde slibmethode vertoont, dat eene vergelijking van de resultaten van van Bemmelen's slibcijfers met die van Groningen buitengesloten is (Hoofdstuk II). Niettegenstaande dit resultaat is toch eene vergelijking van de uitkomsten van van Bemmelen's onderzoekingen van de Wieringermeergronden uit het jaar 1880 met die van Groningen uit het jaar 1927 mogelijk (Hoofdstuk III). Door van Bemmelen zijn toch de resultaten van zijn slibanalysen niet alleen in cijfers opgegeven, maar deze resultaten zijn tevens vergeleken met de resultaten van slibanalysen van dezelfde Standaardtypen, die ook het Bodemkundig Instituut Groningen als basis voor de benaming en de indeeling van de Nederlandsche zeekleigronden heeft aangenomen (18 en 20). Bij eene vergelijking van de resultaten van de boringen 1880 (van Bemmelen) en 1927 (Groningen) moet dus niet op de slibcijfers gelet worden, maar op de Hoofdgroepen, waarin de beide onderzoekers — elk op grond van zijn eigen slibcijfers — de onderzochte grondmonsters hebben ingedeeld.

In Hoofdstuk III (zie mede Tabel V) heeft deze vergelijking plaats gevonden, met dit resultaat, dat gebleken is, dat de Geognotische of Bodemkundige Kaart van van Bemmelen uit het jaar 1880 vrij juist de gesteldheid van den bodem van het Wieringermeer ook volgens de thans heerschende begrippen weergeeft. Voor de algemeene bodemkundige gesteldheid van den bodem van het Wieringermeer kan dus naar het rapport van van Bemmelen en naar diens kaart verwezen worden. Bij de beoordeeling van deze kaart (1) moet evenwel steeds op den voorgrond gesteld worden, dat een onderzoek van een 122-tal boorpunten van een terrein van meer dan 20 000 bunder slechts een zeer globalen indruk van de bodemkundige gesteldheid van dit terrein kan geven. Een van de eerste werkzaamheden, welke nà het droogmaken van het Wieringermeer dan ook dient plaats te vinden, is eene bemonstering van den Wieringermeerpolder, doch dan op een aanzienlijk grooter aantal plekken.

De Hoofdtabel VI (Hoofdstuk IV, blz. 208 tot 235) bevat de voornaamste resultaten van het onderzoek van de 292 in het jaar 1927 genomen

grondmonsters. Reeds bij het doorbladeren van deze Tabel blijkt er eene zoodanige groote afwisseling in het onderzochte materiaal te bestaan, dat men zich wel tot de conclusie's van meer algemeenen aard moet beperken.

Watergehalten van de oorspronkelijke grondmonsters (*Tabel VII, blz. 237*). Gemiddeld bevatten de bovengronden van Hoofdgroep I (zeer zware kleigronden) 114 gram water per 100 gram drogen grond Deze bovengronden zijn, wat hunne gehalten aan klei en humus (gem. 2.1 %, zie Tabel VIII, blz. 241) betreft, met de slikgronden in den Andijker Proefpolder benoorden de maalsloot te vergelijken. Deze laatste bevatten bij het droogkomen, in het najaar van 1927, gemiddeld 172.2 gram water per 100 gram drogen grond, welk gemiddeld gehalte in het voorjaar van 1928 reeds tot 142.5 gram gedaald was. Het watergehalte van de zeer zware Wieringermeergronden (gem. 114 gram) komt meer met het hoogste watergehalte van den zwaarsten ondergrond uit den Andijker Proefpolder overeen. De gehalten aan water van de overige Hoofdgroepen (zie Tabel VII) loopen van 83 gram in de zware kleigronden (Hoofdgroep II) tot 29 gram in de zandige gronden (Hoofdgroep V). De humusrijke en venige bovengronden zijn natuurlijk rijker aan water. Blijken de Wieringermeerbovengronden bij het droogkomen inderdaad minder water dan de Andijker slikgronden te bevatten, dan zullen zij — onder overigens gelijke omstandigheden van afwatering en weersgesteldheid — binnen korteren tijd begaanbaar en te bewerken zijn, dan de slikgronden in den Andijker Proefpolder.

Inklinking (*Tabel VII, blz. 237*). Met eenige benadering is de mogelijke inklinking van de zeer zware bovengronden van Hoofdgroep I op gem. 53 geschat, d.w.z., dat 100 c.M³. van deze gronden tot gem. 53 c.M³. zullen moeten inklinken, om in den toestand van normale poldergronden (volumegewicht + 1.25) te geraken. Voor de slikkige zware bovengronden van den Andijker Proefpolder werd een mogelijke inklinking van 100 c.M³. tot ongeveer 30 à 40 c.M³. gevonden en voor de zeer kleiige ondergronden tot 53 à 60 c.M³. (23). De zeer zware en zware Wieringermeerbovengronden zullen dus minder inklinken dan de Andijker slikgronden ; hun mogelijke inklinking komt meer met die van de kleiige ondergronden van den Andijker Proefpolder overeen. De inklinking van de lichtere Wieringermeergronden is practisch nul.

Gehalten aan keukenzout. (*Tabel VIII, blz. 241*). Gemiddeld bevatten de bovengronden van alle Hoofdgroepen 19 gram keukenzout per liter bodemvocht ; het bodemwater van de onderzochte bovengronden van het Wieringermeer is dus gemiddeld iets rijker aan keukenzout dan dat van de Andijker gronden bij het droogkomen (15 à 16 gram keukenzout per liter). Het percentage aan keukenzout op drogen grond hangt verder van het watergehalte van den grond af en zal dus in de zeer zware en zware kleigronden, die het meeste water bevatten, het hoogste zijn. De bovengronden van de Hoofdgroepen I en II bevatten gemiddeld 2.1 % en 1.7 % keukenzout (zie Tabel VIII), dat is dus minder dan de Andijker slikgronden in het najaar van 1927 (2.86 %). Onder overigens gelijke omstandigheden

van afwatering en weersgesteldheid kunnen dus de bovengronden in den Wieringermeerpolder vlugger de lagere zoutgehalten bereiken, waarbij de groei van cultuurgewassen mogelijk wordt.

Geheel in tegenstelling met de bovengronden, vertoonen de ondergronden groote verschillen in het aantal grammen keukenzout per liter (zie blz. 240). In sommige gevallen zien we een meer of minder sterke daling als op kaartplek 1 (boring 1) van 18.7 gram tot 6.8 gram; soms zelfs, als op kaartplek 52 (boring 3), tot 2.9 gram keukenzout per liter. In andere gevallen blijft het gehalte aan keukenzout over de geheele diepte (tot 250 c.M.) nagenoeg gelijk, als op kaartplek 106 (boring 2) van 18.8 gram tot 20.9 gram; in enkele gevallen is er zelfs een niet onbelangrijke toename, als op kaartplek 117 (boring 15) van 19.7 gram tot 27.1 gram. De lage keukenzoutgehalten in de ondergronden bevinden zich in hoofdzaak daar, waar zich oude formatie's bevinden (zie verder blz. 240).

Humusgehalten (*Tabel VIII, blz. 241*). Met uitzondering van enkele venige plekken zijn de gehalten aan humus in de bovengronden zeer laag, van gemiddeld 1.3 % in de zeer zware kleigronden tot practisch nul in de zandige gronden. De Wieringermeerbovengronden zijn dus nog armer aan organische stof dan de Andijker slikgronden, die gemiddeld slechts 3.5 % humus bevatten.

Humusrijke en venige lagen (*Tabel IX, blz. 243*). In Tabel IX zijn de boorplekken opgenomen, waar zich lagen van humusrijke en venige gronden bevinden. Slechts op een tweetal plekken (kaartplek 1, vak F 2 en kaartplek 32, vak M 10) werden humusrijke bovengronden aangetroffen (Wm 1 en Wm 274). Verder kwamen op drie plekken (kaartplek 47, vak D 7; kaartplek 24, vak N 6 en kaartplek 40, vak J 9) humusrijke lagen op geringe diepte voor (30 à 50 c.M.). Overigens zitten de humusrijke lagen dieper dan 100 c.M. De 19 plekken met humusrijke en venige gronden, die grootendeels zuur reageeren, zijn gelegen in een vrij breede strook om den noordelijken, den oostelijken en den zuid-oostelijken rand van het Wieringermeer, beginnende dus bij de kaartplekken 1 en 121, ten Zuiden van Westerland en eindigende bij de kaartplekken 24, 28, 29, 31 en 32 ten Noord-Westen van Opperdoes—Medemblik.

Koolzure kalk. De gehalten van de Wieringermeergronden aan koolzure kalk loopen sterk uiteen, van 0 % tot 21 % $CaCO_3$. Naast profielen, die tot op 250 c.M. diepte geheel vrij van koolzure kalk zijn, komen profielen voor, waarvan alle lagen, zonder uitzondering, dit bestanddeel in meerdere of mindere mate bevatten. De in Tabel IX opgenomen humusrijke en venige lagen bevatten, op enkele uitzonderingen na, geen of nagenoeg geen koolzure kalk. Op 48 van de 51 boringen bevatten de bovengronden meer of minder $CaCO_3$; op één plek (boring 5, kaartplek 95, vak C 8) bestaat de bovengrond uit zand zonder $CaCO_3$, terwijl de bovengronden van de boringen 6 (kaartplek 47, vak D 7) en 13 (kaartplek 50, vak D 10) zuur reageeren. In een 50-tal monsters kwamen bovendien nog grootere of kleinere hoeveelheden grof schelpenmateriaal voor (zie Tabel XX, blz. 267).

Ten opzichte van de gehalten aan koolzure kalk in de opeenvolgende lagen van één en dezelfde boring doen zich merkwaardige verschillen voor. Bij het onderzoek van de profielen in de Nederlandsche zeekleipolders vinden we gewoonlijk het volgende beeld. In de zeer jonge polders is de bovengrond rijk aan koolzure kalk (sterke opbruising met zoutzuur) en wordt dit bestanddeel tot op groote diepte aangetroffen. Naarmate de polder ouder is, wordt de bovengrond armer aan koolzure kalk. In zeer oude polders is de koolzure kalk geheel uit de bovenste lagen verdwenen en begint de ondergrond soms eerst op zeer groote diepte weer met zoutzuur op te bruisen. Bij een studie van de Wieringermeer-profielen komen we tot de conclusie, dat we in vele gevallen te doen hebben met een oude polderformatie, waarover dan later al of niet versch materiaal is afgezet. Zoo kan men dus bij het graven eerst een daling en daarnà weer een stijging van het gehalte aan koolzure kalk waarnemen. Zeer leerrijk in dit opzicht is de boring 10 (kaartplek 103, vak F 4). De oude bovengrond (zeer zware klei, met 7 % humus en nagenoeg geen koolzure kalk) begint hier op 40 c.M. diepte (Wm No. 54, zie Tabel VI, blz. 212/213); daaronder ligt een knikkige laag, practisch zonder humus en koolzure kalk, doch met niet minder dan 79.6 % klei. Op 150 c.M. diepte begint de grond weer met zoutzuur op te bruisen (1.9 % $CaCO_3$). Over dit oude profiel is een laag zeezand van 40 c.M. dikte met 3.2 % $CaCO_3$ uitgespreid.

Het ligt voor de hand, dat bij het in cultuur-brengen van de Wieringermeergronden met deze mogelijke wisselingen in de gehalten aan koolzure kalk op één en dezelfde boorplek rekening zal moeten gehouden worden.

Vergelijking Wieringermeergronden met Standaardmonsters (Tabel X, blz. 246). In Tabel X zijn eenige typische bovengronden van de eerste 4 Hoofdgroepen (zeer zware kleigronden tot lichte zavelgronden) met Standaardmonsters van dezelfde Hoofdgroepen, afkomstig uit eenige Groninger, Noord-Hollandsche en Zeeuwsche polders, vergeleken. De Wieringermeerbovengronden blijken zeer arm aan humus te zijn. Overigens bestaat er — in alle Hoofdgroepen — een frappante overeenkomst tusschen de Wieringermeermonsters en de Standaardmonsters. De zeer zware en de zware kleigronden (Hoofdgroep I en II) zijn gekenmerkt door lage, respectievelijk zeer lage gehalten aan fijn zand (fractie 3*b*) en grover zand (fractie 4). De minder zware kleigronden en de zavelgronden (Hoofdgroep III en IV) bevatten meer en meer van fractie 3*b* (fijn zand); grover zand (fractie 4) komt ook in deze lichtere gronden nagenoeg niet voor.

Van een 13-tal Wieringermeergronden heeft een splitsing van de klei (som fractie 1 + 2, dat zijn deeltjes kleiner dan 0.016 millimeter middellijn) in fractie 1 (deeltjes kleiner dan 0.002 m.M.) en fractie 2 (deeltjes van 0.002—0.016 m.M.) plaats gehad. Gemiddeld werd het verhoudingscijfer tusschen fractie 1 en fractie 2 op 0.41 gevonden (zie Hoofdstuk VI, blz. 266). Ook op dit punt komen de Wieringermeergronden, evenals de Andijker gronden, met de zeekleigronden overeen.

In een tweetal monsters, Wm 12 en 13, zijn zeer hooge gehalten aan fractie 4 (grof zand) van respectievelijk 78.0 % en 73.7 % gevonden. Uit een microscopisch onderzoek is gebleken, dat het zand van fractie 4,

zelfs bij deze gronden, bestaat uit wat dr. Steenhuis (29) matig grof zand noemt, dat is zand van een korrelgrootte van 0.15 tot 0.5 millimeter middellijn, waarbij dan nog valt op te merken, dat het gehalte aan de onderfractie 0.3—0.5 m.M. middellijn niet groot is. Evenmin als in den Andijker Proefpolder komen in het Wieringermeer bepaald grofkorrelige zandgronden voor (zie Hoofdstuk VI, blz. 267).

In hoeverre in het Wieringermeer nog zandgronden van diluvialen oorsprong worden aangetroffen, zal nader onderzocht worden.

Slempige gronden (*Tabel XI, blz. 248*). De slempige gronden worden gekenmerkt door een zeer laag gehalte aan humus en een hoog gehalte aan zand van een korrelgrootte van ongeveer 0.05 tot 0.1 millimeter middellijn. Bepaald slempige gronden komen slechts voor op de boringen 22, 31, 33 en 43. Van deze vier is alleen van boring 22 (kaartplek 63, vak G 9) en mogelijk ook van boring 32 (kaartplek 32, vak J 6) de bovengrond slempig. Aangezien de slempige grond Wm 122 (boring 22) nog vrij veel klei bevat (22.1 %), zal de slempigheid — mede met het oog op het hooge gehalte aan $CaCO_3$ (11.1 %) — hier niet groot kunnen zijn.

Stuivende zandgronden (*Tabel XII, blz. 249*). De stuivende zandgronden zijn gekenmerkt door een zeer laag humusgehalte en door een gehalte van meer dan 60 % aan deeltjes grooter dan 0.076 millimeter middellijn (fractie *3b* + 4, dus fijn zand plus grof zand). Alle 10 bovengronden van Hoofdgroep V (zandige gronden) en een tweetal bovengronden van Hoofdgroep IV voldoen aan deze voorwaarden en behooren dus tot de stuivende zandgronden.

Uitwisselbare basen (*kalk, magnesia, kali en natron*) *in de kleihumussubstantie.* Behalve de koolzure kalk komt in den grond kalk in de kleihumussubstantie voor. Zoo bevat de poldergrond B 2528 uit den jongen Waard- en Groet. polder, naast 4.8 % $CaCO_3$ (dat is 2.7 % CaO), op 64.2 % klei (fractie 1 + 2) en 4.1 % humus nog 0.788 % kalk (CaO) in de kleihumussubstantie (zie Tabel XV, blz. 256). De gehalten aan kleihumuskalk hangen natuurlijk van twee factoren af, nl. van de gehalten aan klei en humus en van den rijkdom van de kleihumussubstantie aan kleihumuskalk. Om nu de rijkdom van de kleihumussubstantie aan kleihumuskalk van de verschillende gronden met elkander te kunnen vergelijken, heb ik de gehalten aan kleihumuskalk in procenten op kleihumussubstantie uitgerekend. De humus bezit evenwel een grooter vermogen om kalk te binden (adsorbeeren) dan de klei. Ik heb gevonden, dat de humus, althans in de humusarme kleigronden, met het oog op zijn kalkbindend vermogen bij benadering door vermenigvuldiging met de factor 4.55 op klei (fractie 1 + 2) kan worden omgerekend (38). Op deze wijze omgerekend, bevat de grond van B 2528 dus 64.2 (klei) + 4.55 × 4.1 (humus) = 82.8 % klei (plus humus, op klei omgerekend). Per 100 gram klei (plus humus) is dus aanwezig 100 × 0.788 : 82.8 = 0.95 gram kleihumuskalk (CaO). Op dezelfde wijze berekend bevat de iets oude Groninger kleigrond B 1944 uit Amsweer, die evenwel kort voor de bemonstering gekalkt werd (zie Verslagen Landbouwkundige

Onderzoekingen Rijkslandbouwproefstations, No. XXXI, 1926, blz. 199, Proefveld Staal) 1.03 gram kleikalk op 100 gram kleihumus (zie Tabel XV en ook Tabel XVI, blz. 258).

Jonge poldergronden, die goed met kalk verzadigd zijn, bevatten per 100 gram klei (plus humus, op klei omgerekend) ongeveer 1 gram kleikalk (CaO). Verder bevat de kleisubstantie van deze jonge poldergronden nog kleine hoeveelheden magnesia, kali en natron (in den uitwisselbaren vorm); gemiddeld komen in deze gronden tegen 79 deelen kalk voor 13 deelen magnesia, 2 deelen kali en 6 deelen natron, alles in equivalenten uitgedrukt (zie Tabel XIII, blz. 252) en in den uitwisselbaren vorm. Op grond van deze verhouding heb ik dergelijke gronden kalkkleigronden genoemd (36).

Bij een onderzoek van een aantal Wieringermeergronden is gebleken, dat deze alle minder kleikalk (in procenten op kleihumus) bevatten dan de goed met kalk verzadigde jongere poldergronden; sommige Wm-gronden zijn zelfs gebleken zeer arm aan kleikalk te zijn. Per 100 gram klei (plus humus) is gevonden van 0.86 gram tot 0.07 gram kalk (zie Tabel XV, blz. 256 en Tabel XVII, blz. 260).

Met het oog op den rijkdom van de kleisubstantie aan basen (kalk, magnesia, kali en natron) kunnen de Wieringermeergronden in twee groepen onderscheiden worden:

Groep I omvat de gronden, wier kleisubstantie wel is waar betrekkelijk arm aan kleikalk is, maar die, in plaats van de ontbrekende kleikalk, de drie andere basen: magnesia-kali-natron in de kleisubstantie bevatten; hun kleisubstantie is dientengevolge evengoed met basen verzadigd als de kleisubstantie van de jonge, normale poldergronden; zij reageeren van neutraal tot zwak alcalisch. Bovendien zijn deze gronden meer of minder rijk aan koolzure kalk.

Groep II omvat de gronden, die niet alleen weinig kalk, maar ook weinig magnesia, kali en natron in de kleisubstantie bevatten; hun kleisubstantie is dus slecht met basen verzadigd; zij reageeren van zwak zuur tot zeer sterk zuur. Zij bevatten, afgezien van enkele schelpresten in sommige van deze gronden, geen of althans practisch geen koolzure kalk.

Groep I. De gronden van deze groep zijn gekenmerkt, doordat hun kleisubstantie even goed met basen verzadigd is, als de kleisubstantie van de jonge poldergronden. Terwijl echter in deze laatste de kalk onder de kleibasen de hoofdrol speelt (gemiddelde verhouding Ca : Mg : K : Na = 79 : 13 : 2 : 6; zie Tabel XIII), neemt in de Wieringermeergronden van groep I de kalk een minder overwegende plaats in; in deze gronden treden de drie basen: magnesia, kali en natron in de klei meer naar voren dan dit in de normale kleigronden het geval is. Het is vooral de natron in de kleisubstantie, die het type van deze gronden bepaald. Er is nl. gebleken, dat kleigronden, wier kleisubstantie rijker aan natron is dan de kleisubstantie van de normale poldergronden, van zeer slechte structuur kunnen zijn (zie Tabel XIII, blz. 252). Zelfs betrekkelijk kleine hoeveelheden natron, mits in den uitwisselbaren of adsorptief gebonden vorm, kunnen hier reeds grooten

invloed uitoefenen. Ik heb dergelijke gronden natronkleigronden genoemd (36). De natronkleigronden ontstaan uit de kalkkleigronden door inwerking van natronzouten, als chilisalpeter ($NaNO_3$) en keukenzout (NaCl). Het ligt dus voor de hand, dat de zoute gronden, die met de zouten van het zeewater gedrenkt zijn, meer of minder tot het type van de natronkleigronden behooren.

De zouten van het zeewater bevatten, naast natriumverbindingen, ook magnesiumverbindingen. Tengevolge hiervan wordt de kleikalk, bij inwerking van het zeewater op den grond, niet alleen door natron, maar gedeeltelijk ook door magnesia vervangen. Dit is een gelukkige omstandigheid, omdat magnesia, evenals kalk, als tweewaardige base een gunstigen invloed op de structuur van de kleigronden uitoefent, in tegenstelling met de eenwaardige basen: kali en natron. Vooral natron oefent een sterk peptiseerende werking op de klei uit, d.w.z. maakt de kleigrond pappig (65).

Er zijn 10 Wieringermeerbovengronden van groep I op hunne gehalten aan uitwisselbare kalk en magnesia onderzocht. Dit onderzoek heeft evenwel plaats gehad, nadat de 10 Wm-gronden in kwestie met water uitgeloogd zijn (voor de methode, zie blz. 184). Bij het uitloogen van zoute kleigronden, van het type van de Zuiderzeegronden van groep I (rijk aan koolzure kalk), met water, dat eenig koolzuur bevat, zullen zich hoofdzakelijk de volgende processen afspelen (zie mede blz. 185):

a) in oplossing gaan van de zouten van het zeewater;

b) in oplossing gaan van een gedeelte van de koolzure kalk en wel des te meer, naarmate het water meer koolzuur bevat;

c) uitwisseling van een deel van de opgeloste koolzure kalk tegen een deel van de natron van de kleisubstantie.

Het gevolg van de uitlooging met zoet water is dus niet alleen, dat de zouten van het zeewater uit den grond verwijderd worden, maar dat tevens een gedeelte van de natron in de kleisubstantie door kalk van de koolzure kalk vervangen wordt.

De resultaten van het onderzoek van de 10 Wm-gronden zijn in Tabel XIV (blz. 254) opgenomen. In Tabel XV (blz. 256) zijn deze gehalten omgerekend in procenten op kleihumus, terwijl de magnesia ook op kalk is omgerekend (door vermenigvuldiging met de factor 1.4). De 10 onderzochte Wm-gronden blijken — nà met zoet water te zijn uitgeloogd — nog vrij rijk aan kleikalk te zijn, nl. van 0.86 % tot 0.42 % kleikalk in procenten op kleihumus. Bovendien blijken deze gronden vrij veel magnesia te bevatten. De gehalten aan kalk plus magnesia (op CaO omgerekend) loopen van 0.81 % tot 1.12 %, in procenten op kleihumus (zie laatste kolom Tabel XV). De lichtere Wm-gronden van Tabel XV bevatten meer dan 0.9 % kalk plus magnesia op kleihumus; de zwaardere gronden iets minder, nl. ongeveer 0.8 à 0.9 %. Voor normale kleigronden is een gehalte van ongeveer 1.0 tot 1.2 kalk plus magnesia, in procenten op kleihumus, gevonden (zie laatste kolom Tabel XV, B 2528 en B 1944).

In verband met deze hooge gehalten aan uitwisselbare kalk plus magnesia kunnen de gehalten aan uitwisselbare kali en natron in de onderzochte Wm-gronden van groep I, nà uitloogen met zoet water,

niet hoog meer zijn. Door het uitloogen met water, resp. met koolzuurhoudend water, worden de zoute Wm-gronden dus in kleigronden veranderd, die vrijwel met normale kleigronden te vergelijken zijn, alleen met dit verschil, dat zij wat meer magnesia en wat minder kalk dan de normale kleigronden bevatten.

Ook in de praktijk zullen deze processen zich bij het uitloogen van de Zuiderzeegronden met regenwater moeten afspelen. Men moet evenwel niet uit het oog verliezen, dat het vervormingsproces van de Zuiderzeegronden onder invloed van de kalk van de koolzure kalk zich in den loop der jaren verder zal voortzetten dan bij het uitloogen van 10 gram grond met één liter water in het laboratorium het geval is. Het is te verwachten, dat op den duur ook uit de Zuiderzeegronden geheel normale kleigronden zullen ontstaan (gem. 79 kalk + 13 magnesia + 2 kali + 6 natron in uitwisselbaren vorm in de kleisubstantie).

Ik moet hier intusschen nadrukkelijk herhalen, dat de hierboven genoemde gehalten aan kalk, magnesia, kali en natron in de kleisubstantie bepaald zijn, *nàdat de zoute gronden met zoet water waren uitgeloogd* en dat bij het uitloogen met zoet water, dat toch altijd iets koolzuur bevat, een gedeelte van de natron van de kleisubstantie door kalk van de koolzure kalk vervangen wordt. In den zouten toestand bevatten de onderzochte Wm-gronden ongetwijfeld hoogere gehalten aan natron en lagere gehalten aan kalk dan nà het uitloogen met water.

Ik vestig in het bijzonder de aandacht op dit punt, omdat men gewoonlijk meent, dat het bij de uitlooging van de zoute gronden door regenwater alleen om de verwijdering van „het zout" te doen is. Dit is onjuist. Ook de gevaarlijke uitwisselbare natron of klei-natron wordt hierbij gedeeltelijk verwijderd en door kalk van de koolzure kalk vervangen.

Het is dus een zeer gelukkige omstandigheid, dat de Wieringermeergronden van groep I rijk aan koolzure kalk zijn. Onder gunstige omstandigheden, vooral wanneer het grondwater rijk aan koolzuur is, gaat vrij veel van deze koolzure kalk als dubbel koolzure kalk (calciumbicarbonaat) in oplossing, die de natronklei in kalkklei omzet. Hierbij vormt zich mede dubbel koolzure soda (natriumbicarbonaat), eene in water goed oplosbare verbinding, die zoo spoedig en zoo volledig mogelijk verwijderd dient te worden (54). Men moet toch niet uit het oog verliezen, dat alle processen in kwestie omkeerbaar zijn, d.w.z., dat zij ook in de tegenovergestelde richting kunnen verloopen. Blijven de natronzouten (natriumchloride of keukenzout en natriumbicarbonaat of dubbel koolzure soda) in den grond aanwezig of stijgen zij, vooral in droge perioden, met het grondwater weer omhoog, dan werken zij opnieuw op de kleisubstantie in en veranderen deze weer in de richting van natronklei. In landen met een droog klimaat kunnen door deze op en neer gaande bewegingen van de natronzouten gronden ontstaan, die ten slotte voor 100 % natrongronden zijn, met alle slechte eigenschappen daarvan (65).

Uit het bovenstaande is het duidelijk, dat eene krachtige en voortdurende bemaling, *ook nà de uitspoeling van de zouten van het zeewater* (*ontzilting*), tot de eerste vereischten behoort.

Als de natronkleigronden in slechte structuur verkeeren, pappig zijn,

wordt de koolzuurproductie in den grond en daardoor de vorming van het calciumbicarbonaat belemmerd. In dergelijke gevallen kan men de hulp van in water oplosbare kalkzouten, als calciumnitraat en gips (zwavelzure kalk), inroepen. Mogelijk, dat in dergelijke gevallen ook een bemesting met zwavel gunstig werkt; zwavel levert bij oxydatie zwavelzuur, dat met koolzure kalk gips en calciumbicarbonaat, dat zijn dus twee in water oplosbare kalkzouten, vormt.

Groep II. De gronden van deze groep zijn gekenmerkt, doordat hun kleisubstantie niet alleen arm aan uitwisselbare kalk, maar ook arm aan uitwisselbare magnesia, kali en natron is. De kleisubstantie van deze gronden is slecht met basen verzadigd en het gevolg hiervan is, dat deze gronden zuur reageeren en wel des te sterker zuur, naarmate de klei minder basen bevat (zie Tabel XVI, blz. 258).

Zooals uit de cijfers van Tabel XVI blijkt, komen deze zure gronden in zooverre weer met de normale poldergronden overeen, dat het kalkkleigronden en geen natronkleigronden zijn.

Bij het in-cultuur-brengen van de Wieringermeergronden van groep II (zure gronden) zal een bemesting met kalk in den vorm van calciumoxyde of calciumcarbonaat gegeven moeten worden. Zooals reeds gezegd is, bevatten de gronden van groep II geen of althans practisch geen koolzure kalk.

Met behulp van de methode Kappen is voor eenige van de zure Wieringermeergronden de hoeveelheid kalk, die voor een practische bemesting in aanmerking komt, bepaald (zie Tabel XIX, blz. 264). De grootste hoeveelheid kalk (volgens Kappen) is gevonden voor den sterk zuren, zeer zwaren, humusrijken kleigrond Wm No. 198 (pH = 3.1), nl. 0.563 gram kalk (CaO) per 100 gram drogen grond; dat is per bunder in een laag van 2 millioen K.G. grond 11 260 K.G. kalk (CaO).

De zure gronden van groep II beperken zich tot de plekken, waar de humusrijke en venige lagen gevonden zijn (zie Tabel IX), dat is dus in een vrij breede strook om den Noordelijken, den Oostelijken en den Zuid-Oostelijken rand van het Wieringermeer. Op een tweetal plekken (boring 6, kaartplek 47 en boring 13, kaartplek 50) komen de zure lagen aan de oppervlakte; op vier plekken (boring 26, kaartplek 39; boring 35, kaartplek 40; boring 8, kaartplek 96 en boring 46, kaartplek 24) beginnen de zure lagen op geringe diepte (30 à 50 c.M.); overigens worden de zure lagen op vrij groote tot groote diepten aangetroffen.

Zure klei en zuur veen van van Bemmelen (*Hoofdstuk V*). In zijn klassieke verhandeling: „Bijdragen tot de kennis van den alluvialen bodem in Nederland", uitgegeven door de Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam, in het jaar 1886, heeft van Bemmelen de wijze van vorming van deze sterk zure formatie's uitvoerig beschreven (48 en 49). De oorzaak van de zuurheid van deze gronden is vooral te zoeken in het voorkomen van zure ijzersulfaatverbindingen (katteklei). In een grond, die rijk aan basisch ferrisulfaat is, treedt als het ware een stilstand van het organisch leven in.

In Bijlage V van zijn Wieringermeerrapport deelt van Bemmelen mede, geen monster van deze volstrekt onvruchtbare grondsoort in een der boringen te hebben opgespoord. Wel was zij, naar zijn meening, te verwachten en wel daar, waar eilanden of buitenpolderlanden hebben bestaan, die met riet begroeid en met brak water bespoeld zijn. Zij ware hoogstens hier en daar langs de kust van Wieringen te verwachten, maar zeker niet aan de Westkust, langs den dijk van de Anna Paulowna- en Waard- en Groetpolders of langs den zeedijk van West-Friesland. Ik meen deze zure veenklei aangetroffen te hebben in de boringen 6, 13, 35 en 26 (zie Tabel XVIII, blz. 262), dat zijn de kaartplekken 47 (D 7), 50 (D 10), 40 (J 9) en 39 (I 9) en wel gedeeltelijk aan de oppervlakte en gedeeltelijk op geringe diepte. Een nader onderzoek zal moeten uitwijzen, in hoeverre deze onderstelling juist is.

Voor de verbetering van dergelijke sterk zure lagen zijn groote hoeveelheden kalk noodig. Verder werkt ook een goede ontwatering, die de gedeeltelijk in water oplosbare zure sulfaten van ijzer en aluminium wegvoert, gunstig op de ontzuring.

Gehalten aan phosphorzuur (*Hoofdstuk VI, Tabel* XXI, *blz. 269*). In een 15-tal Wieringermeergronden, van 5 boorplekken, zijn de gehalten aan phosphorzuur, oplosbaar in salpeterzuur en citroenzuur, bepaald. Over het algemeen zijn de Wieringermeergronden iets armer aan phosphorzuur dan de Andijker slikgronden met nagenoeg evenveel klei en humus. De Wieringermeergronden zijn op dit punt meer met de Andijker ondergronden en met de Standaardmonsters uit de Waard- en Groet- en Anna Paulownapolders te vergelijken. De zure gronden zijn minder rijk aan phosphorzuur. De relatieve oplosbaarheid van het phosphorzuur van de Wieringermeergronden loopt vrij sterk uiteen (van 45 tot 14); gemiddeld is ze lager dan die van de Andijker boven- en ondergronden. Ze komt ongeveer overeen met die van de gronden uit Walcheren en de Noord-Hollandsche polders.

Gehalten aan stikstof (*Hoofdstuk VI, Tabel XXII, blz. 270*). Gezien de lage gehalten van de Wieringermeer-bovengronden aan organische stof, zal het grootste gedeelte van den toekomstigen Wieringermeerpolder ongetwijfeld dankbaar voor een stikstofbemesting zijn. Van enkele humusrijke en venige gronden is het gehalte aan stikstof (N) bepaald, waarnà het stikstofgehalte in procenten op humus berekend is, dat is dus het zoogenaamde stikstof-(humus)-getal. Voor de venige gronden bedraagt dit getal, ongeveer 2 à 2.5 %; het ligt dus tusschen dat van hoogveen (1 %) en laagveen (3 à 4 %) in. De organische stof van de vier humusrijke kleigronden (Wm 1, 2, 6 en 18) is vrij rijk aan stikstof (ongeveer 5 tot 6 %). Zooals reeds in de Andijker publicatie (zie blz. 163) werd medegedeeld, zou een hoog stikstof-(humus)-getal op een goede opneembaarheid van de stikstof voor de planten wijzen.

Gehalten aan kali (*Hoofdstuk VI*). De Wieringermeergronden zijn niet op hun gehalten aan kali onderzocht. Men mag aannemen, dat de kleigronden met een alcalische reactie (groep I, zie boven) in voldoende mate kali zullen bevatten, zoodat deze gronden naar alle waarschijnlijkheid in lange

jaren wel geen bemesting met kali noodig zullen hebben. Voor het nemen van kali-bemestingsproefvelden komen, behalve de meer zandige gronden, in aanmerking de zure kleigronden en de humusrijke gronden. Bij kalibemestingsproeven op zure gronden moet men evenwel bedenken, dat de kleihumussubstantie van zure gronden *niet in staat is de kali uit de neutrale* kalizouten (kaliumsulfaat en kaliumchloride) vast te leggen (adsorptie). Ten einde dus dergelijke gronden van een voorraadskapitaal aan kali te voorzien, moet hun kleihumussubstantie door bekalking eerst de noodige kalk opgenomen hebben (zie blz. 271).

NOTEN.

(1) Deze kaart is opgenomen in het Rapport van prof. dr. J. M. van Bemmelen, dat als eerste verhandeling in deze Mededeelingen geplaatst is.

(2) De Bodemkundige Gesteldheid van den Andijker Proefpolder in het jaar 1927/1928, zie deze Mededeelingen, blz. 81/172. In het vervolg zal deze verhandeling als Andijker publicatie worden aangehaald.

(3) Het monster Wm 29-plaat bevatte, in procenten op drogen grond: 0.3 % $CaCO_3$ — 2.9 % NaCl — 3.4 % humus — 74.7 % klei — 18.7 % zand; de overeenkomstige gehalten van het monster Wm 29-stoof (zie Hoofdtabel VI, blz. 208) waren: 0.8 + 2.9 + 3.0 + 73.2 + 20.1 = 100. Bij nader inzien ware het ook niet onmogelijk, dat er toch oorspronkelijk weinig verschil in de monstersWm 29-plaat en -stoof geweest is. Bij het bemonsteren van No.Wm 29-plaat zijn misschien enkele resten van schelpen meer uitgezeefd dan uit het monster No. Wm 29-stoof, waardoor het verschil in de gehalten aan $CaCO_3$ van 0.3 % en 0.7 % te verklaren ware. Ook is het niet onmogelijk, dat de sterk zure grond bij het drogen van het natte monster n de stoof op de koolzure kalk, die in schelpvorm aanwezig was, heeft ingewerkt, waardoor de verschillen in pH en Kappen-cijfers te verklaren zouden zijn. Bovendien zij hier aan toegevoegd, dat het drogen bij hoogere temperatuur volgens sommige onderzoekers (zie noot 8) van invloed op de pH en andere cijfers kan zijn.

(4) Voor zooyer thans gezegd kan worden, bevatten de Wm-monsters geen $MgCO_3$, terwijl in de alcalische gronden kleine hoeveelheden natriumbicarbonaat aanwezig zijn. Dat de zure gronden nog carbonaten van ijzer zouden bevatten, lijkt niet waarschijnlijk, doch wordt nader onderzocht.

(5) In de *V. L. R.*, No. XXVII (1922), blz. 133—145, is een artikel over „Eenige algemeene begrippen over den zuurgraad en de rol die deze bij verschillende processen speelt"; daarop volgt een artikel met eenige opmerkingen over den zuurgraad van den grond. Voor hen, die in deze materie niet thuis zijn, zij opgemerkt, dat de neutrale reactie (d. i. die van zuiver water) wordt weergegeven door een pH = 7. Een pH kleiner dan 7 wijst op een zure reactie (pH = 6 zwak zuur; pH = 5 vrij zuur; pH = 4 sterk zuur; pH = 3 zeer sterk zuur). Een pH grooter dan 7 wijst op eene alkalische of basische reactie (pH = 8 zwak alcalisch, enz.). De pH van de normale Nederlandsche gronden ligt tusschen ongeveer 4 en 8 in.

(6) De inwerking van oplossingen van neutrale zouten op den bodem. Bijdrage tot de kennis van de bodemaciditeit door dr. Jac. van der Spek: *Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen der Rijkslandbouwproefstations (V. L. R.)*, No. XXVII (1922), 162—202. En verder: H. R. Christensen und S. T. Jensen: Untersuchungen bezüglich der zur Bestimmung der Bodenreaktion benutzten elektrometrischen Methoden; *Intern. Mitt. für Bodenkunde*; Band XIV (1924); blz. 14.

(7) Beiträge zur Frage der Bodenadsorption; *Bodenkundliche Forschungen*, Beiheft zu den *Mitteilungen der Intern. Bodenkundlichen Gesellschaft*, Band I (1928), No. 1, blz. 4—42; zie Tabelle C, blz. 17.

(8) Zie mede dr. B. Aarnio: Die Veränderung des Aziditätsgrades durch Trocknen der Bodenproben; *Bulletin of the Agrogeological Institution of Finland*, No. 26, Helsinki 1928. Hier zij opgemerkt, dat volgens Aarnio ook de „Austauschazidität" door drogen een verandering ondergaat. Het is zeker noodzakelijk, dit punt nader, in verband met het drogen van de monsters in een stoof bij 70° Celsius, te onderzoeken (zie mede sub methode Kappen, noot 57).

(9) Ook de fijnheidsgraad van de koolzure kalk in den grond zal van invloed op de oplosbaarheid van $CaCO_3$ in de NaCl-oplossing zijn.

(10) Zoo werd bijv. in 1924 een monster laagveen B 1609 onderzocht, dat vrij was van $CaCO_3$, maar dat niet minder dan 1.8 % uitwisselbare kalk bevatte. Aangezien het gehalte aan organische stof 35.3 % bedroeg, was het kalkgehalte in procenten op humus ongeveer 5 %. Het monster reageerde neutraal (pH = 7.1). Zie: De invloed van de kalk op de omzetting van den humus in laagveengronden, *Groninger Landbouwblad*, 1924.

(11) Zie Andijker publicatie, deze Mededeelingen, blz. 95.

(12) Zie de Andijker publicatie, deze Mededeelingen, blz. 96, alsmede *V. L. R.*, No. XXXI (1926), blz. 285—287.

(13) Détermination de l'argile dans la terre arable. Note de M. Th. Schloesing; *Comptes Rendus*, Tome 78 (1874), blz. 1276—1279; Ueber die chemisch-physikalische Analyse der Thonböden, I von prof. F. Sestini en II von dr. Niccoli Pellegrini; *die landw. Versuchs-Stationen*, Band XXV (1880), blz. 47—52. Ik neem deze gelegenheid waar, nog op de volgende schrijffout in het oorspronkelijke Rapport van van Bemmelen, Bijlage IV, te wijzen. Er staat: „De vergelijking doet dan zien, hoeveel minder klei volgens de slib-zweef-methode (a) aangewezen wordt, dan door de oude slibbingsproef (b)". In dezen regel moeten (a) en (b) met elkander verwisseld worden; de oude slibbingsproef is dus (a) en de nieuwe slib-zweef-methode (b). In de tabellen vindt men ook telkens klei (a) grooter dan klei (b). Zie mede deze Mededeelingen, blz. 61, op welke bladzijde a en b reeds verwisseld zijn.

(14) De fractie kleiner dan 0.0005 millimeter middellijn is volgens de pipetmethode Robinson-Krauss bepaald; zie *V. L. R.*, No. XXXI, blz. 292.

(15) Zie deze Mededeelingen, blz. 60.

(16) Aangezien de slibcurve geen kromme lijn, doch een gebroken lijn is, kan de ligging van de punten P en Q slechts bij benadering bepaald worden.

(17) Van de 17 Wm-monsters van Tabel IV (tweede gedeelte) zijn alleen van Wm 151 en Wm 251 de gehalten aan fractie 1 en fractie 2 bepaald. Voor de overige monsters zijn deze gehalten uit het gehalte aan klei (1 + 2) met behulp van de verhoudingsfactor 0.4 berekend (zie mede Hoofdstuk VI). Zoo bevat Wm 146 volgens Tabel VI (blz. 220/221) 60.0 % klei en 30.7 % zand, dat is dus 66.1 % klei op klei + zand = 100. Fractie 1 wordt dus 66.1 : 1.4 = 47.2 % en fractie 2 dus 66.1 % — 47.2 % = 18.9 %. Het verhoudingsgetal is nu 18.9 : 47.2 = 0.4.

(18) Zie Andijker publicatie, Hoofdstuk III; deze Mededeelingen blz. 102.

(19) Zie deze Mededeelingen, blz. 12.

(20) Volgens de indeeling van het Bodemkundig Instituut Groningen bevat de Hoofdgroep I, zeer zware kleigronden, meer dan 60 % klei (fractie 1 + 2); Hoofdgroep II, zware kleigronden, van 60—40 % klei; Hoofdgroep III, vrij zware kleigronden, lichte kleigronden tot zware zwavelgronden, van 40—20 % klei; Hoofdgroep IV, lichte zwavelgronden, van 20—10 % klei en Hoofdgroep V, zandige gronden, met minder dan 10 % klei. De gehalten aan klei zijn uitgedrukt op klei + zand = 100.

(21) Het Bodemkundig Instituut Groningen heeft de volgende 4 hoofdfractie's gekozen: fractie 1, deeltjes kleiner dan 0.002 m.M. middellijn; fractie 2, deeltjes van 0.002—0.016 m.M.; fractie 3, deeltjes van 0.016—0.152 m.M.; fractie 4, deeltjes van 0.152—2.0 m.M. Fractie 3 wordt gewoonlijk onderverdeeld in *3a*, deeltjes van 0.016—0.076 m.M., dat is het fijnste zand en *3b*, deeltjes van 0.076—0.152 m.M., dat is fijn zand. Zie verder de Andijker publicatie, Hoofdstuk III; deze Mededeelingen, blz. 102.

(22) Zie Andijker publicatie, deze Mededeelingen, blz. 143.

(23) Zie Andijker publicatie, deze Mededeelingen, blz. 153.

(24) Zie Andijker publicatie, deze Mededeelingen, blz. 110.

(25) Zie Andijker publicatie, deze Mededeelingen, blz. 111.

(26) Zie Andijker publicatie, deze Mededeelingen, blz. 166.

(27) Zie Andijker publicatie, deze Mededeelingen, blz. 112.

(28) Zie Andijker publicatie, deze Mededeelingen, blz. 113.

(29) Zie noot 17 van de Andijker publicatie, deze Mededeelingen, blz. 171.

(30) Gezien de ervaringen, die ik met het gebruik van zeeven bij het mechanisch grondonderzoek heb opgedaan, heb ik mij voorgenomen geen zeeven meer te gebruiken, zoolang de juistheid van de met zeeven verkregen resultaten niet langs microscopischen weg is vastgesteld.

(31) Deze Mededeelingen, blz. 157.

(32) Zie o.m. Bijdragen tot de kennis van de adsorptieverschijnselen in den bodem ; VI. De methode ter bepaling van de adsorptief gebonden basen in den bodem en de beteekenis van deze basen voor de processen, die zich in den bodem afspelen ; *V. L. R.*, No. XXIV (1920). Ook Base Exchange in Soils, A general discussion held by the Faraday Society, December 1924 ; *Transactions of the Faraday Society*, No. 60, Volume XX, Part 3, April 1925 ; Introductory paper by D. J. Hissink, blz. 551—566.

(33) In mijne publicatie *V. L. R.*, No. XXIV (1920) heb ik een § gewijd aan de vraag van de assimileerbaarheid van de adsorptief gebonden basen. Dat deze basen vermoedelijk blijkbaar wel een groote rol in het voedingsproces spelen, meen ik te kunnen afleiden uit de lage kalkgehalten van klaverhooi van den Dollardkwelder in vergelijking met klaverhooi van een Dollardpolder en een zavelgrond uit Eenrum. Zie mijn artikel : Eenige opmerkingen over het kalkgehalte van hooi, in het *Groninger Landbouwblad* van 20 Februari 1926.

(34) Voor verdere gegevens wordt naar de *V. L. R.*, No. XXIV (1920), blz. 193—195 verwezen.

(35) Zie o.m. : Veranderingen van den z.g.n. kalktoestand van den grond na een bemesting met natriumnitraat ; *De Veldbode* van 8 December 1928.

(36) De benaming van kalkkleigrond en natronkleigrond (in plaats van alkaligronden) begint zich meer en meer in te burgeren.

(37) Zie *V. L. R.*, No. XXIV (1920), blz. 167.

(38) Zie betreffende het verschil in kalkbindend vermogen van de kleisubstantie en den humus de Andijker publicatie, deze Mededeelingen, blz. 159.

(39) Bij het uitloogen van de grondmonsters *Wm 280 en 281*, eerst met water en daarna met NaCl, kon reeds voorspeld worden, dat deze monsters nog betrekkelijk veel uitwisselbare natron zouden blijken te bevatten. In de eerste plaats toch liep de vloeistof zeer langzaam door en in de tweede plaats waren, zoowel de waterige als de NaCl-extracten geel gekleurd. Dit wijst er op, dat bij de extractie natriumhumaten in oplossing zijn gegaan. Zie betr. de kleur der filtraten mede *V. L. R.*, No. XXIV (1920), blz. 197—199.

(40) Hierbij moet bedacht worden, dat de uitwisselbare kalk in de Andijker slikgronden nog volgens de oude methode bepaald is (zie sub Hoofdstuk I), zoodat de gehalten aan uitwisselbare kalk iets te laag gevonden zijn. Gezien de lage gehalten aan „in water oplosbare kalk" van Tabel XII (Andijker publicatie, deze Mededeelingen, blz. 158) kan de gemaakte fout hier hoogstens eenige honderdste procenten CaO bedragen.

(41) Wat de omzetting van deze natronmagnesiakleigronden in normale kalkkleigronden betreft, zij naar het slot van deze Mededeelingen, blz. 278 verwezen.

(42) Om verschillende redenen kan hier geen evenredig verband tusschen den verzadigingstoestand van de kleihumussubstantie met basen en den zuurgraad van den grond (pH) verwacht worden.

(43) Zie o.m. mijne mededeeling over bodemadsorptieverschijnselen in de *Bodenkundliche Forschungen*, Beiheft zu den *Mitteilungen der Intern. Bodenk. Gesellschaft*, Band I (1928), No. 1, blz 34, Tabel J.

(44) In mijne publicatie : Over de bindingssterkte van den bodem voor adsorptief gebonden basen, *Chemisch Weekblad*, Deel 16 (1919), kom ik op blz. 1141 tot de conclusie, dat de volgorde van de bindingssterkte van het kleicomplex voor de vijf kationen is : Mg, Ca, NH_4, K, Na. In het bizonder is het Na zeer los gebonden.

(45) Zie o.m. mijn artikel : Het verouderingsproces van de zeekleiafzettingen in Nederland ; „Demeter-Eugeia"-Almanak voor het jaar 1922.

(46) Hierbij dient bedacht te worden, dat het bodemwater koolzuur bevat en dat zoowel de koolzure kalk als de kleihumuskalk in koolzuurhoudend water meer oplossen dan in zuiver water. Zie o.m. *V. L. R.*, No. XIII (1913), blz. 11.

(47) Uit den aard der zaak zullen allerlei omstandigheden van invloed op het uitloogingsproces van de koolzure kalk en de kleihumusbasen zijn. Zoo vond Schucht, dat de koolzure kalk uit de zandige polders aan den Jadeboezem vlugger uitspoelde dan uit de zwaardere polders. Jonker vond in 1905 bij Tolbert grijze kalkrijke kleileem naast roode, geheel ontkalkte keileem; de eerste lag boven een laag absoluut ondoorlaatbare potklei, de tweede boven een zandlaag. Zie mijne verhandeling: Het Bodemkalk-vraagstuk, *Cultura*, 27ste Jaargang (1915), blz. 276—277.

(48) Uitgegeven door de Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam, 1886.

(49) Onderzoek van grond- en baggermonsters, *V. L. R.*, No. XXIV (1920), blz. 31—39.

(50) Niet overal is dit het geval. Zoo komen bijv. in Finland zeer sterk zure gronden voor, die uit brak water formatie's zonder koolzure kalk ontstaan zijn.

(51) Zie deze Mededeelingen, blz. 68.

(52) Bij behandeling van deze gronden Wm 198 en 199 met normaal oplossingen van NaCl gingen grootere hoeveelheden $Fe_2O_3 + Al_2O_3$ in oplossing, resp. 0.42 % en 0.72 %. Over de verklaring van dit verschijnsel loopen de meeningen uiteen. Zie o.m. *Transactions of the Second Commission of the International Society of Soil Science*, Groningen (1927), Volume B, blz. 120. In allen geval is het zaak dit feit goed in het oog te houden; het komt ten slotte hierop neer, dat de pH van de bodemoplossing van zure gronden bij bemesting met neutrale zouten kleiner, dat is zuurder wordt. Zie ook de verhandeling van dr. Jac. van der Spek, *V. L. R.*, No. XXVII (1922), tabellen op blz. 183.

(53) Zie deze Mededeelingen, blz. 160.

(54) In mijne verhandeling: De natuurkundige en scheikundige veranderingen, die kweldergronden nà de indijking ondergaan, *V. L. R.*, No. XXIX (1924), blz. 170—184, heb ik deze omzettingen nader toegelicht.

(55) Hier volgt een overzicht van de pH's van de waterige suspensie's, *a*) vóór en *b*) nà het uitloogen van den grond met H_2O.

Wm. No.	43	70	267	29	18	197.
a.	4.0	4.4	5.4	5.5	5.9	6.6.
b.	5.2	5.6	6.3	6.2	6.7	7.2.
Wm.	264	202	204	200	201	203.
a.	6.8	6.9	7.0	7.1	7.2	7.6.
b.	7.7	7.7	7.9	7.6	7.8	8.1.

(56) In de gronden Wm 43 en Wm 70, met pH's = 4.0 en 4.4 werden slechts sporen in water oplosbare ijzerverbindingen aangetroffen (0.02 % $Fe_2O_3 + Al_2O_3$). De sterk zure gronden Wm 198 en 199, met pH's = 3.1 en 2.8, gaven reeds 0.26 % en 0.50 % $Fe_2O_3 + Al_2O_3$ in water oplosbaar. Zeer vermoedelijk zullen deze waterige extracten sterk zuur gereageerd hebben. Het is echter niet nagegaan en de stof is thans uitgeput.

(57) Voor de methode Kappen zie *Transactions Groningen*, 1926, Volume B, blz. 199.

(58) *Bodenkundliche Forschungen*, Beiheft zu den *Mitteilungen der Intern. Bodenk. Gesellschaft*, Band I (1928), No. 1, blz. 31.

(59) Dit kalkgehalte van 0.563 % CaO is uit de titratie berekend. Bij eenige voorloopige onderzoekingen bleek de hoeveelheid kalk, die uit de calciumacetaat-oplossing verdwenen was, grooter te zijn. Dit punt wordt nader onderzocht.

(60) Bij de nagenoeg neutrale gronden Wm 200, 201, 202, 263, 264, 280 en 281 werden uiterst lage Kappen-cijfers gevonden, van 0.01 tot 0.02 gram CaO per 100 gram grond.

(61) Ik heb reeds herhaaldelijk op dit feit gewezen; zie o.m. *Transactions Groningen*, 1927, Volume B, blz. 108. Zie ook het artikel van Christensen in de *Transactions Groningen*, 1926, Volume A, blz. 97 en 104 en Summary, No. 2 op blz. 112.

(62) Zie Andijker publicatie, deze Mededeelingen, blz. 171, noot 17.

(63) Volgens van Bemmelen zouden op sommige plekken in het Wieringermeer zanden van diluvialen oorsprong voorkomen; zie deze Mededeeling blz. 5, sub zeezand en blz. 72.

(64) Het zal aanbeveling verdienen ook onderzoekingen met de methode Neubauer aan te zetten.

(65) De Nederlandsche natronkleigronden bevatten, zooals uit Tabel XIII (blz. 252) blijkt, op 100 basen hoogstens een 30 à 40 natron. Sigmond vond in Hongaarsche alkaligronden aanzienlijk meer natron, bijv. 26 Ca + 14 Mg + 4 K + 56 Na. Zie *Proceedings and Papers of the First International Congress of Soil Science*, June 1927, Volume I, blz. 331, tabel 1. In zijn bekend artikel over Replacable bases in soils, *Calif. Univ. Pubs., Techn. Paper* No. 15, vermeldt W. P. Kelley nog hoogere natrongehalten, zelfs tot bijna 100 % toe, in de Californische alkaligronden.

(66) Zie de Andijker publicatie, deze Mededeelingen, blz. 159.