

# RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION GRONINGEN.

---

## Onderzoek van grond- en baggermonsters uit de Reeuwijksche en Sluipwijksche Plassen, in verband met de plannen tot droog- making van deze plassen.

DOOR

DR. D. J. HISSINK en DR. JAC. VAN DER SPEK  
met medewerking van  
A. DEKKER, M. DEKKER en H. OOSTERVELD.

(Ingezonden 20 Februari 1925.)

---

### § 1. Doel van het onderzoek.

Bij schrijven van 19 Maart 1924 deelde de directeur van het Rijksbureau voor de Ontwatering, de Heer Jhr. Ir. C. E. W. van PANHUYS te 's Gravenhage, den Directeur-Generaal van den Landbouw mede, dat door het genoemde Rijksbureau een onderzoek inzake de droogmaking van de Reeuwijksche en Sluipwijksche Plassen werd ingesteld. Hierbij was gebleken, dat een onderzoek van grondmonsters uit de droog te maken plassen en uit enkele omgevende polders, ten einde de toekomstige cultuurwaarde van de nieuwe gronden te kunnen bepalen, zeer gewenscht zou zijn. De Heer van PANHUYS verzocht den Directeur-Generaal de afdeeling voor grondonderzoek van het Rijkslandbouwproefstation Groningen te willen machtigen, hare medewerking bij dit onderzoek te verleen. Bij schrijven van 24 Maart 1924 werd deze machtiging verleend.

Bij dit onderzoek kon gebruik gemaakt worden van de ervaring, opgedaan bij een dergelijk onderzoek van grond- en baggermonsters uit polders en plassen gelegen ten Oosten van de Utrechtsche Vecht <sup>1)</sup>, alsmede van eenige grondmonsters, afkomstig uit den polder Zuidveen <sup>2)</sup>.

### § 2. Beschrijving van het terrein.

Ten Noorden van Gouda, onder de Gemeenten Reeuwijk en Sluipwijk, liggen een zevental grootere en kleinere plassen, met

1) Zie deze Verslagen, n<sup>o</sup>. 24 (1920).

2) Zie deze Verslagen, n<sup>o</sup>. 29 (1924).



zijn de zogenaamde damhoeken en de kleine eilandjes ontstaan, welke laatste vooral in de plassen IV ('s Gravenbroek) en VI (Elfhoeven) worden aangetroffen. Deze damhoeken en eilandjes bestaan dus uit opgebrachten grond. Hier en daar komen ook nog eilandjes en stukken land voor, die niet verveend zijn, hetzij omdat ze daartoe minder geschikt waren (bijv. monsterplek N<sup>o</sup>. XX, B 1748), hetzij omdat het land in cultuur was (bijv. monsterplek N<sup>o</sup>. XXI, B 1749, grasland). Dit is dus nog de oorspronkelijke grond, welke met de legakkers uit de Vechtplassen vergeleken kan worden.

De in de plas gestorte bovenlaag vermengde zich met het materiaal, dat nog op den bodem was blijven liggen. In den loop der jaren sloeg de golfslag meer of minder groote stukken land af, zoowel van de damhoeken, het opgebrachte land, als van de nog niet verveende stukken. Dit alles vermengde zich en heeft ten slotte datgene gevormd, wat we thans als bagger op den bodem van de plassen aantreffen.

### **§ 3. Wijze, waarop de monsters genomen zijn; ligging en gaardheid van de monsters; dikte der lagen en verdere bijzonderheden.**

Nadat den 13den Maart 1924 eene voorloopige bespreking op het Gemeentehuis te Reeuwijk met den Burgemeester van Reeuwijk, den directeur van het Rijksbureau voor de Ontwatering en een lid van het Ingenieursbureau voorheen J. VAN HASSELT en DE KONING te Nijmegen had plaats gehad, werden op 17 en 18 April 1924 een aantal monsters genomen. Op een 16 plekken werden in de verschillende plassen baggermonsters (B 1729 t/m 1744) verzameld. Tevens werd een monster veenachtige grond ter diepte van 5,20 meter van een eilandje in den 's Gravenbroekschen plas (B 1745) en een monster van den bovengrond van een damhoek (B 1746) genomen. Ook werden een tweetal monsters van den oorspronkelijken, nog niet verveenden grond (B 1748 en 1749) aan de collectie toegevoegd, terwijl ten slotte ook een plek in den polder Broekvelden (B 1747) bemonsterd werd. De bemonsterde plekken zijn met romeinsche cijfers (I t/m XIX) op de kaart (zie blz. 308) aangeduid.

De baggermonsters zijn met den beugel opgebaggerd. Dit geschiedde op de volgende wijze: eerst werd de bovenlaag van de bagger opgebaggerd, de inhoud van den beugel op een zeltje uitgestort en van deze massa met een schepje van verschillende plekken een weinig in een wijdmondsche flesch gedaan. Vervolgens is de benedenlaag van de bagger tot op den vasten grond opgebaggerd, op dezelfde wijze behandeld en in dezelfde flesch gebracht. Daarna is aan den anderen kant van het vaartuig op dezelfde wijze te werk gegaan; ook deze twee monsters (boven- en benedenlaag van de bagger) werden bij de beide andere baggermonsters in dezelfde flesch gebracht. Elk van de flesschen bevatte

dus een mengmonster van twee boven- en twee benedenlagen van de baggerlaag van één plek. Tevens werd met den peilstok nagegaan, op welke diepte de baggerlaag begon. Door daarna den peilstok door de weeke baggermassa heen tot op den vasten ondergrond door te steken, kon de dikte van de baggerlaag worden vastgesteld.

De vijf grondmonsters (B 1745 t/m B 1749) zijn met een grondboor genomen.

In tabel I zijn verschillende bijzonderheden van de monsters vermeld.

#### TABEL I.

##### *Baggermonsters (B 1729—B 1744).*

Plas I, 's Gravenbroek.

Monsterneming I. B 1729.

Baggerlaag, 11,5 d.M. dik (26,0—37,5).

De bovenlaag van de bagger is grijsachtig en meer kleiig, de benedenlaag is bruinachtig veen.

Monsterneming II. B 1730.

Baggerlaag, 7 d.M. dik (27,0—34,0).

De bovenlaag van de bagger is grijsachtig en meer kleiig, de benedenlaag is bruinachtig veen.

De Ie en IIe monsterneming zijn gedaan aan den zuidkant van de 's Gravenbroeksche plas. Hier is het water over het algemeen kalmer, zoodat de kleideeltjes beter bezinken kunnen.

Monsterneming III. B 1731.

Baggerlaag, 6 d.M. dik (34,0—40,0).

Ook hier is de bovenlaag van de bagger nog iets grijsachtig.

Monsterneming IV. B 1732.

Baggerlaag, 4 d.M. dik (30,0—34,0).

Plas II, Ravensberg.

In deze plas wordt lang zooveel grijs slijk niet aangetroffen als in de vorige plas. Dit was ook duidelijk aan de bovenste baggerlaag te merken.

Monsterneming V. B 1733.

Baggerlaag, 10 d.M. dik (28,0—38,0).

De bovenlaag van de bagger bestond uit een weinig grijsachtig slijk en bruinachtig veen.

## Monsterneming VI. B 1734.

Baggerlaag, 6 d.M. dik (44,0—50,0).

Hier werd eerst een net met zeer veel schelpen opgebaggerd. Dit zou toeval zijn. Hiervan is niets genomen, maar even verder is opnieuw gebaggerd.

## Plas III.

In deze plas komt uit het stoomgemaal van den polder Broekvelden en Vettenbroek. Daardoor wordt in deze plas nogal wat slik afgezet.

## Monsterneming VII. B 1735.

Baggerlaag, 9,5 d.M. dik (27,5—37,0).

Zoowel de eerste als de tweede baggerlaag was grijsachtig. Later bij het uitpakken was de bagger zwart.

Dit monster bevat zeer veel klei.

## Plas IV.

## Monsterneming VIII. B 1736.

Baggerlaag, 8 d.M. dik (30,0—38,0).

Ook deze bagger was eerst grijsachtig van kleur en later bij het uitpakken zwart.

Dit monster bevat ook nog veel slib.

## Plas V.

## Monsterneming IX. B 1737.

Baggerlaag, 14 d.M. dik (26,0—40,0).

Dit monster bevat veel slib.

## Monsterneming X. B 1738.

Baggerlaag, 6 d.M. dik (36,0—42,0).

Dit monster bestaat voornamelijk uit onvergaan veen.

Plas VI. *Elf Hoeven.*

In deze plas zouden nogal schelpen aangetroffen worden.

## Monsterneming XI. B 1739.

Baggerlaag, 7 d.M. dik (30,0—37,0).

Monster genomen vlak bij Maria-eiland.

## Monsterneming XII. B 1740.

Baggerlaag, 12 d.M. dik (23,0—35,0).

## Plas VII.

Deze plas is het laatst van allen uitgeveend.

Monsterneming XIII. B 1741.

Baggerlaag, 7 d.M. dik (20,0—27,0).

Monsterneming XIV. B 1742.

Baggerlaag, 5 d.M. dik (25,0—30,0).

Dit monster is genomen in den Vrijhoefpolder, die eerst  $\pm$  30 jaar geleden uitgeveend is. Dit was duidelijk aan de bagger waar te nemen, daar hier voornamelijk onvergaan veen, biezten, boomstronkjes werden opgebaggerd.

Monsterneming XV. B 1743.

Baggerlaag, 6 d.M. dik (22,0—28,0).

Dit monster bestaat voornamelijk uit onvergaan veen.

Monsterneming XVI. B 1744.

Baggerlaag, 11 d.M. dik (25,0—36,0).

Dit monster bestaat voornamelijk uit onvergaan veen.

*Grondmonsters uit de Plassen (B 1745, 1746, 1748, 1749).*

Monsterneming XVII. B 1745.

In de 's Gravenbroeksche plas is op een van de vele eilandjes met den grondboor een boring gedaan. Het bovenoppervlak van dit eilandje lag  $\pm$  1,85 min. A.P. Tot op 4 meter werd de gewone bovengrond, baggeraarde, aangetroffen. Van 4--5,20 M. was veenachtige grond, van 5,20—5,25 M. veen, met wat klei er door, van 5,25—5,80 M. grijs zand.

Van de laag van 4--5,20 M. is een monster meegenomen en genummerd B 1745.

Monsterneming XVIII. B 1746.

In dezelfde plas is een grondmonster genomen van een zoogenaamde „damhoek”. Op dit stukje land, gelegen vlak achter de school te Sluipwijk, werden aardappels verbouwd. Het monster is genomen naast het bebouwde terrein. Eerst is de graszode weggestoken. Van den daaronder liggenden grond is een monster genomen tot op  $\pm$  25 c.M. diepte en genummerd B 1746.

Monsterneming XX. B 1748.

Vlak bij monsterneming X is op een stuk land, oud veen, een grondmonster genomen. Dit stuk land was te slecht om te verveen en is daardoor blijven zitten. Er werden nu aardappelen op verbouwd. Dit monster is genomen naast het bebouwde terrein tot op ongeveer 25 c.M. diepte en genummerd B 1748.

Monsterneming XXI. B 1749.

In de Zuid-Oosthoek van plas VII ligt nog een stuk land, dat verveen mocht worden, hetgeen evenwel niet is geschied. Men heeft hier met den oorspronkelijken grond te doen. Van dezen grond worden bij de inpoldering de dijken gemaakt. Het is

dezelfde grond als van de damhoeken en van den ringdijk van Vrijhoef. Van dezen oorspronkelijken grond is eveneens een monster genomen tot op  $\pm 25$  c.M. diepte en genummerd B 1749.

*Poldergrond (B 1747).*

Monsterneming XIX. B 1747.

Ten Noord-Oosten van de Ravensberg-plas ligt de polder Broekvelden. Deze polder is ongeveer 25 jaar droog. In dezen polder is op een stuk weiland aan den voet van den ringdijk met den grondboor een monster genomen van de laag van 0—50 c.M. Dit monster bestaat uit veenachtigen grond en is genummerd B 1747.

Uit dit overzicht van de monsters blijkt dus, dat het baggermateriaal, met uitzondering van de drie monsters B 1742, 43 en 44 uit den Vrijhoefpolder (plas VII), uit goed vergaap veen bestaat. De bagger uit dezen laatsten polder bestaat uit minder vergaap materiaal (o. m. biezen, boomstronkjes, enz.), wat vermoedelijk hiermede in verband staat, dat deze plas eerst ongeveer 30 jaar geleden uitgeveend is.

Van de vier grondmonsters bestonden de drie bovengronden (B 1746, 1748 en 1749) uit goed gehumificeerd, mooi kruimelig materiaal; B 1745, genomen op een diepte van ongeveer 5 meter, bestond uit half vergaap veen.

*Zoowel het baggermateriaal als de grond van de damhoeken en de eilandjes bestaat dus voor het grootste gedeelte uit een reeds vrij goed, gehumificeerde veenmassa.*

**§ 4. Voorbereiding der monsters voor het onderzoek.**

Alle monsters, zoowel de 16 baggermonsters als de 5 grondmonsters, zijn bij aankomst op het laboratorium direct op zwavelwaterstof ( $H_2S$ ), op ferro (ijzeroxydule) en sulfaat ( $SO_3$ ) onderzocht.

Voor het verdere onderzoek zijn de zeer waterhoudende baggermonsters eerst in groote porceleinen schalen op het waterbad bij ongeveer  $60^\circ$  à  $80^\circ$  Celsius tot droog toe ingedampt, daarna nog enige dagen aan de lucht blootgesteld, om weer iets vocht tot zogenaamd „luchtdroog” op te nemen en vervolgens met een molen grof gemalen.

De grondmonsters zijn op glazen platen aan de lucht gedroogd, in een mortier fijn gewreven en door een zeef van 2 millimeter maaswijdte gezeefd. Hierbij werden slechts enkele organische resten (worteltjes, enz.) afgezeefd.

Alle 21 luchtdroge monsters zijn vervolgens onderzocht op vocht, organische stof, koolzure kalk, klei en zand (minerale bestanddeelen), uitwisselbare kalk, stikstof, phosphorzuur en zuurgraad (pH). De gevolgde methoden van onderzoek worden aan het slot (§ 9, blz. 330) beschreven, waarbij tevens eenige bijzondere cijfers vermeld worden.

## § 5. Resultaten van het onderzoek.

TABEL II.

N <sup>o</sup> . B	Herkomst.	Gehalten in procenten op droge stof aan:				Op 100 deelen klei en zand komen voor deelen:	
		koolzure kalk.	organische stof.	klei.	zand.	klei.	zand.
1729		32,3	39,4	23,4	4,9	83	17
1730	Baggers, Plas I. . . .	25,9	46,6	22,5	5,0	82	18
1731		8,6	61,3	20,2	9,9	67	33
1732		23,0	53,6	19,1	4,3	82	18
1733		4,7	60,2	22,5	12,6	64	36
1734	id., Plas II . . . . .	12,8	64,5	19,9	2,8	88	12
1735	id., Plas III . . . . .	6,1	47,5	26,1	20,3	56	44
1736	id., Plas IV . . . . .	20,6	48,3	27,2	3,9	87	13
1737	id., Plas V . . . . .	7,3	58,6	23,9	10,2	70	30
1738		1,6	66,5	20,9	11,0	66	34
1739	id., Plas VI . . . . .	2,4	58,3	19,0	20,3	48	52
1740		1,2	61,7	18,5	18,6	50	50
1741		0,8	66,8	18,6	18,8	57	43
1742	id., Plas VII . . . . .	0,6	59,5	18,5	21,4	46	54
1743		0,6	62,7	18,6	18,1	51	49
1744		0,6	55,1	19,3	25,0	44	56
1745	Eilandje, Plas I. . . . .	0,7	53,5	19,4	26,4	42	58
1746	Damboek, Plas I . . . .	1,2	58,2	21,1	19,5	52	48
1748	Onverveend ( Plas V . . .	0,9	43,3	18,3	37,5	33	67
1749	land uit ( Plas VII . . .	0,9	44,4	18,5	36,2	34	66
1747	Polder Broekvelden . . .	0,9	61,0	20,1	18,0	53	47

Onder klei wordt verstaan de minerale deeltjes kleiner dan 0,02 millimeter diameter, onder zand de minerale deeltjes van 0,02 — 2 millimeter diameter.



TABEL III.

N <sup>o</sup> . B	In water oplosbaar in pct. op droge stof.			Grammen keukenzout (NaCl) per liter water. (Zie § 8.)
	Keukenzout (NaCl).	Zwavelzuur (SO <sub>3</sub> ).	CaO aan dit zwavelzuur gebonden, dus in den vorm van gips (CaSO <sub>4</sub> ).	
1729	n.b.	0,26 ×	0,184	n.b.
1730	0,274	0,24	0,168	0,34
1731	n.b.	0,26 ×	0,184	n.b.
1732	0,280	0,21	0,147	0,31
1733	n.b.	0,26 ×	0,184	n.b.
1734	n.b.	0,26 ×	0,184	n.b.
1735	0,389	0,19	0,133	0,48
1736	0,352	0,27	0,189	0,45
1737	0,339	0,23	0,161	0,39
1738	0,315	0,25	0,175	0,33
1739	0,141	0,19	0,133	0,13
1740	0,115	0,27	0,189	0,12
1741	0,104	0,33	0,231	0,12
1742	0,083	0,30	0,210	0,12
1743	0,074	0,35	0,245	0,11
1744	0,072	0,32	0,224	0,11
1745	0,094	0,51	0,357	—
1746	0,001	0,01	0,007	—
1748	0,001	0,01	0,007	—
1749	0,007	0,02	0,014	—
1747	0,061	0,15	0,105	—

× = berekend (gemiddeld SO<sub>3</sub>-gehalte van de 12 baggermonsters).  
n.b. = niet bepaald.

TABEL IV.

N <sup>o</sup> . B	Gehalten in procenten op droge stof aan:					Verschil kalk in procenten op organische stof.
	Zwavelzuur (SO <sub>2</sub> ) in den vorm van basisch ferrisulfaat.	corres- pondeer- rende met kalk (CaO).	kalk (CaO) in de org. stof aan- wezig.	verschil kalk vorige kolom- men.	orga- nische stof.	
1729	0,37	0,26	Deze negen baggermon- sters bevatten vanaf 4,7 pct. koolzure kalk, dat is vanaf 2,6 pct. CaO in den vorm van CaCO <sub>3</sub> , welke hoeveelheid ruim voldoende is om al het zwavelzuur te binden. In de laatste kolom is dus het cijfer van tabel V opgenomen.			4,06
1730	0,47	0,33				4,48
1731	0,41	0,29				4,16
1732	0,45	0,32				4,76
1733	0,34	0,24				3,97
1734	0,50	0,35				3,78
1735	0,42	0,29				5,12
1736	0,45	0,32				4,04
1737	0,45	0,32				4,52
1738	0,42	0,29	2,58	2,29	66,5	3,44
1739	0,45	0,32	2,28	1,96	58,3	3,36
1740	0,40	0,28	2,51	2,23	61,7	3,61
1741	0,35	0,25	2,69	2,44	66,8	3,65
1742	0,31	0,22	2,48	2,26	59,5	3,80
1743	0,33	0,23	2,67	2,44	62,7	3,89
1744	0,32	0,23	2,20	1,97	55,1	3,58
1745	0,34	0,24	2,24	2,00	53,5	3,74
1746	0,40	0,28	2,68	2,40	58,2	4,12
1748	0,37	0,26	1,74	1,48	43,3	3,42
1749	0,37	0,26	1,71	1,45	44,4	3,27
1747	0,43	0,30	1,85	1,55	61,0	2,54

TABEL V.

N <sup>o</sup> . B	Gehalten in procenten op droge stof aan:						De organische stof bevat in procenten:		
	organi- sche stof.	uitwisselbare kalk		totaal stikstof (N).	totaal phosphor- zuur (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		uitw. kalk (CaO) = K.	stikstof (N) = S.	phos- phor- zuur (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) = P.
		in orga- nische stof en klei.	in orga- nische stof.		in orga- nische stof en klei.	in orga- nische stof.			
1729	39,4	1,86	1,60	1,65	0,183	0,127	4,06	4,19	0,32
1730	46,6	2,34	2,09	1,75	0,188	0,134	4,48	3,76	0,29
1731	61,3	2,77	2,55	2,04	0,155	0,107	4,16	3,33	0,17
1732	53,6	2,76	2,55	1,76	0,141	0,095	4,76	3,28	0,18
1733	60,2	2,64	2,39	2,14	0,183	0,129	3,97	3,55	0,21
1734	64,5	2,66	2,44	1,92	0,144	0,096	3,78	2,98	0,15
1735	47,5	2,72	2,43	1,81	0,985	0,922	5,12	3,81	1,94
1736	48,3	2,25	1,95	1,89	0,255	0,190	4,04	3,91	0,39
1737	58,6	2,91	2,65	2,11	0,179	0,122	4,52	3,60	0,21
1738	66,5	2,81	2,58	2,12	0,165	0,115	3,88	3,19	0,17
1739	58,3	2,49	2,28	2,36	0,259	0,213	3,91	4,05	0,37
1740	61,7	2,71	2,51	2,22	0,193	0,149	4,07	3,60	0,24
1741	66,8	2,89	2,69	2,13	0,154	0,109	4,03	3,19	0,16
1742	59,5	2,68	2,48	1,95	0,164	0,120	4,17	3,28	0,20
1743	62,7	2,87	2,67	2,14	0,153	0,108	4,26	3,41	0,17
1744	55,1	2,41	2,20	1,96	0,181	0,135	3,99	3,56	0,25
1745	58,5	2,45	2,24	2,00	0,194	0,147	4,19	3,74	0,27
1746	58,2	2,91	2,68	2,04	0,365	0,314	4,60	3,51	0,54
1748	43,3	1,94	1,74	1,76	0,669	0,625	4,02	4,06	1,44
1749	44,4	1,91	1,71	1,78	0,256	0,212	3,85	4,01	0,48
1747	61,0	2,07	1,85	2,13	0,241	0,193	3,03	3,49	0,32

Aangenomen is, dat de kleisubstantie (zie tabel II) in deze gronden bevat per 100 gram 1,1 gram uitwisselbare kalk en 0,24 gram totaal phosphorzuur. De rest van de uitwisselbare kalk en het phosphorzuur is dan in de organische stof gebonden.

a. *Zwavelwaterstof en ferro.*

Met uitzondering van de baggers B 1735 en 1736 uit de plassen III en IV gaven alle baggermonsters een vrij sterke zwavelwaterstofreactie en geen of nagenoeg geen ferrereactie. De baggers B 1735 en 1736 reageerden *zeer* sterk op zwavelwaterstof en gaven een *sterke* ferrereactie. Vermoedelijk staat dit afwijkende gedrag van deze beide baggers in verband met de omstandigheid, dat het stoomgemaal van de polders Broekvelden en Vettenbroek in plas III uitmondt, met welke pas IV weer in directe verbinding staat. Voor het onderzoek van dit water wordt naar § 8 (blz. 328) verwezen.

Van de grondmonsters reageerde B 1745, afkomstig van een eilandje in de 's Gravenbroeksche plas ter diepte van ongeveer 5 meter en bestaande uit half vergaen veen, flink op zwavelwaterstof; B 1747, genomen in den polder Broekvelden, een grijszwarte, nog niet goed gehumificeerde veengrond, gaf eveneens een duidelijke reactie op zwavelwaterstof. De drie grondmonsters B 1746, 1748 en 1749, alle goed gehumificeerde, mooie kruimelige gronden, waren vrij van zwavelwaterstof. Alle 5 grondmonsters reageerden op ferro, B 1747 het sterkst.

b. *Koolzure kalk, organische stof, klei en zand.*

In tabel II zijn de gehalten aan koolzure kalk, organische stof, klei en zand, in procenten op droge stof, opgenomen. De som van deze vier bestanddeelen is gelijk 100. Verder is berekend hoeveel klei en zand op 100 deelen minerale bestanddeelen (klei + zand) voorkomen. Zoo bevat B 1729 op droge stof 23,4 % klei en 4,9 % zand, samen 28,3 % minerale bestanddeelen of op 100 minerale bestanddeelen resp. 83 klei en 17 zand.

c. *Keukenzout en gips.*

De monsters zijn met water uitgeloozd, waarna bepaald is, hoeveel keukenzout en zwavelzuur ( $\text{SO}_3$ ) in het waterige extract aanwezig waren. Er was te weinig materiaal aanwezig, om ook nog een kalkbepaling in dit waterige extract te verrichten. Nu bevatte geen van de waterige extracten aluminium of ijzer, zoodat met groote waarschijnlijkheid mag worden aangenomen, dat het in water opgeloste zwavelzuur aan kalk gebonden is. Deze cijfers zijn in tabel III opgenomen.

d. *Zwavelzuur ( $\text{SO}_3$ ).*

Behalve het zwavelzuur, dat in het waterige extract gevonden is, en dat we aannamen, dat als gips (zwavelzure kalk,  $\text{CaSO}_4$ ) aanwezig is, bevatten alle monsters nog zwavelzuur in anderen vorm, vermoedelijk aan ijzer (en aluminium) gebonden. Voor de wijze, waarop deze sulfaten in dergelijke gronden ontstaan en tot

soms zeer groote hoeveelheden kunnen ophoopen, wordt naar het Vechtrapport <sup>1)</sup> verwezen. Ten einde deze sulfaten te bepalen, is de droge stof met sterk zoutzuur gekookt (zie § 9). Hierbij gaat echter ook het zwavelzuur van het gips in oplossing (zie tabel III). Deze laatste hoeveelheid SO<sub>3</sub> is van het totaal-SO<sub>3</sub> afgetrokken, waarna het verschil als SO<sub>3</sub> in den vorm van basisch ferrisulfaat in tabel IV is opgenomen.

Wanneer de gronden in cultuur gebracht worden, zal dit zwavelzuur zich ook van kalk trachten meester te maken en wel in de eerste plaats van de kalk uit de koolzure kalk en daarna van de kalk uit de organische stof (humus). Het is nu de vraag of er voldoende kalk in de organische stof overblijft. De eerste 9 baggers zijn rijk aan koolzure kalk en bevatten kalk in overvloed om al het zwavelzuur te neutraliseeren (vorming van gips). In tabel IV is voor de overige 7 baggermonsters en voor de 5 grondmonsters berekend, hoeveel kalk er voor de organische stof overblijft, wanneer al het zwavelzuur zich van organische kalk meester maakt. Verder is het gehalte van de overblijvende kalk berekend in procenten op organische stof (laatste kolom, tabel IV).

e. *Uitwisselbare kalk, totaal stikstof en totaal phosphorzuur (tabel V).*

Tabel V bestaat uit twee gedeelten. Het eerste gedeelte bevat de gehalten in procenten op droge stof aan organische stof (zie mede tabel II), uitwisselbare kalk, totaal stikstof en totaal phosphorzuur. In het tweede gedeelte van tabel V zijn deze gehalten aan kalk, stikstof en phosphorzuur in procenten op organische stof omgerekend. Een en ander vereischt eenige toelichting.

*Uitwisselbare kalk.* Bij de bepaling van de uitwisselbare kalk (zie § 9) wordt gevonden de hoeveelheid in water oplosbare kalk (gips, zie tabel III) en de hoeveelheid kalk, die in de kleisubstantie en in den humus gebonden is. Totaal is nu gevonden in B 1729 2,04 % CaO, waarvan (zie tabel III) 0,18 % CaO als gips aanwezig is. Het verschil (2,04 — 0,18 = 1,86 % CaO) is in tabel V opgenomen als uitwisselbare kalk in organische stof en klei. Nu bezitten wij nog geen methode om deze beide soorten van uitwisselbare kalk te scheiden. Bij benadering kunnen we evenwel wel aannemen, dat de kleisubstantie in de onderzochte bagger- en grondmonsters wel ongeveer 1,1 % kalk (dus CaO in procenten op klei) bevat <sup>2)</sup>. 100 gram droge stof van B 1729 bevatten 23,4 % klei (tabel II) en dus  $23,4 \times 1,1 : 100 = 0,26$  % CaO in de klei. Voor de organische stof blijft dus  $1,86 - 0,26 = 1,60$  % over. Dit getal is in tabel V als uitwisselbare kalk in de organische stof (maar in procenten op droge stof) opgenomen.

In 100 gram droge stof van B 1729 zijn dus aanwezig 39,4 gram organische stof en 1,60 gram kalk in de organische stof;

1) Deze Verslagen, n<sup>o</sup>. 24 (1920).

2) Zie noot 3 op de volgende bladzijde.

dus op 100 gram organische stof  $100 \times 1,60 : 39,4 = 4,06$  gram kalk in procenten op organische stof. Dit getal is in het tweede gedeelte van tabel V opgenomen (grootheid K).

*Stikstof.* Het baggermonster B 1729 bevat op 100 gram droge stof 1,65 gram stikstof (1,65 % N, zie tabel V), welke alleen in de 39,4 gram organische stof gebonden is. Op 100 gram organische stof is dus aanwezig  $100 \times 1,65 : 39,4 = 4,19$  gram stikstof (zie tabel V, tweede gedeelte, stikstof in procenten op droge stof = S).

*Phosphorzuur.* Het phosphorzuur komt weer, evenals de kalk, gedeeltelijk in de klei, gedeeltelijk in de organische stof voor. Ook deze twee vormen van phosphorzuur zijn niet afzonderlijk te bepalen. Bij benadering mag worden aangenomen, dat de kleisubstantie ongeveer 0,24 %  $P_2O_5$  bevat<sup>3)</sup>. De berekening wordt nu als volgt. 100 gram droge stof van B 1729 bevat 23,4 gram klei (tabel II) en dus  $23,4 \times 0,24 : 100 = 0,056$  gram phosphorzuur ( $P_2O_5$ ) in de kleisubstantie. Totaal in klei en humus is aanwezig 0,183 gram  $P_2O_5$ , zoodat voor de 39,4 gram organische stof overblijft  $0,183 - 0,056 = 0,127$  gram  $P_2O_5$  (1e gedeelte van tabel V); dat is  $100 \times 0,127 : 39,4 = 0,32$  % phosphorzuur op organische stof (P in het tweede gedeelte van tabel V).

Op deze wijze komt men dus tot den rijkdom van de organische stof aan kalk, stikstof en phosphorzuur (tabel V, tweede gedeelte). 100 gram organische stof van B 1729 bevatten 4,06 gram CaO, 4,19 gram N en 0,32 gram  $P_2O_5$ .

#### f. *Reactie of zuurgraad (pH).*

De reactie of de zuurgraad van den grond wordt in de grootheid pH uitgedrukt. Hoewel feitelijk de neutrale reactie door  $pH = 7$  wordt aangegeven, is er iets voor te zeggen, om bij een pH van ongeveer 6,5—7,5 van een neutrale reactie te spreken<sup>4)</sup>. Men kan dan verder spreken van een zwak alcalische reactie bij een pH van 7,5—8; een zwak zure reactie bij een pH van 6—6,5; een matig zure reactie bij een pH van 5,5—6; een zure reactie bij een pH van 5—5,5, een sterk zure, resp. zeer sterk zure reactie bij pH's kleiner dan 5.

De baggers reageeren alle 16 van neutraal tot zeer zwak alcalisch. Van de grondmonsters reageert B 1745 eveneens van neutraal tot zeer zwak alcalisch; B 1746 nagenoeg neutraal; B 1748 matig zuur tot zwak zuur; B 1749 matig zuur. De sterkst zure reactie bezit monster B 1747, de grond uit den polder Broekvelden (van zuur tot matig zuur; pH ongeveer 5,5).

3) In de publicatie over den Verzadigingstoestand van kleigronden (deze Verslagen, n<sup>o</sup>. 30) werden de gehalten aan uitwisselbare kalk en phosphorzuur in procenten op klei op ongeveer 1,1 en 0,24 berekend.

4) Zie ook Zeitschrift für Pflanzenernährung und Düngung, A, III, blz. 253.

### § 6. De scheikundige geaardheid van de onderzochte bagger- en grondmonsters.

(Bespreking van de resultaten, zie mede tabel VI.)

TABEL VI.

*Gemiddelde samenstelling van bagger- en grondmonsters.*

Samenstelling.	Baggers			Gronden		
	uit de Reeuwijksche en Sluipwijksche plassen.	uit de Utrechtsche plassen.	bij legakkers in de Utrechtsche plassen.	van damhoeken, enz., uit de Reeuwijksche en Sluipwijksche plassen. (B 1745, 46, 48, 49).	van legakkers in de Utrechtsche plassen.	uit den polder Broekvelden. (B 1747).
Koolzure Kalk . . . . .	9,3	0,0	0,0	0,9	0,0	0,9
Organische stof	56,9	74,4	63,9	49,9	41,6	61,0
Klei . . . . .	21,1	14,6	14,6	19,8	15,2	20,1
Zand . . . . .	12,7	11,0	21,5	29,9	43,2	18,0
Op 100 deelen klei plus zand, deelen klei. .	62	57	40	39	26	53
Uitw. Kalk . . . . .	2,61	2,79	2,80	2,30	1,55	2,07
Stikstof . . . . .	2,00	2,14	1,92	1,89	1,43	2,13
Phosphorzuur . . . . .	0,18	0,12	0,14	0,27	0,18	0,24
Uitwiss. Kalk . . . . .	= K 4,2	3,5	4,1	4,2	3,3	3,0
Stikstof . . . . .	= S 3,5	2,9	3,0	3,8	3,4	3,5
Phosphorzuur . . . . .	= P 0,23	0,11	0,16	0,43	0,35	0,32

De abnormaal hoge phosphorzuur-cijfers van B 1735 en B 1748 zijn bij de berekening van de gemiddelden *niet* meegerekend.

In het Vechtrapport is het gehalte aan stikstof in procenten op organische stof door de letter P aangegeven.

Ter vergemakkelijking van het overzicht zijn in tabel VI de gemiddelde gehalten van de 16 baggers en de vier grondmonsters, alsmede de gehalten van het poldermonster B 1747 uit den polder Broekvelden opgenomen. Ter vergelijking zijn in deze tabel mede de gemiddelde cijfers van de bagger- en grondmonsters uit het Vechtrapport vermeld.

a. *Gehalten aan koolzure kalk, organische stof, klei en zand.*

Van de 16 baggermonsters zijn er vier zeer rijk aan koolzure kalk (20,6 %—32,3 %), een vijftal rijk aan dit bestanddeel (4,7 %—12,8 %), terwijl een drietal een weinig koolzure kalk bevatten (1,2 %—2,4 %). In de overige vier baggermonsters en in de vijf grondmonsters komen slechts zeer geringe hoeveelheden koolzure kalk voor (minder dan 1 %, alleen in B 1746 nog 1,2 %). Dit is een zeer belangrijk feit, omdat het op den kalkrijkdom van deze gronden wijst, welke vooral bij vergelijking met de overeenkomstige Vechtmonsters aan het licht komt. Deze laatste bevatten nl. geen koolzure kalk (zie tabel VI).

De gehalten aan organische stof liggen tusschen 39,4 % en 66,8 % in. Gemiddeld bevatten de baggermonsters 56,9 % organische stof, de grondmonsters 49,9 % en de poldergrond 61,0 %. De baggers zijn dus iets minder rijk aan organische stof dan de Vechtbaggers (tabel VI). Dit is waarschijnlijk nog een voordeel, omdat de grond nà de inpoldering daardoor aan stevigheid zal winnen, terwijl toch het humusgehalte nog hoog zal zijn. Hierbij komt nog, dat de minerale bestanddeelen van de baggers uit zwaren kleigrond bestaan (gem. 62 deelen klei tegen 38 deelen zand), terwijl de grondmonsters meer lichten kleigrond (gem. 39 deelen klei tegen 61 deelen zand) bijgemengd bevatten. Ter vergelijking zij hier medegedeeld, dat zware Zeeuwsche kleigrond 59 deelen klei tegen 41 deelen zand en mooie, meer lichtere kleigrond uit den Anna Paulownapolder 34 deelen klei tegen 66 deelen zand bevatte.

*Nà de drooglegging zullen dus gronden verkregen worden, die rijk aan organische bestanddeelen zijn, maar die toch voldoende kleigrond bijgemengd bevatten om een vrij stevigen bodem te waarborgen. Bovendien bevatten al deze gronden koolzure kalk, een groot gedeelte zelfs in vrij groote hoeveelheden.*

b. *Gehalte aan uitwisselbare kalk (CaO) in procenten op droge stof en in procenten op organische stof (K).*

Een hoog kalkgehalte, zoowel in procenten op droge stof als in procenten op organische stof (K) is een zeer belangrijke factor ter beoordeeling van de kwaliteit van de humusgronden, die nà de drooglegging den bodem zullen vormen en wel om verschillende redenen.

Het gehalte aan kalk van den grond gaat in den loop der jaren achteruit. De planten nemen kalk uit den grond op en het regenwater, dat — wanneer later de lucht in deze humusrijke gronden



goed binnendringen kan — rijk aan koolzuur zal zijn, spoelt kalk uit den grond uit. Bovendien zal het zwavelzuur, dat als ijzerverbinding voorkomt, zich van een deel van de kalk uit de organische stof trachten meester te maken. De volgende berekening kan eenig inzicht geven over de hoeveelheden kalk, die in de nieuwe gronden zullen voorkomen. De eerste negen baggermonsters, die rijk aan koolzure kalk zijn, blijven hier buiten beschouwing. We nemen dus alleen de 7 laatste baggermonsters en de vier grondmonsters uit de plassen. Volgens de derde kolom van tabel V bevatten deze 11 monsters gem. 2,55 % CaO (in klei en humus) in procenten op droge stof. Volgens tabel IV gaat hier gem. 0,26 % CaO voor het zwavelzuur af, zoodat nog 2,29 % CaO in procenten op droge stof overblijft. Zoodat uit § 7 (blz. 326) blijkt, kan het volumegewicht van de nieuwe gronden op ongeveer 0,34 gesteld worden, dat wil dus zeggen, dat 1 d.M<sup>3</sup> grond, na de inklinking, zal bevatten 0,34 K.G. droge stof, dat is per H.A. in de laag van 0—20 centimeter 680 000 K.G. droge stof. Deze bevatten 2,29 % CaO, dat is per H.A. ongeveer 15 500 K.G. kalk (CaO). Dit is wel de minste hoeveelheid, omdat geen rekening gehouden is met de koolzure kalk.

De vraag, hoeveel tijd er voor het uitspoelen van deze hoeveelheid kalk noodig zal zijn, is niet te beantwoorden. Dit zal van verschillende omstandigheden afhangen. Maar ter vergelijking zij hier vermeld, dat de grond B 1747 uit den polder Broekvelden, op dezelfde wijze berekend, bevat (per H.A. in de laag van 0—20 c.M.) :  $6800 \times (2,07 \text{ (tabel V, kolom 3)} - 0,30 \text{ (tabel IV, kolom 3)}) = 6800 \times 1,77 =$  ongeveer 12 000 K.G. kalk (CaO).

Een grootheid, die een belangrijke rol in de bodemprocessen speelt, is de hoeveelheid kalk in procenten op organische stof (grootheid K). Volgens tabel VI is K in de bagger- en grondmonster 4,2 en in den grond uit den polder Broekvelden 3,0, terwijl de organische stof van de Vechtbaggers en -grond iets armer aan kalk is (3,5—4,1—3,3). Deze grootheid is van belang uit tweeërlei oogpunt.

In de eerste plaats bestaat er een zeker verband tusschen de grootheid K en de reactie of den zuurgraad van den grond, de pH dus. Hooge K-waarden corresponderen in het algemeen met hooge pH-waarden en omgekeerd. De onderzochte baggermonsters en eveneens de vier gronden uit de plassen bezitten hooge K-waarden (4,2) en in overeenstemming hiermede een nagenoeg neutrale tot zwak alcalische reactie. Alleen de reactie van B 1749 is iets aan den zwak zuren kant. De poldergrond B 1747 met de laagste K-waarde (K = 3,0) reageert al duidelijk, maar toch nog matig zuur (pH ongeveer tusschen 5,5—6).

Het hooge kalkgehalte van de organische stof (hooge waarde van K = 4,2) waarborgt tevens eene goede omzetting van de organische stof na de drooglegging. Dit is van belang voor het beschikbaar komen van de organische stikstof en mogelijk ook van het in de organische stoffen gebonden phosphorzuur.

Ten slotte mag niet uit het oog verloren worden, dat bij het bovenstaande alleen rekening gehouden is met het gehalte aan uitwisselbare kalk. Alle gronden bevatten intusschen ook nog totaal kalk en behalve kalk ook nog andere basen (kali, natron en magnesia). De uitwisselbare kalk speelt evenwel de hoofdrol <sup>5)</sup>.

*De organische stof van de baggers en de gronden uit de plassen is goed van kalk voorzien (K = 4,2) en bezit in overeenstemming hiermede een nagenoeg neutrale tot zwak alcalische reactie (pH). Het hooge kalkgehalte van de organische stof waarborgt tevens eene goede omzetting van de organische stof na de drooglegging. Aangezien de gronden rijk aan organische stof zijn, is ook de hoeveelheid organische kalk zeer hoog. Na aftrek van de kalk, noodig voor de neutralisatie van al het aan ijzer gebondene zwavelzuur, blijft er — naast de koolzure kalk — nog gemiddeld ongeveer 15 500 K.G. kalk (CaO) in de klei en humus per H.A. in de laag van 0—20 c.M. achter. Een daling van het pH-cijfer en eene daarmede gepaard gaande daling van het pH-cijfer zal eerst zeer geleidelijk in den loop der jaren plaats vinden.*

*c. Gehalten aan stikstof (N) in procenten op droge stof en in procenten op organische stof (S).*

Volgens tabel VI bevatten de baggermonsters gemiddeld 2,0 % stikstof op droge stof, de grondmonsters uit de plassen gem. 1,9 %. Dit geeft een enorme hoeveelheid stikstof in den grond na de drooglegging. Aannemende, dat het volumegewicht van den grond na de drooglegging 0,34 wordt, wat een gewicht van 680 000 K.G. droge stof per H.A. in de laag van 0—20 c.M. geeft, is in deze laag per H.A. ongeveer 13 000 K.G. stikstof (N) aanwezig. Men kan zich een denkbeeld van deze hoeveelheid stikstof vormen, als men bedenkt, dat 100 K.G. chilisalpeter 15,5 K.G. N, 100 K.G. norgesalpeter 13 K.G. N en 100 K.G. zwavelzure ammoniak 20 K.G. N bevatten. Terwijl echter de stikstof in deze drie kunstmeststoffen voorkomt in een vorm, die direct of nagenoeg direct voor de planten opneembaar is (de nitraat- en de ammoniakvorm), is dit met de stikstof in de veenstoffen (de organische stikstofvorm) niet het geval. Het is dus een belangrijke vraag of deze 13 000 K.G. organische stikstof geleidelijk, al naarmate de planten er behoefte aan hebben, in opneembare stikstof omgezet wordt.

In eenige vroegere publicaties <sup>6)</sup> is uiteengezet, dat de gehalten van de organische stof aan kalk en aan stikstof, de grootheden K en S dus, eene aanwijzing over de mate van ontleedbaarheid van de organische stof geven kunnen. Hooge K- en S-waarden wijzen op een goed ontledingsstadium van de organische stoffen en op een goede opneembaarheid van de organische stikstof voor de planten. We zagen reeds, dat de K-waarden hoog zijn. Dit is ook

5) Voor de rol, die de uitwisselbare kalk in den grond speelt, zie deze Verslagen, n<sup>o</sup>. 24 (1920), blz. 144—248.

6) Zie deze Verslagen, n<sup>o</sup>. 29 (1924), blz. 191 en Groninger Landbouwblad van 23 Februari en 1 Maart 1924.

met de S-waarden het geval, volgens tabel VI resp. 3,5 in de baggers en 3,8 in de grondmonsters. Ze zijn zelfs hooger dan de reeds vrij hooge S-waarden van de Vechtmonsters. In dit verband zij nog op de S-waarden van een monster laagveengrond uit de omstreken van Harkstede gewezen <sup>7)</sup>, dat op droge stof bevatte 35,3 % organische stof en 0,95 % stikstof (N) en 1,8 % kalk (CaO); S dus gelijk aan 2,7 en K ongeveer 5. Deze grond stond er voor bekend, dat hij geregeld jaarlijks de planten zeer rijkelijk van stikstof kon voorzien.

*De organische stof van de baggers en de gronden is rijk aan stikstof (S = 3,5 en 3,8). In verband met het hooge gehalte aan organische stof zal de grond na de drooglegging per H.A. in de laay van 0—20 c.M. gemiddeld ongeveer een 13 000 K.G. stikstof (N) in organischen vorm bevatten. De hooge K- en S-waarden wijzen op een goed ontledingsstadium van de organische stoffen en waarborgen tevens een goede opneembaarheid van de organische stikstof voor de planten.*

d. *Gehalten aan phosphorzuur in procenten op droge stof en in procenten op organische stof (P).*

Gemiddeld bevatten de baggers in pct. op droge stof 0,18 % phosphorzuur ( $P_2O_5$ ) en de gronden 0,27 %. Bij de berekening van deze gemiddelden zijn de abnormaal hooge phosphorzuurcijfers van B 1735 (0,985 %) en B 1748 (0,669 %) buiten rekening gelaten. Deze cijfers zijn vrij wat hooger dan die van de Vechtgronden (0,12—0,14—0,18). Ook de poldergrond B 1747 is rijk aan phosphorzuur (0,24 %). In overeenstemming hiermede zijn ook de gehalten aan  $P_2O_5$  in procenten op organische stof (P) aanzienlijk hooger dan de P-waarden van de Vechtmonsters (zie onderste rij, tabel VI).

Er is een vrij groot verschil in de P-waarden tusschen de baggermonsters en de grondmonsters. Gemiddeld is P voor de baggers 0,23. B 1745, de veenachtige laag ter diepte van ongeveer 5 meter op een eilandje in den 's Gravenbroekschen plas, bezit een P = 0,27. De eigenlijke gronden (B 1746, 1748 en 1749) hebben de volgende P-waarden: 0,54—1,44—0,48. Ook bij kleigronden is wel eens geconstateerd, dat het phosphorzuur gehalte in procenten op klei in de bouwlaag grooter was dan in de onderlagep. We beschikken over nog te weinig materiaal om te kunnen zeggen of dit verschijnsel algemeen is en om een oordeel over de oorzaak te kunnen uitspreken.

Indertijd is van de Vechtgronden gezegd, dat ze niet rijk aan phosphorzuur waren, zoodat een phosphorzuurbemesting na de drooglegging noodig zou zijn. *Hoewel de baggers en de gronden uit de Reeuwijksche plassen rijker zijn aan phosphorzuur dan de Vechtmonsters, is het toch nog de vraag of ze het zonder phosphorzuurbemesting zullen kunnen stellen. Na de drooglegging zullen proeven in deze richting genomen dienen te worden.*

7) Zie Groninger Landbouwblad van 1 Maart 1924.

## § 7. De inklinking van de baggerlaag na de drooglegging.

TABEL VII.

N <sup>o</sup> . B, resp. N <sup>o</sup> . van den ring.	Gewicht van 1 d.M <sup>3</sup> . natte bagger, resp. oorspronkelijke grond in K.G.	100 K.G. natte bagger, resp. oorspronkelijke grond bevatten K.G. water.	Volumegewicht, dat is het gewicht van de droge stof in K.G. in één d.M <sup>3</sup> .
---	--	---	---

## Baggermonsters.

1729	1,05	88,6	0,120
1730	1,03	88,9	0,115
1731	1,05	89,7	0,108
1732	1,05	89,9	0,106
1733	1,04	90,0	0,104
1734	1,03	91,7	0,085
1735	1,05	89,1	0,115
1736	1,05	88,7	0,119
1737	1,04	89,8	0,107
1738	1,05	90,4	0,101
1739	1,04	91,5	0,089
1740	1,05	90,3	0,101
1741	1,05	89,8	0,107
1742	1,05	87,5	0,132
1743	1,05	86,8	0,139
1744	1,06	86,4	0,145

## Grondmonsters uit den polder Vettenbroek.

ring 1	0,949	70,15	0,283
ring 2	0,869	59,92	0,348
ring 3	0,741	54,34	0,338
ring 4	0,671	43,59	0,378

Nà de drooglegging van de plassen zal de bagger, vermengd met den grond van de damhoeken en de eilandjes, inklinken. Dit leidt tot het stellen van de twee volgende vragen: „Hoeveel bedraagt deze inklinking en zal de overblijvende laag, nà de inklinking, nog een bouwvoor van voldoende dikte opleveren.”

Het antwoord op de eerste vraag, hoeveel de inklinking bedraagt, hangt af van het volumegewicht van de bagger en van de gronden in de plassen. Onder volumegewicht wordt het gewicht van de droge stof in kilogrammen in één d.M<sup>3</sup>. verstaan. De volumegewichten van de baggers en van de gronden zullen nogal uiteen loopen; het volumegewicht van de gronden zal hooger zijn dan dat van de baggers. Voor een juist antwoord op de gestelde vragen is het dus noodig de verhouding van de hoeveelheden bagger en grond in de plassen te kennen. Deze verhouding is evenwel niet bekend. Wij zullen dus trachten een antwoord te geven voor de inklinking van de baggermassa alleen, zonder met den grond van de damhoeken en de eilandjes rekening te houden. De inklinking zal dus inderdaad iets minder zijn, dan hieronder wordt aangegeven.

Om het volumegewicht van de baggers te bepalen is eenvoudig het totale gewicht van 2 liter bagger gewogen en daarna bepaald, hoeveel kilogram droge stof deze massa bevat. De resultaten van dit onderzoek zijn in tabel VII opgenomen. Zoo woog 1 liter oorspronkelijke natte bagger van B 1729 1,05 K.G. De massa bevatte 88,6 % water en dus 11,4 % droge stof, zoodat per liter  $1,05 \times 11,4 : 100 = 0,120$  K.G. droge stof aanwezig was. Dit is het volumegewicht.

Ten einde nu de inklinking van deze natte bagger nà de drooglegging na te gaan, moest het volumegewicht van de omringende poldergronden bepaald worden. Daartoe is op een viertal plaatsen in den polder „Vettenbroek” een koperen ring van 8 c.M. diameter en 8 c.M. hoogte (inhoud ong. 402 c.M<sup>3</sup>.) in den grond geslagen en daarna uitgegraven, zoodat de ring geheel met den grond in zijn natuurlijke ligging gevuld was. De boven- en onderkant van den ring zijn vlak afgesneden en daarna afgesloten met glasplaatjes, ten einde verlies van grond en verdamping van het water in den grond tegen te gaan. De hoeveelheid grond, die in de ringen aanwezig was, is gewogen en daarna het totaal vochtgehalte van dezen grond bepaald, uit welke grootheden en den inhoud van den ring het volumegewicht van den oorspronkelijken grond berekend kon worden.

Ring n<sup>o</sup>. 1 is gevuld achter in den polder Vettenbroek, op een stuk laag land, langs de tocht gelegen. Dit land lag ongeveer 40 c.M. boven polderpeil. De tweede ring (n<sup>o</sup>. 3) is gevuld op een stuk land naast het eerste gelegen, maar aanzienlijk hooger, ongeveer 70 c.M. boven polderpeil. De beide andere ringen zijn vóór in den polder Vettenbroek, bij het stoomgemaal gevuld, de eene ring (n<sup>o</sup>. 4) op een hoog gelegen stuk land, ongeveer 80 c.M. boven polderpeil, de andere ring (n<sup>o</sup>. 2) op hetzelfde stuk land,

maar op een iets lager gedeelte er van. De gevonden waarden zijn eveneens in tabel VII opgenomen.

Het vochtgehalte van de verschillende baggermonsters loopt niet veel uiteen. Het schommelt tusschen 86,4 % en 91,7 %. De volumegewichten daarentegen variëeren tusschen 0,085 en 0,145, dat wil dus zeggen, dat in 1 d.M<sup>3</sup>. van de oorspronkelijke bagger aanwezig is tusschen de 0,085 en 0,145 K.G. droge stof (volumegegewicht). De oorzaak van deze verschillen in volumegegewicht, ligt voor de hand. Ze staat in verband met de bestanddeelen, waaruit de baggermassa bestaat, nl. of de bagger veel minerale bestanddeelen bevat of wel rijk is aan organische stof en of die organische stof meer of minder vergaan is of nog onvergane resten van boomstronken, biezten, enz. bevat. Dit laatste is het geval bij de drie laatste baggers (B 1742, 1743 en 1744). Laten we deze drie baggers buiten beschouwing, dan vinden we voor het gemiddelde volumegegewicht van de baggermassa 0,106, dat wil dus zeggen, dat 1 d.M<sup>3</sup>. baggermassa gemiddeld 0,106 K.G. droge stof bevat.

Bij beschouwing van de volumegewichten van de vier grondmonsters uit den polder Vettenbroek valt terstond op, dat deze vrij sterk uiteenloopen. Het kleinste volumegegewicht (0,283) bezit de grond van de laagst gelegen plek. De volumegewichten van de drie andere gronden, die alle drie hooger boven het polderpeil liggen, zijn 0,348—0,338—0,378. We hebben nu voor het gemiddelde volumegegewicht van den poldergrond een gemiddeld cijfer van 0,348 aangenomen en geven gaarne toe, dat dit getal eenigszins willekeurig is.

*Indien nu uit de baggermassa met een volumegegewicht van 0,106 een grond van 0,348 volumegegewicht gevormd zal worden, is drie d.M<sup>3</sup>. bagger voor één d.M<sup>3</sup>. grond noodig. Dit geeft een inklinking van 3 op 1. De baggerlaag zal dus na de drooglegging tot op ongeveer één derde van haar dikte inklinken. Zooals we reeds zagen, zal deze verhouding onder meer afhangen van de ligging van het drooggelegde land ten opzichte van het peil van het polderwater. Het gegeven cijfer van een inklinking van één derde is als een benaderende waarde op te vatten.*

*Aangezien de dikte van de baggerlagen van 4 tot 14 d.M. varieert en de eilandjes en damhoeken mede voor bodemmateriaal gebruikt zullen worden, is wel aan te nemen, dat er voldoende materiaal voor het vormen van een bouwvoor van voldoende dikte in de plassen aanwezig is. Voor eene nauwkeurige beantwoording van deze vraag zal de dikte van de baggerlagen op een aanzienlijk grooter aantal plekken in alle plassen gemeten dienen te worden.*

### § 8. De samenstelling van het water in de plassen en in de aangrenzende polders.

Met behulp van de cijfers van tabel III en tabel VII kan berekend worden, hoeveel gram keukenzout (NaCl) per liter water in de natte bagger aanwezig is en wel op de volgende wijze.

Volgens tabel VII bevat de oorspronkelijke bagger van B 1730 op 100 K.G. bagger 88,9 K.G. water en dus 11,1 K.G. droge stof. Volgens tabel III is per 100 K.G. van deze droge stof 0,274 K.G. keukenzout aanwezig, dit is dus op 11,1 K.G. droge stof 0,0301 K.G. = 30,1 gram keukenzout. Deze hoeveelheid keukenzout is dus in de oorspronkelijke bagger in 88,9 liter water opgelost, zoodat per liter water  $30,1 : 88,9 = 0,34$  gram keukenzout (NaCl) aanwezig is. Dit cijfer is in de laatste kolom van tabel III opgenomen.

Van de baggers n<sup>o</sup>. 1729, 1731, 1733 en 1734 was geen voldoende stof voor de keukenzoutbepaling meer aanwezig (n.b. = niet bepaald). In de plassen I, III, IV en V komt van 0,31 tot 0,48 gram keukenzout (NaCl) per liter voor; in de plassen VI en VII slechts van 0,11—0,13 gram. Dit zijn zeer kleine bedragen.

In November 1924 zijn door den Rijkslandbouwconsulent van het Rijksbureau voor de Ontwatering, den Heer Ir. J. C. PFEIFFER, een vijftal watermonsters uit de polders Vettenbroek en Broekvelden genomen. Deze watermonsters zijn mede op keukenzout onderzocht. Per liter is van ongeveer 0,09 tot 0,41 gram keukenzout (NaCl) aanwezig. Deze cijfers zijn dus vrijwel van dezelfde orde als de boven gevonden cijfers.

Het onderzoek van het polderwater had nog een andere bedoeling. Het water in de polders vertoont vaak een witte kleur en men meende, dat deze witte troebeling met het voorkomen van zure zwavelzure verbindingen van ijzer en aluminium in het water in verband zou staan. Dit zou dan weer op sterk zure gronden wijzen <sup>8)</sup>. Bij onderzoek bleken evenwel geen van de vijf watermonsters zuur te reageren; de pH was ongeveer 7 à 7,5 (neutraal tot zeer zwak alcalisch). Een enkel watermonster (n<sup>o</sup>. 2) was rijk aan ijzeroxyde (303 mgr. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> per liter) en bevatte ook eenig aluminiumoxyde (30 mgr. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> per liter), doch in onopgelosten toestand. In oplossing bevatte geen van de 5 watermonsters ook maar een spoor ijzer of aluminium. Wel was in alle vijf monsters zwavelzuur (SO<sub>3</sub>) aanwezig, maar in de nummers 1, 2, 4 en 5 kwam aanzienlijk meer kalk voor, dan noodig was om dit zwavelzuur te binden. Alleen het watermonster n<sup>o</sup>. 3 bevatte per liter meer zwavelzuur dan met de aanwezige kalk correspondeerde. Hieronder volgen de cijfers in milligrammen per liter:

<i>watermonster n<sup>o</sup>.</i>	1	2	3	4	5
keukenzout (NaCl) .....	173	206	89	342	414
zwavelzuur (SO <sub>3</sub> ) .....	8	110	1074	164	5
kalk (CaO) .....	158	216	604	216	180
kalk noodig om het zwavel- zuur te binden .....	6	77	752	115	4
kalk te veel .....	152	139	*	101	176

Bij n<sup>o</sup>. 3 is 148 mgr. kalk te kort (\*).

8) Zie het Vechtrapport in deze Verslagen, n<sup>o</sup>. 24 (1920), blz. 30—39; ook het Kort Verslag van de werkzaamheden der bodemkundige afdeling van 1 Mei 1916 tot 1 Mei 1923, sub 27, Zure gronden in Zuid- en Noord-Holland (Katteklei).

Het watermonster n<sup>o</sup>. 3 vormt dus een uitzondering. Aangezien evenwel ook dit monster zeer zwak alcalisch reageerde en geen spoor ijzer of aluminium in oplossing bevatte, terwijl in onopgelosten toestand slechts 19 mgr. ijzeroxyde ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) en sporen aluminium voorkwamen, kan met vrij groote zekerheid aangenomen worden, dat het zwavelzuur in dit monster ook aan sterke basen gebonden is (kali, natron, magnesia). Een nader onderzoek van het water van deze plek ware intusschen nog wel aan te bevelen.

### § 9. Methoden van onderzoek.

Hier volgt een zeer beknopte aanduiding van de gevolgde methoden.

*Koolzure kalk.* Koken met verdund zoutzuur, opvangen van het koolzuurgas in natronloog en wegen.

*Klei en zand.* Zacht gloeien boven kleine vlam, koken met waterstofsperoxyde en verdund zoutzuur, afslibben van een kolom van 20 centimeter na 1000 seconden in SIKORSKY's cylindere. Het achterblijvende wordt als zand opgegeven.

*Organische stof.* Het gloeiverlies wordt verminderd met het losgebonden water (105° Celsius), het water in de kleisubstantie en het koolzuur.

*Uitwisselbare kalk.* Uittrekken met normaal keukenzout en opvangen in twee liters; verschil nemen van het kalkgehalte in 1e en 2e liter. Bij deze sterk humushoudende en zeer kalkrijke gronden wordt slechts 10 gram grond in bewerking genomen<sup>9)</sup>.

*Totaal stikstof.* Destructie van de organische stikstof met phosphorzwavelzuur tot ammoniumsulfaat.

*Phosphorzuur.* Zacht gloeien en koken met verdund salpeterzuur (zie voor de methode verder dit nummer van de Verslagen, blz. 149).

*Keukenzout.* Uittrekken met water; de slechts zwak geel gekleurde filtraten getitreerd volgens MOHR en de te sterk geel gekleurde filtraten met iets salpeterzuur gekookt en getitreerd volgens VOLLHARDT.

*Zwavelzuur, in water oplosbaar.* In het waterige extract, na aanzuren, neerslaan met bariumchloride.

*Zwavelzuur, aanwezig als basisch ferrisulfaat.* Koken met zoutzuur van 25 %, filtreeren, filtraat indampen, kiezelzuur afscheiden en in het filtraat het zwavelzuur neerslaan met bariumchloride.

*Opmerking.* In de laatste baggermonsters en in de grondmonsters komen slechts enkele tiende procenten koolzure kalk voor.

9) Zie deze Verslagen, n<sup>o</sup>. 24, blz. 169—170.



Het blijft altijd nog de vraag of kleine hoeveelheden koolzuur in zeer humusrijke monsters niet, althans voor een deel, aan de oxydatie van de organische stof zijn toe te schrijven. Daarom zijn deze kleine hoeveelheden koolzure kalk buiten beschouwing gebleven.

### Kort overzicht.

Met het oog op de plannen tot droogmaking van de Reeuwijksche en Sluipwijksche Plassen, gelegen ten Noorden van Gouda, werd op verzoek van den directeur van het Rijksbureau voor de Ontwatering een onderzoek ingesteld naar de scheikundige en natuurkundige geaardheid van het materiaal, waaruit de grond van de nieuwe droogmaking zou bestaan. Daartoe werden op een zestiental plekken in de plassen baggermonsters en op een viertal plekken grondmonsters van de damhoeken, de eilandjes en de onverveende terreinen genomen. Ter vergelijking werd mede een plek in den polder Broekvelden bemonsterd. Verder kon het omvangrijke materiaal van de Vechtmonsters ter vergelijking gebruikt worden. Het onderzoek heeft de volgende resultaten opgeleverd.

Zoowel het baggermateriaal als de gronden uit de plassen bestaat voor het grootste gedeelte uit een reeds vrij goed gehumificeerde veenmassa. Dit materiaal is zeer rijk aan organische bestanddeelen (voor de gemiddelde samenstelling, zie tabel VI, blz. 321), maar bevat toch voldoende kleigrond bijgemengd om een vrij stevigen bodem te waarborgen. Alle baggers en gronden bevatten koolzure kalk, sommige zeer geringe, andere zeer groote hoeveelheden.

Ook de organische stof is goed van kalk voorzien ( $\text{CaO}$  in procenten op organische stof =  $K$  = gem. 4,2) en bezit in overeenstemming hiermede een nagenoeg neutrale tot zwak alcalische reactie. Het hooge kalkgehalte van de organische stof waarborgt tevens eene goede omzetting van de organische stof na de droogmaking.

Aangezien de monsters zeer rijk aan organische stof zijn, is ook de hoeveelheid organische kalk zeer hoog. Na aftrek van de kalk, noodig voor de neutralisatie van de geringe hoeveelheid zwavelzuur, aan ijzer gebonden, blijft er — naast de koolzure kalk — nog gemiddeld ongeveer 15 500 K.G. kalk ( $\text{CaO}$ ) in de klei en humus per H.A. in de laag van 0—20 c.M. achter. Een daling van het  $K$ -cijfer en eene daarmee gepaard gaande daling van het  $\text{pH}$ -cijfer (zuurder worden van den grond) zal eerst zeer geleidelijk in den loop der jaren plaats vinden.

De organische stof van de baggers en de gronden is rijk aan stikstof (stikstof ( $N$ ) in procenten op organische stof =  $S$  = 3,5 en 3,8). In verband met het hooge gehalte aan organische stof zal de grond na de droogmaking per H.A. in de laag van 0—20 c.M. gemiddeld ongeveer een 13 000 K.G. stikstof ( $N$ ) in organischen vorm bevatten. De hooge  $K$ - en  $S$ -waarden wijzen op

een goed ontledingsstadium van de organische stoffen en waarborgen tevens een goede opneembaarheid van de organische stikstof voor de planten.

Hoewel de baggers en de gronden uit de plassen rijker aan phosphorzuur zijn dan de Vechtmonsters, is het toch nog de vraag of ze het zonder phosphorzuurbemesting zullen kunnen stellen. Nà de droogmaking zullen proeven in deze richting genomen dienen te worden.

Aangezien veengrond weinig kali bevat, is het vrij tijdroovende onderzoek op dit bestanddeel achterwege gebleven. Een bemesting met kalizouten zal in de meeste gevallen noodig zijn.

Zure plekken zijn in de baggers en de gronden niet aangetroffen. Aangezien alle 20 monsters rijk, sommige zelfs zeer rijk aan kalk zijn, is het ook niet waarschijnlijk, dat dergelijke zure plekken in het onderzochte gebied voorkomen. Of deze zure lagen mogelijk in de onder de bagger liggende klei-veenlaag worden aangetroffen, moet in het midden blijven. Gezien de aanwezigheid van deze zure lagen op vele plekken in het uitgeveende gebied in Noord- en Zuid-Holland, is het niet onmogelijk, dat zij ook in de Rееuwijksche Plassen voorkomen. In vele gevallen zijn deze zure plekken van geen groote afmetingen en meestal liggen zij diep genoeg onder de bouwvoor, om weinig schade te veroorzaken.

In verband hiermede is het van belang de vraag te beantwoorden, hoe dik de bouwvoor nà drooglegging zal zijn, welke vraag trouwens ook van algemeen belang is. Ten einde deze vraag te beantwoorden, is de inklinking van de baggermassa nagegaan. Het gemiddelde volumegewicht van de 16 baggers is 0,106, dat wil zeggen, dat 1 liter natte bagger gemiddeld 0,106 kilogram droge stof bevat. Eenige gronden uit de omliggende polders bezaten een volumegewicht van gemiddeld ongeveer 0,348<sup>1)</sup>. Aangenomen nu, dat uit een baggermassa met een volumegewicht van 0,106 een grond met een volumegewicht van 0,348 ontstaat, dan is voor de vorming van 1 dM<sup>3</sup> grond noodig 3 dM<sup>3</sup> bagger. Dit geeft een inklinking van 3 tot 1. Met het oog op de schommelingen in de volumegewichten van de baggers en van de poldergronden, is dit cijfer als een benaderende waarde op te vatten.

De dikte van de bemonsterde baggerlagen varieert van 4 tot 14 dM. Bovendien zullen ook de eilandjes, de damhoeken en de onverveende gedeelten voor bodemmateriaal gebruikt worden. Het is dus wel aan te nemen, dat er voldoende materiaal voor het vormen van een bouwvoor van voldoende dikte in de plassen aanwezig is. Voor eene nauwkeurige beantwoording van deze vraag zal de dikte van de baggerlagen op een aanzienlijk grooter aantal plekken gemeten dienen te worden<sup>2)</sup>.

1) Bij de berekening van de hoeveelheid kalk en stikstof per H.A. in de laag van 0-20 cm nà de droogmaking, is aangenomen, dat de nieuwe grond een volumegewicht van 0,34 bezit, de bovenaangegeven laag dus 680 000 K.G. aan droge stof bevat.

2) Door het Ingenieursbureau voorheen J. van Hasselt en de Koning te Nijmegen is dit gedaan.

