

LANDBOUWPROEFSTATION EN BODEMKUNDIG INSTITUUT T. N. O.  
GRONINGEN

## STUIVENDE MARIENE GRONDEN

WITH A SUMMARY:

DRIFTING MARINE SOILS

Dr JAC. VAN DER SPEK



STAATSDRUKKERIJ

UITGEVERIJBEDRIJF

---

VERSLAG LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK No. 56.11 - 'S-GRAVENHAGE - 1950

1591052-opn-0000

## INHOUD

|     |                                                             |    |
|-----|-------------------------------------------------------------|----|
| I   | INLEIDING . . . . .                                         | 3  |
| II  | BESCHRIJVING VAN DE ONDERZOCHE PERCELEN. . . . .            | 6  |
| III | BESPREKING VAN DE CIJFERS VAN HET GRANULOMETRISCH ONDERZOEK | 9  |
|     | 1. Groninger gronden . . . . .                              | 11 |
|     | <i>a.</i> Analyse resultaten . . . . .                      | 11 |
|     | <i>b.</i> Conclusies . . . . .                              | 14 |
|     | 2. Andere gebieden . . . . .                                | 16 |
|     | SAMENVATTING . . . . .                                      | 21 |
|     | SUMMARY . . . . .                                           | 23 |
|     | LITERATUUR . . . . .                                        | 25 |
|     | TABELLEN . . . . .                                          | 26 |

## I. INLEIDING

Het is een bekend verschijnsel, dat de zeer lichte akkerbouwgronden, met een slibgehalte van ongeveer 12 % of lager, vooral in het voorjaar, wanneer de grond nog weinig of niet begroeid is en toch voldoende droog, bij enigszins krachtige wind kunnen stuiven. Welke mariene gronden dit verschijnsel vertonen, is reeds meerdere malen onderzocht. Vooral bij droog te leggen of in te polderen gronden is het van belang te weten of er na de drooglegging of inpoldering stuivende gronden zullen voorkomen.

In zijn rapport met betrekking tot de bodemgesteldheid van de Wieringermeer en van de Andijker proefpolder (2) wijdt HISSINK een hoofdstuk aan „De indeling (klassificatie) en de benaming (nomenclatuur) van de Nederlandsche zeelei-zandgronden, op grond van hunne mechanische samenstelling (slibcijfers)”. In dit hoofdstuk wordt de mechanische samenstelling van enkele stuivende en niet-stuivende lichte gronden uit de Anna Paulownapolder met elkaar vergeleken. De onderzochte zeer lichte, niet-stuivende, zavelgronden bezaten 12.0 % klei ( $< 16 \mu$ ), 32.2 % fractie 3a ( $16-76 \mu$ ), 53.6 % fractie 3b ( $76-152 \mu$ ) en 2.2 % fractie 4 (grof zand,  $> 152 \mu$ ), (procenten berekend op klei + zand = 100). De onderzochte stuivende gronden bevatten gemiddeld 10.8 % klei, 23.7 % fractie 3a tegen 60.1 % fractie 3b en 5.4 % fractie 4. Op grond van deze cijfers meende HISSINK, dat de stuivende gronden gekenmerkt zijn door een gehalte van minder dan 40 % aan deeltjes kleiner dan  $76 \mu$  en dus van meer dan 60 % aan deeltjes groter dan  $76 \mu$  (procenten berekend op klei + zand = 100).

MASCHHAUPT geeft zandgehalten van, over 't algemeen lichte in cultuur zijnde, zavelgronden in de provincie Groningen (4). Deze gehalten liggen voor de bovengrond (0—20 cm) over het algemeen beneden 80 % (procenten van de droge grond). Slechts een achttal gronden bevat meer dan 80 % zand in de bouwvoor. Deze gronden stuiven in droge tijden alle sterk. In Tabel 2 van zijn „Resultaten verkregen bij het onderzoek der Groninger klei- en zavelgronden” (5) geeft hij de granulaire samenstelling van deze stuivende zavelgronden. Bij deze zavelgronden treden de grovere zandkorrels ( $> 90$  en  $90-75 \mu$ ) meer op de voorgrond dan bij de normale goede, vrij lichte zavelgronden in Groningen, terwijl het gehalte aan de fijnste korrels ( $50-35$  en  $35-16 \mu$ ) beneden het normale gehalte blijft.

Bij het onderzoek naar de bodemkundige gesteldheid van de in te dijken kweldergronden gelegen achter Uithuizen en Uithuizermeeden (prov. Groningen), de tegenwoordige Koningin Emmapolder, bleek (7), dat de bovengrond (0—25 cm) van ruim een derde gedeelte van de in te dijken gronden tot de lichte zavelgronden met minder dan 20 % kleisubstantie zou behoren. De vraag kwam toen naar voren of onder deze gronden ook „stuivende” zouden voorkomen, aangezien de aangrenzende polders dergelijke zeer lichte gronden bevatten. Om op deze vraag een antwoord te kunnen geven was het noodzakelijk na te gaan, waardoor stuivende gronden gekenmerkt zijn.

Uit de onderzoeken van HISSINK en MASCHHAUPT was gebleken, dat op grond van de subfractie-verdeling van het zand de stuivende lichte gronden van de niet stuivende wel te onderscheiden zouden zijn.

Bij de oudste onderzoeken van HISSINK werd het zand door afslibben

met ATTERBERG-cylinders in drie subfracties onderverdeeld, 16—76  $\mu$ , 76—152  $\mu$  en 152—2000  $\mu$ . MASCHHAUPT gebruikte aanvankelijk voor het afslibben cylinders volgens SIKORSKI (6), waarbij het zand eveneens in drie subfracties werd onderverdeeld, 20 (juister 16)—50  $\mu$ , 50—100  $\mu$  en groter dan 100  $\mu$ . Later werd hiervoor het slibapparaat volgens KOPECKY gebruikt, waarmee het zand in vijf subfracties werd onderverdeeld, 16—35  $\mu$ , 35—50  $\mu$ , 50—75  $\mu$ , 75—90  $\mu$  en groter dan 90  $\mu$ .

Bij alle drie methoden worden de subfracties verkregen door afslibben na verschillende bezinkingstijden berekend uit de formule van STOKES.

In 1930 kreeg het Bodemkundig Instituut de beschikking over een Ro-Tap schud-zeef-machine, waarmee de zand-subfracties door zeven gescheiden konden worden. Na afslibben van de deeltjes kleiner dan 16  $\mu$  met de ATTERBERG-cylinders werd het daarin achterblijvende zand gedroogd en na wegen op de grofste zeef van de schud-zeef-machine gebracht. In plaats van in drie werd de zandfractie nu in 12 subfracties onderverdeeld, 16—43, 43—74, 74—104, 104—147, 147—208, 208—295, 295—417, 417—589, 589—833, 833—1168, 1168—1651, groter dan 1651  $\mu$ . Door deze nadere indeling van het zand werd een veel beter inzicht in zijn korrelverdeling verkregen en konden de lichtere gronden ook beter gekarakteriseerd worden. Bovendien heeft HOOGHOUDT (3) er later op gewezen, dat, ofschoon de Wet van STOKES geldig is voor de bezinking van gronddeeltjes in water tot een maximale doorsnede der deeltjes van ongeveer 70  $\mu$ , de methode van ATTERBERG niet voor de bepaling van de deeltjes met een doorsnede van ongeveer 30  $\mu$  of grover gebruikt mag worden in verband met de korte bezinkingstijd en de tijd nodig voor het tot rust komen van de vloeistof na het homogeniseren van de grond-suspensie.

Van de bouwvoormonsters (0—25 cm) van de zeer lichte percelen uit de Anna Paulownapolder, die als „stuivend” en „niet stuivend” bekend stonden, is later de korrelverdeling van de zandfractie met de schud-zeef-machine bepaald. In tabel I is het resultaat van dit onderzoek opgenomen (blz. 26).

Volgens de resultaten van dit onderzoek bleken bovengronden met een gehalte aan afslibbaar tussen 9 % en 12.5 %, op de droge grond berekend, het verschijnsel van „stuiven” te kunnen vertonen. Of zij inderdaad zullen stuiven, hangt evenwel af van de korrelverdeling van hun zandfractie, waardoor de fijnheid van het zand wordt bepaald. Deze korrelverdeling kan door één enkel cijfer gekarakteriseerd worden, nl. het cijfer voor het specifiek oppervlak van het zand (U-cijfer). Door dit cijfer, dat uit de gevonden procentcijfers voor de verschillende zandsubfracties berekend kan worden, kunnen de gronden wat de korrelverdeling van hun zandfractie betreft, gemakkelijker onderling vergeleken worden. Volgens de U-cijfers van tabel I is bij de betreffende gronden van stuiven geen sprake, wanneer dit cijfer ongeveer 180 bedraagt. Bedraagt dit cijfer daarentegen ongeveer 160, is dus het zand iets grover, dan stuiven zij.

Voor het onderzoek naar de mogelijkheid van stuiven van de genoemde in te dijken kweldergronden was het noodzakelijk om na te gaan of bovengenoemde kenmerken voor het stuiven, d.w.z. een slibgehalte tussen 9 % en 12.5 % en een U-waarde van de zandfractie van ongeveer 160 ook van toepassing waren voor de lichte zavelgronden in de aangrenzende polders, Eemspolder, Oostpolder, enz., die volgens de grondgebruikers het verschijnsel van

stuiven vertonen. Tot dit doel zijn van verschillende lichte, zowel stuivende als niet-stuivende, percelen in deze polders monsters van de bouwvoor genomen en op hun granulaire samenstelling onderzocht door afslibben van de deeltjes kleiner dan  $16\ \mu$  met ATTERBERG-cylinders en door zeven van de zandfractie met Amerikaanse zeven.

Op grond van dit onderzoek zou men, wat betreft het stuiven van de zeer lichte mariene gronden, tot het volgende kunnen besluiten.

Bovengronden met een gehalte aan afslibbare delen van 9 % tot ongeveer 12.5 %, berekend op de droge grond, en met een U-waarde van de zandfractie van ongeveer 170 of lager kunnen meer of minder stuiven, die met ongeveer 12 % slibfractie voornamelijk wanneer de grond nà rollen vlak ligt. Hoe meer de U-waarde van de zandfractie beneden 170 daalt, des te sterker zullen zij stuiven, terwijl zij dit des te minder zullen doen, naarmate de U-waarde boven 170 stijgt. Bij een U-waarde van 180 of hoger stuiven zij zeker niet meer.

Hoe bovengronden met minder dan 9 % slibfractie zich, wat het stuiven betreft, gedragen, was uit het bovengenoemde onderzoek niet af te leiden. Vermoedelijk zullen deze, wanneer de U-waarde van hun zandfractie ongeveer 180 of hoger bedraagt, ook niet stuiven. Bovengronden met meer dan 12.5 % slibfractie zullen over het algemeen niet stuiven, omdat de U-waarde van hun zandfractie in de meeste gevallen 180 of hoger zal bedragen. Bij de in cultuur zijnde zeekleigronden is namelijk gebleken, dat bij toenemend kleigehalte de fijnheid van het zand, en dus de U-waarde van de zandfractie, over het algemeen toeneemt. Bovendien bezitten, naarmate het kleigehalte stijgt, de gronddeeltjes meer samenhang.

De methode voor de bepaling van de granulaire samenstelling van gronden is sedert dien weer enigszins gewijzigd (3). Nà de voorbehandeling met  $H_2O_2$  en HCl wordt de grond nat gezeefd over een zeef met maaswijdten van 35 à  $37\ \mu$  (soms van  $41\ \mu$ ). Van hetgeen door de zeef gaat, worden, nà peptisatie, met de pipetmethode de verschillende subfracties bepaald o.a. de zandsubfracties 16—25 en 25—35 à  $37\ \mu$ . Het zand, dat op de zeef blijft liggen, wordt nà drogen met Nederlandse normaalzeven volgens Nederlands Normaalblad No. 480 in de volgende subfracties verdeeld 35 à 37—50, 50—75, 75—105, 105—150, 150—210, 210—300, 300—420, 420—600, 600—850, 850—1200, 1200—1700 en groter dan  $1700\ \mu$ . De grenzen der subfracties verschillen dus iets van die van de Amerikaanse zeven; zij klimmen ook ongeveer met  $\sqrt{2} = 1.41$  op, ofschoon iets minder regelmatig dan bij de Amerikaanse zeven. In plaats van de vroegere subfractie 16—43  $\mu$  bepaalt men nu de subfracties 16—25, 25—35 à 37, 35 à 37—50  $\mu$ . Door deze verdere indeling van de zandfractie wordt het U-cijfer van het zand ook enigszins gewijzigd.

Met deze gecombineerde zeef- en pipetmethode is van alle vroeger onderzochte stuivende en niet-stuivende lichte gronden de granulaire samenstelling bepaald. Bovendien zijn mede in dit onderzoek betrokken enkele stuivende gronden uit de provincie Groningen, die vroeger door MASCHHAUPT zijn onderzocht (Do.-nummers), als ook enige nieuwe monsters van bovengronden van lichte zavelgronden uit de provincie Groningen.

## II. BESCHRIJVING VAN DE ONDERZOCHE PERCELEN

JOHANNES KERKHOVENPOLDER (ingedijkt 1878).

24B 144 (Do. 155) is genomen op een perceel, waarover bij de doorbraak van 1883 vrij veel zand gespoeld is. In het voorjaar rolt men het land eerst als het gewas reeds boven de grond is, omdat de grond na het rollen gemakkelijk verstuift.

Op enkele plaatsen op dit perceel is de grond echter zo zandig, dat in droge tijden het gewas er „verbrandt”; van een dergelijke plek is dit monster afkomstig.

24B 145 (Do. 157). Dit monster is genomen op een perceel, dat als vrijwel het minste van de polder wordt beschouwd. Ook hierover is bij de doorbraak van 1883 veel zand gespoeld; dit zand heeft men wel grotendeels weggegraven, maar toch bevatten de 1ste en 2de steek zeer weinig kleidelen. In droge tijden stuift dit perceel sterk; de luchtdroge grond houdt geen kluit meer; het is los zand.

OOSTPOLDER (ingedijkt 1840).

17B 755. Dit monster is afkomstig van een perceel gelegen aan de voet van de zeedijk en behoort evenals de volgende twee percelen aan de Heer P. K. WESTERDIJK te Oude Schip (kadaster-nummer, Uithuizermeeden, sectie A, no. 671). Dit perceel kan soms vrij sterk stuiven. In het voorjaar van 1942 was het zo erg, dat in 4 dagen de west-sloot geheel dicht gestoven was.

17B 754 is afkomstig van het tweede perceel vanaf de zeedijk en grenst dus aan het voorgaande perceel (kadasternummer, sectie A, no. 670). Dit perceel stuift echter veel minder dan het voorgaande.

Beide percelen zijn hoog gelegen. De bodem der omringende sloten ligt ruim 1½ meter beneden het maaiveld. Deze sloten zijn practisch altijd droog, ook 's winters.

De zeedijk maakt ter hoogte van deze percelen een bocht naar de zeekant. Juist in deze bocht doet het stuiven zich het sterkste voor. In deze bocht was de kwelder, dus voor de indijking, het diepst en de grond het lichtste. Naar het Zuid-Oosten is de kwelder niet zo diep geweest en de grond wordt in die richting zwaarder.

Nà het zaaien wordt het land van deze percelen zelden gerold, omdat men nà het rollen de meeste last van stuiven heeft.

Haver en tarwe worden niet op deze percelen verbouwd. De aangewezen gewassen zijn rogge en aardappelen. Peulvruchten verbouwt men ook liever niet op zachte grond, vanwege de last van mannekop (papaver). Ook vlas verbouwt men er niet op, daar „brand” in het vlas optreedt. Dit gewas wil niet opschieten; het is net of het land moe is.

Om het derde jaar wordt zeker stalmest gegeven; andere jaren geeft men minder stalmest, omdat de andere percelen ook stalmest moeten hebben en deze percelen ver van de boerderij liggen. Nà een groenbemesting verbouwt men er gaarne bieten op; de grond is dan mooi los.

Hoe geiler (dichter) het gewas, des te beter is het, aangezien het gewas anders verbrandt. 17B 780 is afkomstig van het derde perceel vanaf de zeedijk en grenst dus aan het voorgaande perceel (kadasternummer, sectie A, no. 1154). Alleen de verst van de dijk gelegen hectare is bemonsterd. Dit gedeelte stuift niet.

17B 783. Het perceel, waarvan dit monster afkomstig is, ligt eveneens in de Oostpolder, maar meer naar het Westen en aan de zeedijk. Het monster is genomen op het gedeelte het verst van de zeedijk. Het perceel behoort aan de Heer P. H. STEENBRINK te Roodeschool (kadasternummer, Uithuizermeeden, sectie A, no. 1325). De grond van dit perceel stuift niet.

EEMSPOLDER (ingedijkt 1876).

De monsters zijn afkomstig van percelen gelegen in het Oostelijk gedeelte van de Eemspolder en nabij de Eemsdijk (voormalige zeedijk).

17B 778 is afkomstig van een perceel gelegen in het meest Oostelijk gedeelte van deze polder aan de voet van de Eemsdijk en behoort aan de Heer A. H. BERGHUIS te Uithuizermeeden (kadasternummer, Uithuizermeeden, sectie A, no. 1797). De grond van dit perceel stuift niet.

Het perceel, waarvan 24B 856 afkomstig is, ligt iets meer naar het Westen nabij de Eemsdijk en is in gebruik bij de Wed. F. OOSTERHUIS, wonende aan de Dwarsweg in de Uithuizerpolder (kadasternummer, Uithuizermeeden, sectie A, no. 1724 en gedeeltelijk 1721). De grond van dit perceel stuift heel erg; in 1948, toen er bieten op verbouwd werden, bijzonder erg.

De percelen, waarvan 24B 855 en 24B 854 afkomstig zijn, liggen nog iets meer naar het Westen en zijn in gebruik bij de Heer J. M. LUTEIJN, eveneens wonende aan de Dwarsweg in de Uithuizerpolder (kadasternummers, resp. Uithuizermeeden, sectie A, no. 1675 en 1676).

24B 855 is afkomstig van een perceel gelegen aan de voet van de Eemsdijk. De grond van dit perceel stuift een enkele keer nà rollen, wanneer de grond heel droog is. In 1947 is op dit perceel rode klaver verbouwd en in 1948 aardappelen, in welk jaar deze monsters evenals 24B 856 genomen zijn.

24B 854 is afkomstig van een perceel, dat aan het voorgaande perceel grenst, en derhalve van het tweede perceel vanaf de Eemsdijk. De grond van dit perceel stuift en doet dit niet alleen nà rollen. Vooral bij verbouw van bieten is het stuiven het ergste, zoals in 1948, ofschoon het land toen twee jaar in witte klaver had gelegen. Maar ook bij verbouw van andere gewassen, voornamelijk zomergewassen, stuift deze grond wel.

17B 777 is afkomstig van een perceel eveneens gelegen aan de voet van de Eemsdijk, maar nog een drietal percelen meer naar het Westen dan de beide voorafgaande percelen. De plaats, waar dit monster genomen is, ligt iets dichtër bij de Eemsdijk dan de plaats, waar monster 24B 855 genomen is. Het perceel behoort aan de Heer R. O. VAN VEEN, wonende aan de Dwarsweg in de Uithuizerpolder (kadastrummer, Uithuizermeeden, sectie A, no. 2203). De grond van dit perceel stuift niet.

#### UITHUIZERPOLDER (ingedijkt 1827).

17B 776. Dit monster is afkomstig van een perceel gelegen in het Noord-Westen van de Uithuizerpolder en behoort aan de Heer L. DE BOER, wonende op de boerderij Wester Stede aan de Dwarsweg in de Uithuizerpolder. Het is het tweede perceel vòòr de boerderij (kadastrummer, Uithuizermeeden, sectie A, no. 658). De grond van dit perceel bezit in het voorjaar nà rollen neiging om te stuiven. Er worden alle gewassen op verbouwd, maar meest hakvruchten. Voor peulvruchten is de grond eigenlijk te zacht. (In het oogstjaar 1942 waren de peulvruchten op zachte grond beter dan op de zwaardere gronden).

Vroeger werd er op dit perceel nooit vlas verbouwd, omdat er steeds „brand” in het vlas kwam. De Heer DE BOER heeft er vlas op verbouwd, soort „Hercules”, die resistenter tegen brand is. Het ging goed. Er wordt op dit perceel veel stalmest gegeven wegens de bijzonder zachte grond.

#### UITERDIJKSLANDEN.

17B 781, 17B 779, 23B 051. Deze monsters zijn afkomstig van percelen gelegen in het Oostelijk gedeelte van de Uiterdijkslanden en nabij de Middendijk (Oude Provinciale dijk van 1717). De grond van deze percelen stuift niet. Het perceel, waarvan 17B 781 afkomstig is, ligt het meest Oostelijk vlak bij de Grote Tjariet en behoort aan vorengenoemde Heer P. K. WESTERDIJK te Oude Schip. Het is het derde perceel ten Zuiden van de Middendijk (kadastrummer, Uithuizermeeden, Sectie C, no. 858). Het perceel, waarvan 17B 779 afkomstig is, ligt meer naar het Westen en behoort aan vorengenoemde Heer A. H. BERGHUIS te Uithuizermeeden. Het ligt aan de voet van de Middendijk (kadastrummer, Uithuizermeeden, Sectie B, no. 1068). Het perceel, waarvan 23B 051 afkomstig is, ligt nog iets meer naar het Westen en behoort aan de Heer R. E. SIEMENS te Uithuizermeeden. Het is het tweede perceel ten Zuiden van de Middendijk ter hoogte van de zich aldaar bevindende Eendenkooi (kadastrummer, Uithuizermeeden, Sectie A, no. 2092). Het monster is genomen op het achterste gedeelte van dit perceel.

#### BINNENDIJKSTERLAND TE UITHUIZERMEEDEN.

24B 148 (Do. 188) is afkomstig van een perceel destijds toebehorend aan Mevr. de Wed. H. ZIJLKER—HUIZINGA. Het monster is genomen even ten Zuiden van de Oude Dijksterweg. De grond van dit perceel stuift.

24B 147 (Do. 186) is afkomstig van een perceel destijds behorende tot de boerderij Erven J. E. WIERSUM. Het perceel ligt ten Zuiden van de Oude Dijksterweg en ten Oosten van „Rensuma” even ten Noorden van de spoorbaan naar Roodeschool. De grond van dit perceel stuift.

23B 441. Dit monster, genomen in 1942, is afkomstig van een perceel toebehorend aan de Heer R. E. SIEMENS te Uithuizermeeden (kadastrummer, Uithuizermeeden, sectie G, no. 168). Het perceel ligt ten Westen van „Rensuma” op dezelfde hoogte als het voorgaande perceel. De grond van dit perceel stuift *niet*, is zeer doorlatend en „slemp” nooit dicht. Het is een smal perceel.

Aanvankelijk werd het land geploegd tot ruim 27 cm zonder merkbare verschillen te kunnen constateren. Daarom is in later tijd steeds minder diep geploegd, ook omdat dit de groei van de onnoemelijke hoeveelheid zomeronkruiden, die op dit perceel welig tieren, althans aanmerkelijk verminderde.

De meeste gewassen groeien er behoorlijk goed op. Bieten willen niet naar de ondergrond en geven zodoende zeer veel zijdelingse vertakkingen. Erwten zijn er één keer op verbouwd, maar het succes was niet groot. Aardappelen hebben er steeds goed op voldaan.

In 1925 is er witte klaver en in 1935 rode klaver op verbouwd en tussentijds een stoppelklaver. Het was de bedoeling in 1943 wederom te klaveren. Stalmest heeft het perceel sinds 1924 niet ontvangen, evenmin een kalkbemesting.

Bovengenoemde drie percelen liggen in de voormalige Fivelboezem. Vóór dat de oude dijk van  $\pm$  1320, die hier Oude Dijksterweg heet, definitief ophield zeewering te zijn (in het jaar 1717/1718), heeft er eerst een zomerdijk bestaan op welker voet thans de z.g. Hefswalsterweg loopt. Daarna is de oude Provinciale zeedijk aangelegd, thans Middendijk geheten; oorspronkelijk, in 1637, als kadijk; werd in 1652 verzaard en in 1717/1718 tot zeewering gemaakt.

Tussen de oude dijk van  $\pm$  1320 en de Middendijk liggen de vorgenoemde Uiterdijkslanden.

Alle tot nu toe besproken percelen zijn gelegen in het Midden-Noorden van de Provincie Groningen.

Ook van het Westelijk gedeelte van de Provincie Groningen zijn monsters van lichte percelen, zowel stuivende als niet stuivende, op hun granulaire samenstelling onderzocht.

Een beschrijving van deze percelen volgt hieronder.

24B 142 en 24B 143. Deze beide monsters zijn genomen op een perceel toebehorend aan de Heer J. SCHUTTER te Pieterburen en gelegen aan de weg Pieterburen—Wierhuizen, aan de Noordzijde ervan, vlak tegenover de Wiebemerweg. Wanneer op dit perceel een gewas verbouwd wordt, dat niet dicht van stand is, dan heeft het zeer veel last van stuiven. Bieten kunnen er dan ook niet op verbouwd worden. In het jaar van de bemonstering (1944) had de Heer SCHUTTER het eens geprobeerd, maar de bieten kwamen niet door. De stand was dan ook zeer hol en het gewas klein. De grond was zeer zacht. Het bovenste laagje was zeer droog en wit van kleur. Van dit bovenste laagje is een monster genomen 24B 142. Tevens is een monster van de bouwvoor genomen 24B 143. Beneden de bouwvoor was de grond zandiger dan bij het volgende bemonsterde perceel van de Heer VAN HOORN.

Als gidsplant voor de zeer lichte zavelgronden werd door de boeren hier genoemd „hane-poot” = perzikkruid, rose en wit bloeiend.

23B 050. Dit monster is afkomstig van een perceel gelegen aan de voet van de dijk van  $\pm$  1320, die in 1717 weggeslagen is en toen is verlaten en nabij het punt waar deze dijk aansluit aan de oude Provinciale zeedijk van 1717. Het perceel behoort aan de Heer T. G. VAN HOORN te Pieterburen (kadasternummer, Eenrum, sectie C, no. 26). De grond van dit perceel stuift soms sterk, uitsluitend in het voorjaar bij droge Oostenwind. Op dit perceel is omstreeks 1930 een keer vlas gezaaid. Het vlaszaad kon toen uit de voren en sloten worden opgeschept; het gewas vertoonde toen een dunne stand. Na een flinke bekalking met schuimaarde in 1939 (20 000 kg per ha) is het stuiven naar de eigenaar meende op te merken verminderd. Vóór de schuimaarde-bemesting was de grond erg slempig; daarna niet meer. Het is een heel hoog gelegen perceel, goed gedraineerd. Er worden beste bieten op verbouwd. Bonen willen op lichte grond niet best.

Het perceelsgedeelte, waarvan het monster afkomstig is, was in 1939 niet bekalkt, aangezien er een proefveld op aangelegd was.

Het organische stof-gehalte van het monster van dit perceel zou iets hoger zijn, dan gewoonlijk op dergelijke lichte percelen gevonden wordt. Vermoedelijk is het perceelsgedeelte, waarvan het monster afkomstig is, vroeger grasland geweest. Op dit perceel heeft vroeger een boerderij gestaan.

23B 048. Dit monster is genomen op een perceel toebehorend aan de Heer J. Th. HEGGE, Molenrij (gem. Kloosterburen). Het is het tweede perceel ten Zuiden van de weg Kloosterburen—Wehe en het derde perceel ten Oosten van de Molenrijster Maar (kadasternummer, Kloosterburen, sectie A, no. 232). Het ligt dus in het oude Marnegebied. De grond van dit perceel stuift niet, maar is iets slempig. Hij is niet bekalkt; blijft in het voorjaar nog al nat. Alleen de laagste plaatsen van het perceel zijn gedraineerd. Er wordt alles op verbouwd.

23B 049. Het perceel, waarvan dit monster genomen is, ligt ten Zuiden van de dijk, die in 1717 verwoest, maar weer hersteld is. Het is het vierde perceel ten Zuiden van de Oude Dijksterweg, tussen de laan naar de weg Hornhuizen—Kloosterburen en de weg naar Leens. Het perceel behoort aan de Heer J. J. WIJK te Hornhuizen (kadasternummer, Kloosterburen, sectie B, no. 455). De grond van dit perceel stuift nog al, vooral bij opvriezen en Noord-Oostenwind. Door veel stalmestgebruik is het land in goede cultuurconditie. Er wordt alles op verbouwd.

24B 140. Dit monster is genomen op een perceel van de Heer M. VAN ROOIJEN te Hornhuizen. Het perceel ligt ten Zuiden van de weg Hornhuizen—Kloosterburen en ten Westen van de weg naar Leens, ten Noorden van de oprijlaan naar de boerderij, welke laan begint ter hoogte van de Hornhuister Maar. Het is het tweede perceel ten Oosten van de boerderij. Het monster is genomen van het middelste gedeelte van dit perceel, dat zeer zacht is en in zeer slechte cultuurstoestand verkeert. Volgens de eigenaar had het een schuimaarde-bemesting zeer nodig. Het Westelijk gedeelte van dit perceel, naar de boerderij toe, had reeds schuimaarde ontvangen naar 30 000 kg per ha. Het bemonsterde perceelsgedeelte stuift volgens de eigenaar niet, maar is slompig. De grond onder de bovenlaag is iets zandiger en op 50 cm bestaat hij vrijwel uit zand. Stalmest wordt op dit perceel niet gegeven.

23B 445. Dit monster is genomen op een perceel van de Heer J. A. KROL te Hornhuizen. Het is het derde perceel ten Zuiden van de weg Hornhuizen—Ulrum en het tweede ten Oosten van de Teelings- of Schapenweg (kadasternummer, Kloosterburen, sectie D, no. 412). Op dit perceel heeft men last van stuiven, vooral na rollen van het land. Er wordt alles op verbouwd, maar het gewas verbrandt er gauw op. Het land bouwt best, ontvangt veel stalmest. Ook peulvruchten willen er wel. Omstreeks 1938 is het land bekalkt met ongeveer 2000 kg poederkalk per ha.

23B 447. Het perceel, waarvan dit monster genomen is, behoort aan de Heer J. H. KLUNDER te Houwerzijl en ligt tussen de oude en de nieuwe Reitdiepsdijk aan de Noordzijde van het Reitdiep en links van de reed gaande in de richting van het Reitdiep (kadasternummer, Ulrum, sectie E, no. 1389). Het land van dit perceel stuift niet. Veel stalmest komt er op dit perceel niet, wel wordt er zo nu en dan stoppelklaver op verbouwd. Alle gewassen worden er op verbouwd.

NIEUWE RUIGEZANDSTERPOLDER (ingedijkt 1877).

24B 146 (Do. 174) en 23B 446. Deze beide monsters zijn afkomstig van percelen in de Nieuwe Ruigezandsterpolder. Deze polder ligt ten Zuiden van het Reitdiep, waar dit in de Lauwerszee uitmondt. De percelen behoren tot Plaats No. 7 in deze polder en zijn in gebruik bij de Wed. B. ZETSEMA te Zoutkamp. Het monster 24B 146 is afkomstig van het derde perceel ten Zuiden van de weg, die naar de boerderij leidt en is genomen van het achterste gedeelte tegen de zeedijk aan; het monster 23B 446 van het tweede perceel ten Zuiden van deze weg, maar van het voorste gedeelte van dit perceel. Het land van beide percelen stuift erg. Vóór de indijking was het land van deze percelen onbegroeid slik, dat niet boven volzee lag. Bij het nemen van het monster 23B 446 (December 1942) werden op het land schelpen aangetroffen. Er wordt alles op deze percelen verbouwd. Bonen waren meestal niet best, zoals in 1941.

### III. BESPREKING VAN DE CIJFERS VAN HET GRANULOMETRISCH ONDERZOEK

In tabel II (blz. 27) zijn de analyse-cijfers, die bij het granulometrisch onderzoek volgens de nieuwe zeef-pipet-methode verkregen zijn, opgenomen. Kolom 2 van deze tabel bevat de beoordeling omtrent het stuiven van de grond door de grondgebruikers. Met deze beoordeling moet men enigszins voorzichtig zijn, omdat zij zeer persoonlijk is. Wat de een gering noemt, kan een ander sterk vinden. Vooral in ver van elkaar gelegen gebieden kan de beoordeling geheel anders zijn. Men beoordeelt de mate van stuiven gewoonlijk naar het stuiven van andere in de omgeving liggende percelen.

In de kolommen 3, 4 en 5 zijn resp. opgenomen de gehalten aan koolzure kalk, organische stof (bepaald volgens de elementair-analyse) en aan afslibbare delen (klei = deeltjes  $< 16 \mu$ ), in procenten van de droge grond.

Bij de lichtere kleigronden vormt het zand als het ware het skelet van de grond en de klei- en humusdeeltjes het vulsel, dat dit skelet meer of minder opvult. Tussen de opeengestapelde korrels van dit zandskelet bevinden zich

ruimten. Naarmate de zandkorrels beter inéénpassen, het skelet een dichtere pakking bezit, is de ruimte tussen de korrels geringer. Korrels alleen van dezelfde grootte geven niet de dichtste pakking. Naarmate tot een zekere grens meer fijne korrels ten opzichte van de grovere voorkomen, verkrijgt het zandskelet een dichtere pakking, omdat de ruimten tussen de grovere korrels meer of minder door de fijnere korrels worden opgevuld. De samenstelling van het zand, d.w.z. de wijze waarop het zand over de verschillende subfracties is verdeeld, dus de korrelverdeling, beheerst de wijze, waarop het skelet is samengevoegd. Deze kan dus zeer los zijn of iets meer of minder vaster.

De kolommen 6 tot en met 10 van tabel II bevatten de gehalten aan de verschillende subfracties van het zand. Om de korrelverdeling van het zand van de onderzochte gronden beter onderling te kunnen vergelijken zijn deze gehalten omgerekend op totaal zand = 100. De onderlinge verhouding van de gehalten van de verschillende subfracties blijft dan gelijk.

Ofschoon van alle grondmonsters de gehalten aan de zandsubfracties 16—25  $\mu$ , 25—35 à 37  $\mu$  en 35 à 37—50  $\mu$  zijn bepaald, is in tabel II ter verkorting van deze tabel alleen de som van deze gehalten opgenomen (kolom 6). Bovendien zijn de gehalten aan de zandsubfracties 16—25  $\mu$  en 25—35 à 37  $\mu$  in vergelijking met het gehalte aan de zandsubfractie 35 à 37—50  $\mu$  bij de onderzochte grondmonsters niet groot, zodat voor het opvullen van de ruimten tussen de grovere zandkorrels deze beide subfracties niet van overwegend belang zijn. Zand grover dan 150  $\mu$  komt bij de onderzochte grondmonsters vrijwel niet voor, zodat de gehalten aan de zandsubfracties groter dan 150  $\mu$  in tabel II eveneens zijn samengevoegd.

De kleisubstantie en ook de humussubstantie oefenen een zekere bindende werking op de zandkorrels uit, waardoor het zandskelet eerst een meer of mindere hechte samenhang verkrijgt. Volgens ZUUR (8) moet deze verhoging van de samenhang behalve aan een kittende werking worden toegeschreven aan een verhoging van het vochtgehalte van de grond en een vermeerdering van de onderdruk van het capillaire water, het pendulaire of hangwater hieronder begrepen, waardoor de gronddeeltjes meer naar elkaar worden getrokken.

Naarmate het zand een dichtere pakking bezit, zal minder kleisubstantie nodig zijn om de grond een zekere gebondenheid te geven.

Wanneer het zand over *bepaalde* subfracties is verdeeld, zal volgens het bovenstaande dit zand dus een dichtere pakking hebben, wanneer het naast grovere korrels ook fijnere korrels bevat, dan wanneer het alleen uit grovere of alleen uit fijnere korrels bestaat. Naarmate in dit geval het zand in zijn geheel tot een zekere grens fijner is, zal dus minder kleisubstantie nodig zijn om de grond een zekere gebondenheid te geven. De fijnheid van het zand kan door één cijfer worden uitgedrukt, het z.g. U-cijfer van het zand, aangevende het specifiek oppervlak van het zand. In kolom 11 van tabel II zijn de U-cijfers voor de verschillende grondmonsters weergegeven.

Op grond van het resultaat van enkele door hem uitgevoerde proeven komt ANDREASEN (1) tot de volgende conclusie:

dasz man eine grözere Dichte kaum erwarten darf bei Produkten aus wenigen, eventuell nacheinander abgepaszten Korngrößen aufgebaut als bei Produkten wo alle Korngrößen innerhalb gewisser Grenzen anwesend sind.

Het aantal subfracties, waarover het zand is verdeeld, is dus van groot belang voor de dichtheid van het zand. Voor een onderlinge vergelijking van de lichte kleigronden, wat de dichtheid van hun zandfractie betreft, is het dus gewenst, die gronden in één groep samen te voegen, waarvan het zand over dezelfde subfracties is verdeeld. Dit is voor de onderzochte Groninger gronden in tabel II geschied.

De wijze, waarop het zand over de verschillende subfracties is verdeeld, bepaalt dus de invloed die de klei- (en humus-) substantie op het zand, wat zijn binding betreft, zal hebben.

## 1. GRONINGER GRONDEN

### a. Analyse resultaten

Uit tabel II blijkt, dat de onderzochte Groninger gronden praktisch geen zandkorrels groter dan  $150\ \mu$  bezitten. Alleen 24B 144 afkomstig van een perceel, waarover bij een dijkdoorbraak vrij veel zand is gespoeld, bevat nog vrij wat zand groter dan  $150\ \mu$ .

Groep 1 van tabel II omvat die gronden, waarvan 10 à 20 % van het zand tot de subfractie 105— $150\ \mu$  behoort, met uitzondering van 24B 856. Behoort verder een zeer groot gedeelte van het zand tot de subfractie 75— $105\ \mu$  (U-cijfer van het zand 134 à 135) en bevat de grond minder dan 10 % aan afslibbare delen per 100 g droge grond, dan blijkt de samenhang van de grond zodanig te zijn, dat hij sterk stuift (24B146 en 24B145). Zelfs wanneer het zand iets meer over de fijnere subfracties is verdeeld (U-cijfer 156), dan stuift de grond bij dit slibgehalte ook nog sterk (17B 755). Ook bij een nog iets fijnere samenstelling van het zand (U-cijfer 161) stuift de grond dan nog (17B 754) hoewel iets minder dan bij 17B 755.

Neemt het gehalte aan deeltjes van de subfractie 16— $50\ \mu$  toe en tevens het gehalte aan afslibbare delen dan stuift de grond minder. Bij 23B446 is de samenstelling van het zand zodanig, dat het U-cijfer 159 bedraagt. Bij een slibgehalte van 11.7 % stuift deze grond nog vrij sterk. Zelfs bij een slibgehalte van 14.4 % kan een grond met een U-cijfer van het zand van 159 soms nog sterk stuiven, zoals bij 23B 050 het geval is. Nu bevat deze grond slechts een spoor koolzure kalk, waardoor het stuiven vermoedelijk bevorderd wordt. Door het ontbreken van koolzure kalk gaat namelijk de bindende kracht van de klei- (en ook van de humus-) substantie voor een deel verloren. Dat na een bekalking met schuimaarde (20 000 kg per ha) het stuiven verminderd zou zijn, zoals de eigenaar meende op te merken, is dus wel mogelijk. Ook is het betreffende perceel nog al hoog gelegen (het ligt aan een vroegere kwelderrand), hetgeen vermoedelijk tengevolge heeft, dat vooral het bovenste laagje van de bouwvoor vrij snel uitdroogt, waardoor het stuiven eveneens wordt bevorderd.

Is de samenstelling van het zand zodanig, dat het U-cijfer 164 à 165 bedraagt en is het gehalte aan afslibbare delen 13.0 % à 13.2 % en bevat de grond tevens voldoende koolzure kalk dan is van stuiven geen sprake (17B 778). Ontbreekt de koolzure kalk echter dan schijnt stuiven in meer of mindere mate mogelijk te zijn. Zo stuift 23B 445 vooral na rollen. Dat de omstreeks 1938 op deze

grond gegeven kalkbemesting het stuiven niet heeft doen ophouden, moet vermoedelijk hieraan worden toegeschreven, dat de kalkgift te gering was (2000 kg poederkalk per ha). De pH van de grond is nu nog 5.9.

Wanneer de samenstelling van het zand fijner wordt (het U-cijfer dus hoger) en ook het gehalte aan afslibbare delen nog meer toeneemt, dan blijkt de grond bij aanwezigheid van koolzure kalk niet te stuiven. Bevat de grond geen koolzure kalk dan is stuiven mogelijk, zoals bij 24B 142 en 24B 143 het geval is.

24B 142 en 24B 143 zijn afkomstig van een perceel, dat zeer veel last van stuiven heeft, wanneer er een gewas op verbouwd wordt, dat niet dicht is, zoals o.a. bij bieten het geval is. De monsters zijn genomen in Augustus 1944. De bieten stonden toen zeer hol en het gewas was zeer klein. Vooral het bovenste laagje was zeer droog en wit van kleur. Klaarblijkelijk had er dus een scheiding van de zandkorrels en de klei- en humusdeeltjes plaats gehad. 24B 142 is van dit bovenste laagje afkomstig, terwijl 24B 143 afkomstig is van de gehele bouwvoor. Het gehalte aan organische stof bedraagt 2.4 % op de droge grond berekend, een gehalte, dat voor een dergelijke lichte grond aan de hoge kant is. Dat ondanks dit hoge gehalte aan organische stof en het vrij hoge gehalte aan afslibbare delen (15.9 %) deze grond stuift, zal wel voor een groot deel aan het ontbreken van koolzure kalk en een te zure reactie van de grond moeten worden toegeschreven. De pH-waarde bedraagt voor 24B 142 en 24B 143 resp. 5.3 en 5.5. Ten gevolge van deze zure reactie van de grond vindt gemakkelijk een scheiding van de zandkorrels en de klei- en humusdeeltjes vooral van het bovenste grondlaagje plaats, waardoor dit bij sterke uitdroging verstuift.

In groep 2 zijn die gronden samengebracht, waarvan minder dan 10 % van het zand tot de subfractie 105—150  $\mu$  behoort. Het zand van deze gronden is dus bijna geheel over de subfracties tot 105  $\mu$  verdeeld, bevat dus iets minder grover zand dan de gronden van groep 1. Uitgaande van de praemisse, dat de pakking van het zand dichter is naarmate het zand over meer subfracties is verdeeld (vooral wanneer deze verdeling enigszins gelijkmatig is), zou de dichtheid van het zand van de gronden uit groep 2 iets geringer zijn dan die van de gronden uit groep 1. Ten aanzien van het stuiven zou men voor de gronden uit groep 2 dus een beetje andere maatstaven kunnen verwachten dan voor de gronden uit groep 1.

24B 147 stuift duidelijk. Het gehalte aan fijn zand behorende tot de subfractie 16—50  $\mu$  is niet groot. Verreweg het grootste gedeelte van het zand is in de subfracties 50—105  $\mu$  opgehoopt. Ook het gehalte aan afslibbare delen (9.7 %) is niet hoog, terwijl koolzure kalk nagenoeg ontbreekt.

Bij 24B 148 is de samenstelling van het zand zodanig, dat het U-cijfer 166 bedraagt, terwijl de subfractie 50—75  $\mu$  het grootste is. Deze grond stuift bij een gehalte aan afslibbare delen van 13.1 % en aanwezigheid van ruim 1 % koolzure kalk. Is het zand iets meer gelijkmatig over de verschillende subfracties tot 105  $\mu$  verdeeld, zoals bij 17B 776 het geval is (het U-cijfer bedraagt 165), dan bezit de grond bij een gehalte aan afslibbare delen van 13.3 % bij voldoende koolzure kalk neiging tot stuiven nà rollen. Bij een samenstelling van het zand overeenkomende met een U-cijfer van 165 stuift een grond van groep 1 bij een gehalte aan afslibbare delen van 13.2 % en voldoende koolzure kalk niet.

De pakking van het zand bij de gronden uit groep 2 schijnt dus inderdaad

iets minder dicht te zijn dan bij de gronden uit groep 1, wanneer de samenstelling van het zand van beide gronden zodanig is, dat deze met hetzelfde U-cijfer overeenkomt. Bij de gronden uit groep 2 zal dus bij voldoende koolzure kalk iets meer kleisubstantie nodig zijn om stuiven te voorkomen dan bij de gronden uit groep 1.

Naarmate bij de gronden uit groep 2 de samenstelling van het zand fijner wordt (het U-cijfer dus hoger dan 165) zal tot een zekere grens de pakking van het zand iets dichter worden en zal men bij voldoende koolzure kalk, zelfs bij een iets lager gehalte aan afslibbare delen dan ongeveer 13.5 % mogen verwachten, dat de grond niet stuift.

Dat 23B 049 met een U-cijfer van 180 en een slibgehalte van 15.9 % soms stuift, vooral bij opvriezen en sterke Noord-Oostenwind, zal vermoedelijk wel aan het ontbreken van koolzure kalk moeten worden toegeschreven ( $\text{pH} = 6.75$ ). 24B 143 uit groep 1 met eveneens een U-cijfer van 180 en een slibgehalte van 15.9 %, maar zonder koolzure kalk ( $\text{pH} = 5.5$ ) heeft eveneens last van stuiven.

Het niet stuiven van 23B 441 en 23B 048 met een U-cijfer resp. van 173 en 176 en een slibgehalte van 12.7 à 12.8 %, terwijl koolzure kalk resp. nagenoeg niet en niet aanwezig is, is misschien aan de volgende omstandigheden toe te schrijven. 23B 441 is afkomstig van een smal perceel met aan beide zijden sloten. De grond is zeer doorlatend. De bovengrond slempst nooit dicht en het zand van de ondergrond is zeker niet grover dan dat van de bovengrond, vermoedelijk nog iets fijner, aangezien bieten op deze grond niet naar de ondergrond willen. Het slootwaterpeil is niet ver beneden het maaiveld. De watervoorziening van de bovengrond zal dus bij sterke verdamping wel zodanig zijn, dat er enige samenhang van de grond in het bovenste laagje blijft bestaan, waardoor verstuiven van dit laagje voorkomen wordt. Het perceel, waarvan 23B 048 afkomstig is, blijft in het voorjaar nog al nat. De wind zal daardoor geen vat op de fijnste gronddeeltjes hebben. Dit nat blijven in het voorjaar heeft, daar koolzure kalk ontbreekt ( $\text{pH}$  van de grond 5.5), tengevolge, dat de kleideeltjes in het water worden opgeslibd en daardoor tussen de zandkorrels worden weggespoeld, hetgeen verslempen van de grond aan de oppervlakte veroorzaakt.

Bij de gronden 17B 780 tot en met 24B 854 is de verdeling van het zand over de subfracties tot  $105 \mu$  zodanig, dat steeds minder zand van de subfractie  $75-105 \mu$  aanwezig is dan bij de voorafgaande gronden. De samenstelling van het zand in zijn geheel is steeds fijner, de U-cijfers dus hoger. De wijze, waarop het zand over de subfracties beneden  $50 \mu$  is verdeeld, zal vermoedelijk bij deze gronden steeds meer van invloed zijn, wat het stuiven betreft. In de volgende tabel 1 zijn daarom de gehalten aan deze subfracties voor deze gronden opgegeven.

Bij de gronden 17B 780 tot en met 24B 855 is de verdeling van het zand over de verschillende subfracties zodanig, dat bij een gehalte aan afslibbare delen van ongeveer 13 à 15 % op de droge grond berekend bij voldoende koolzure kalk geen stuiven van de grond plaats heeft. 17B 783 bezit wel een iets geringer gehalte aan afslibbare delen, maar het gehalte aan organische stof van deze grond is voor dergelijke lichte gronden vrij wat hoger dan van de andere. Volgens de grondgebruiker zou 24B 855 een enkele keer, wanneer de grond heel droog is, nà rollen wel eens stuiven.

TABEL 1.

| Anal.<br>no. | Praktijk<br>beoordeling | CaCO <sub>3</sub> | Org.<br>stof | Af-<br>slibb.<br>delen | 16—<br>25μ | 25—<br>37μ | 37—<br>50μ | 50—<br>75μ | 75—<br>105μ | 105—<br>150μ | > 150<br>μ | U-<br>cijfer |
|--------------|-------------------------|-------------------|--------------|------------------------|------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| 17B 780      | stuift niet             | 6.1               | 1.9          | 13.3                   | 2.7        | 7.9        | 17.8       | 33.2       | 29.2        | 8.9          | 0.3        | 178          |
| 17B 783      | stuift niet             | 4.8               | 2.5          | 12.6                   | 2.2        | 7.5        | 19.3       | 38.7       | 25.5        | 6.6          | 0.2        | 179          |
| 17B 777      | stuift niet             | 8.7               | 1.8          | 14.8                   | 3.4        | 7.1        | 22.6       | 35.4       | 25.3        | 6.0          | 0.2        | 185          |
| 24B 855      | stuift niet             | 8.2               | 1.7          | 14.4                   | 2.8        | 9.0        | 21.3       | 35.9       | 23.0        | 7.7          | 0.3        | 187          |
| 24B 140      | stuift niet             | sp.               | 1.9          | 17.9                   | 4.7        | 9.2        | 21.8       | 35.0       | 23.5        | 5.5          | 0.3        | 196          |
| 24B 854      | is slempig<br>stuift    | 9.4               | 1.8          | 20.3                   | 5.3        | 13.3       | 24.4       | 34.0       | 18.4        | 4.0          | 0.6        | 211          |

De gehalten van de subfracties beneden 50  $\mu$  zijn bij 24B 140 iets groter dan bij de voorafgaande gronden. De verdeling van het zand over alle subfracties geeft echter een zodanige dichte pakking van het zand, dat bij aanwezigheid van slechts een spoor koolzure kalk bij een slibgehalte van ongeveer 18 % deze grond niet stuift. Het nagenoeg geheel ontbreken van koolzure kalk maakt, dat deze grond slempig is.

Bij 24B 854 is het gehalte aan zand groter dan 75  $\mu$  nog vrij wat geringer dan bij de andere gronden. Het zand van deze grond is dus grotendeels over de subfracties tot 75  $\mu$  verdeeld, maar deze verdeling is zodanig, dat het merendeel van het zand tot de subfracties 37—50  $\mu$  en 50—75  $\mu$  behoort en het meeste tot de subfractie 50—75  $\mu$ . Ten gevolge van deze verdeling is de pakking van dit zand blijkbaar zodanig, dat zelfs bij een slibgehalte van ongeveer 20 % en bij voldoende koolzure kalk deze grond stuift.

#### b. Conclusies

Tot welke conclusies omtrent het stuiven van de Groninger lichte, mariene gronden leiden de in het voorgaande besproken analyse-resultaten.

Wanneer het zand over de subfracties tot 150  $\mu$  is verdeeld, waarbij 10 tot 20 % van het zand tot de subfractie 105—150  $\mu$  behoort, en deze verdeling verder zodanig is, dat het gehalte aan de subfracties 16—50  $\mu$ , 50—75  $\mu$ , 75—105  $\mu$  enigszins gelijk is, zoals bij 17B 778, en het U-cijfer 165 bedraagt, stuift bij aanwezigheid van voldoende koolzure kalk een dergelijke grond niet bij een gehalte aan afslibbare delen van 13 % op droge grond berekend. Bij afwezigheid van koolzure kalk zal een dergelijke grond vooral na rollen stuiven.

Naarmate het gehalte aan subfractie 75—105  $\mu$  toeneemt en dus het gehalte aan fijn zand afneemt, het U-cijfer derhalve meer beneden 165 daalt, zal steeds meer bindmiddel (afslibbare delen, organische stof) nodig zijn om stuiven te verhinderen. Is in deze gevallen het gehalte aan afslibbare delen dus minder dan 13 % dan zal stuiven in meer of mindere mate zeker plaats vinden. Bij een hoger gehalte aan afslibbare delen is om stuiven te verhinderen de aanwezigheid van voldoende koolzure kalk vereist.

Naarmate het gehalte aan fijn zand beneden 75  $\mu$  meer toeneemt, het U-cijfer meer boven 165 stijgt, kan iets minder bindmiddel (minder dan 13 % afslibbare delen) voldoende zijn om stuiven te verhinderen. Is het gehalte aan afslibbare delen hoger, zoals bij de onderzochte gronden het geval is,

dan vindt bij aanwezigheid van voldoende koolzure kalk geen stuiven van de grond plaats. Is geen koolzure kalk aanwezig dan zal stuiven mogelijk zijn en zal stuiven des te eerder plaats vinden, naarmate de grond zuurder is. Bij een pH van 5.5 en een U-cijfer van 180 blijkt de grond dan nog te stuiven bij een gehalte aan afslibbare delen van ongeveer 16 %.

Behoort minder dan 10 % van het zand tot de subfractie 105—150  $\mu$ , is het zand dus bijna geheel over de subfracties tot 105  $\mu$  verdeeld en is de verdeling van het zand over de subfracties zodanig als bij 17B 776, waarbij het U-cijfer 165 bedraagt, dan bezit de grond bij voldoende koolzure kalk bij een gehalte aan afslibbare delen op droge grond van 13.3 % neiging tot stuiven nà rollen.

Het verschil tussen gronden met een U-cijfer van het zand van 165 uit groep 1 en groep 2, wat het stuiven betreft, blijkt uit het volgende staatje (Tabel 2).

TABEL 2.

| Anal. no. | Praktijk beoordeling                               | CaCO <sub>3</sub> | Org. stof | Af-slibb. delen | 16—50 $\mu$ | 50—75 $\mu$ | 75—105 $\mu$ | 105—150 $\mu$ | > 150 $\mu$ | U-cijfer |
|-----------|----------------------------------------------------|-------------------|-----------|-----------------|-------------|-------------|--------------|---------------|-------------|----------|
| 17B 778   | stuift niet<br>neiging tot<br>stuiven nà<br>rollen | 7.3               | 1.7       | 13.2            | 26.4        | 25.7        | 31.2         | 16.2          | 0.5         | 165      |
| 17B 776   |                                                    | 6.3               | 1.9       | 13.3            | 22.5        | 33.6        | 35.9         | 7.7           | 0.3         | 165      |

Bij 17B 778 is de pakking van het zand, omdat dit meer over de subfracties 16—150  $\mu$  is verdeeld, iets groter dan bij 17B 776, zodat bij een zelfde gehalte aan afslibbare delen onder overigens gelijke omstandigheden 17B 778 niet stuift en 17B 776 neiging tot stuiven vertoont nà rollen. Om niet te stuiven heeft 17B 776 iets meer bindmiddel nodig dan 17B 778.

Is het zand in mindere mate over de subfracties tot 105  $\mu$  verdeeld dan bij 17B 776 en treedt het gehalte aan de grovere subfracties (50—75 en 75—105  $\mu$ ) meer op de voorgrond, dan zal de grond des te sterker stuiven naarmate het gehalte aan subfractie 75—105  $\mu$  groter is en naarmate het gehalte aan afslibbare delen lager is dan 13.3 %.

Is het zand meer over de subfracties tot 105  $\mu$  verdeeld en neemt het gehalte aan zandkorrels kleiner dan 50  $\mu$  meer toe, dan stuift de grond bij voldoende koolzure kalk bij dit slibgehalte en hoger niet, maar ook niet bij een iets geringer gehalte aan afslibbare delen dan 13.3 %. Is koolzure kalk afwezig, dan zal stuiven in meer of mindere mate plaats hebben, tenzij de bovengrond bij grote droogte vochtig genoeg blijft om een voldoende samenhang van het bovenste laagje van de grond te geven.

Wanneer het zand grotendeels over de subfracties tot 75  $\mu$  is verdeeld en deze verdeling zodanig is, dat het merendeel van het zand tot de subfracties 37—50  $\mu$  en 50—75  $\mu$  behoort (U-cijfer 211), dan is de pakking van het zand van dien aard, dat bij voldoende koolzure kalk zelfs bij een slibgehalte van ongeveer 20 % stuiven van de grond mogelijk is. Is het zand meer over de subfracties tussen 16  $\mu$  en 75  $\mu$  verdeeld, dan zal stuiven van de grond bij dit

slibgehalte wel niet plaats vinden en vermoedelijk ook niet bij een iets lager slibgehalte.

Uitdrukkelijk moet er op worden gewezen, dat wanneer men het bovenstaande als criterium voor het al of niet stuiven van Groninger lichte, mariene gronden wil gebruiken, de granulaire samenstelling van de te onderzoeken gronden bepaald moet worden volgens dezelfde methode en vooral in dezelfde zandsubfracties als de hier besproken gronden. MASCHHAUPT heeft destijds de granulaire samenstelling van de stuivende gronden 24B 147 (Do. 186) en 24B 148 (Do. 188) bepaald volgens de methode KOPECKY en in de zandsubfracties 16—35, 35—50, 50—75, 75—90 en  $> 90 \mu$ . Op grond van de door hem met deze methode en subfractie-indeling verkregen cijfers zouden deze stuivende gronden niet onder de stuivende gronden vallen. Volgens de door mij verkregen analyse-resultaten is dit echter wel het geval. Het volgende staatje (Tabel 3) geeft nog eens een overzicht van de resultaten voor de drie door mij uit het Binnendijksterland te Uithuizermeeden onderzochte gronden. 24B 148 (Do. 188) behoort volgens deze analyse-cijfers tot de stuivende mariene gronden.

TABEL 3.

| Anal. no.         | Praktijk beoordeling | CaCO <sub>3</sub> | Org. stof | Af-slibb. delen | 16—50 $\mu$ | 50—75 $\mu$ | 75—105 $\mu$ | 105—150 $\mu$ | > 150 $\mu$ | U-cijfer |
|-------------------|----------------------|-------------------|-----------|-----------------|-------------|-------------|--------------|---------------|-------------|----------|
| 24B 147 (Do. 186) | stuift duidelijk     | 0.2               | 1.8       | 9.7             | 21.2        | 35.9        | 36.4         | 6.4           | 0.1         | 163      |
| 24B 148 (Do. 188) | stuift               | 1.1               | 2.1       | 13.1            | 20.8        | 39.0        | 33.7         | 6.0           | 0.5         | 166      |
| 23B 441           | stuift niet          | 0.2               | 1.8       | 12.7            | 25.6        | 33.7        | 34.9         | 5.6           | 0.2         | 173      |

## 2. ANDERE GEBIEDEN

Hoe verhouden de stuivende en niet stuivende lichte, mariene gronden uit andere streken van Nederland zich ten opzichte van die uit de provincie Groningen, wat hun granulaire samenstelling betreft?

Om dit na te gaan willen we in de eerste plaats eens de vroeger besproken stuivende en niet stuivende gronden uit de Anna Paulownapolder (Noord-Holland) bekijken. De granulaire samenstelling van deze gronden is daartoe ook volgens de nieuwe pipet-zeef-methode bepaald. In tabel III (blz. 28) zijn de daarbij verkregen analyse-cijfers opgenomen.

Uit deze cijfers blijkt, dat ook deze gronden praktisch geen zandkorrels groter dan  $150 \mu$  bezitten, maar dat meer dan 20 % van het zand bij deze gronden tot de subfractie 105—150  $\mu$  behoort. Bovendien is het zand iets meer over de subfracties tot  $150 \mu$  verdeeld dan dat van de Groninger gronden van groep 1. Het zand van de onderzochte gronden uit de Anna Paulownapolder bezit dus een enigszins andere korrelverdeling dan het zand van de onderzochte gronden uit de provincie Groningen.

In het volgende staatje (Tabel 4) zijn een tweetal gronden uit de Anna Paulownapolder (B 2585 en B 2581) vergeleken met een tweetal gronden uit

groep 1 van de Groninger gronden met ongeveer eenzelfde U-cijfer als eerstgenoemde gronden (17B 755 en 23B 446) en ongeveer eenzelfde gehalte aan afslibbare delen en met voldoende koolzure kalk.

TABEL 4.

| Anal.<br>no. | Praktijk<br>beoordeling | CaCO <sub>3</sub> | Org.<br>stof | Af-<br>slibb.<br>delen | 16—<br>50 $\mu$ | 50—<br>75 $\mu$ | 75—<br>105 $\mu$ | 105—<br>150 $\mu$ | <150<br>$\mu$ | U-<br>cijfer |
|--------------|-------------------------|-------------------|--------------|------------------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|---------------|--------------|
| 17B 755      | stuift sterk            | 5.6               | 1.4          | 9.4                    | 19.3            | 32.3            | 33.0             | 15.1              | 0.3           | 156          |
| B 2585       | stuift niet             | 2.7               | 2.2          | 10.0                   | 21.6            | 21.7            | 31.4             | 24.9              | 0.4           | 154          |
| 23B 446      | stuift vrij sterk       | 6.5               | 1.6          | 11.7                   | 25.7            | 17.1            | 41.4             | 15.6              | 0.2           | 159          |
| B 2581       | stuift niet             | 2.8               | 2.6          | 12.5                   | 25.9            | 19.1            | 25.7             | 27.1              | 2.2           | 160          |

Ofschoon de U-cijfers van deze gronden twee aan twee ongeveer gelijk zijn, stuiven bij een vrijwel zelfde gehalte aan afslibbare delen de eersten van elke twee wel en de tweeden niet. Op grond van het U-cijfer, dus op grond van de fijnheid van het totale zand, kan men dus niet uitmaken of een grond zal stuiven of niet. Duidelijk blijkt, dat dit vooral afhangt van de wijze, waarop het zand over de verschillende subfracties is verdeeld, en van het gehalte aan bindmiddel, afslibbare delen en organische stof, zoals in het voorafgaande is uiteengezet.

Wanneer het zand enigszins gelijkmatig over de subfracties tot 150  $\mu$  is verdeeld (de subfractie 16—50  $\mu$  in zijn geheel genomen), zoals bij de eerste drie gronden uit de Anna Paulownapolder, en deze verdeling is zo, dat zij overeenkomt met een U-cijfer van 154, dan blijkt bij voldoende koolzure kalk de pakking van het zand zodanig te zijn, dat reeds bij een gehalte aan afslibbare delen van 10 % de grond niet stuift. Is deze verdeling zo, dat de samenstelling van het zand iets fijner is, dus met een iets hoger U-cijfer overeenkomt, dan zal een gehalte aan afslibbare delen van 10 % dus zeker ook al voldoende zijn om de grond niet te doen stuiven. Vermoedelijk dus ook bij een U-cijfer van 165.

Bij de beide Groninger gronden van groep 1 is het zand meer over de subfracties tot 105  $\mu$  verdeeld. Volgens hetgeen in de voorafgaande bladzijden is uiteengezet zal de pakking van het zand van deze gronden iets minder dicht zijn dan die van de gronden uit de Anna Paulownapolder. Zij zullen dus iets meer afslibbare delen nodig hebben dan laatst genoemde gronden om een zelfde gebondenheid als deze te bezitten en om niet te stuiven. Volgens de gegevens uit tabel II zouden de beide Groninger gronden om niet te stuiven meer dan 13 % afslibbare delen nodig hebben. Daar hun gehalte aan afslibbare delen lager is, stuiven zij, hoewel hun U-cijfer hetzelfde is als dat van de beide gronden uit de Anna Paulownapolder.

De drie andere gronden uit de Anna Paulownapolder bezitten een hoger gehalte aan subfractie 105—150  $\mu$  en minder fijn zand dan de eerste drie. Het zand is dus iets grover van samenstelling en zijn pakking is wat geringer. Opdat deze gronden niet stuiven is dus een hoger gehalte aan afslibbare delen dan 10 % nodig. Het blijkt nu, dat bij een korrelverdeling van het zand over-

eenkomende met een U-cijfer van 144 een gehalte aan afslibbare delen van 13.3 % niet voldoende is om stuiven van de grond te voorkomen.

Tabel III bevat ook nog de granulaire samenstelling van monsters van twee zeer lichte, niet stuivende percelen uit de Waardpolder (N.H.). De samenstelling van het zand van deze beide gronden komt vrijwel overeen met die van de Groninger gronden van groep 2. Zand groter dan  $105\ \mu$  komt er nagenoeg niet in voor. Vergelijking met enkele Groninger gronden van groep 2 geeft het volgende overzicht (Tabel 5).

TABEL 5.

| Anal. no. | Praktijk beoordeling          | CaCO <sub>3</sub> | Org. stof | Afslibb. delen | 16—50 $\mu$ | 50—75 $\mu$ | 75—105 $\mu$ | 105—150 $\mu$ | >150 $\mu$ | U-cijfer |
|-----------|-------------------------------|-------------------|-----------|----------------|-------------|-------------|--------------|---------------|------------|----------|
| 17B 776   | neiging tot stuiven na rollen | 6.3               | 1.9       | 13.3           | 22.5        | 33.6        | 35.9         | 7.7           | 0.3        | 165      |
| 22B 979   | stuift niet                   | 4.3               | 3.3       | 15.2           | 25.1        | 33.8        | 33.7         | 6.0           | 1.4        | 171      |
| 23B 441   | stuift niet                   | 0.2               | 1.8       | 12.7           | 25.6        | 33.7        | 34.9         | 5.6           | 0.2        | 173      |
| 17B 783   | stuift niet                   | 4.8               | 2.5       | 12.6           | 29.0        | 38.7        | 25.5         | 6.6           | 0.2        | 179      |
| 22B 978   | stuift niet                   | 4.0               | 2.9       | 10.6           | 29.6        | 35.6        | 30.2         | 2.7           | 1.9        | 184      |

De vet gedrukte cijfers zijn die van de monsters uit de Waardpolder.

Bij de Groninger gronden vertoont de grond met een korrelverdeling van het zand overeenkomende met een U-cijfer van 165 nog neiging tot stuiven na rollen bij een gehalte aan afslibbare delen van 13.3 %. Bij een korrelverdeling van het zand, die met een hoger U-cijfer overeenkomt, zal een iets lager gehalte aan afslibbare delen voldoende zijn voor het niet stuiven van de grond, vooral wanneer het gehalte aan organische stof groter is dan bij 17B 776, dus groter dan 1.9 %. 22B 979 uit de Waardpolder met een gehalte aan afslibbare delen van 15.2 % en met 3.3 % organische stof stuift dan ook niet. Volgens 22B 978 uit de Waardpolder blijkt, dat bij een korrelverdeling van het zand overeenkomende met een U-cijfer van 184 de grond niet stuift bij een gehalte aan afslibbare delen van 10.6 % en een organische stofgehalte van 2.9 %.

Dat de wijze, waarop het zand over de verschillende subfracties is verdeeld, voor het al of niet stuiven van de grond van veel belang is, blijkt ook duidelijk uit het onderzoek van enige stuivende en niet stuivende zeer lichte gronden uit de Haarlemmermeerpolder. Bij het graven van de kanalen en sloten in deze polder is veel oud-holocene zeezand uit de ondergrond over de bovengrond gekomen, terwijl op sommige plaatsen bij het ploegen van dit zand uit de ondergrond door de bouwvoor is gewerkt, zodat het zand van de bovengrond van deze polder grover en soms veel grover van samenstelling is dan dat van de besproken gronden uit Groningen en Noordholland, zoals blijkt uit tabel IV (blz. 28), waarin de granulaire samenstelling van de gronden uit de Haarlemmermeerpolder is opgenomen. Bij deze laatste gronden is meer dan 50 % van het zand groter dan  $105\ \mu$ .

Vergelijking van de granulaire samenstelling van 13B 381 uit de Haarlemmermeerpolder met 24B 145 uit Groningen en B 2583 uit de Anna Paulownapolder geeft het volgende resultaat (Table 6).

TABEL 6.

| Anal. no.            | Praktijk beoordeling | CaCO <sub>3</sub> | Org. stof | Af-slibb. delen | 16—50μ | 50—75μ | 75—105μ | 105—150μ | 150—210μ | 210—300μ | >300μ | U-cijfer |
|----------------------|----------------------|-------------------|-----------|-----------------|--------|--------|---------|----------|----------|----------|-------|----------|
| 24B 145 Groningen    | stuift sterk         | 5.4               | 1.4       | 9.9             | 9.5    | 23.7   | 46.7    | 17.3     | 1.5      | 1.0      | 0.3   | 134      |
| B 2583 A.P.polder    | stuift               | 1.5               | 2.7       | 13.3            | 18.7   | 15.7   | 25.7    | 39.1     | 0.6      | 0.1      | 0.1   | 144      |
| 13B 381 Haarl.polder | stuift niet          | 1.3               | 2.0       | 13.5            | 18.4   | 11.3   | 17.8    | 32.5     | 14.9     | 3.4      | 1.7   | 132      |

Ook uit deze cijfers blijkt, dat men op grond van het U-cijfer niet kan zeggen of een grond stuift of niet. Wanneer het zand vrijwel geheel over de subfracties tot 210 μ is verdeeld en deze verdeling is zoals bij 13B 381, in welk geval van alle subfracties een behoorlijk percentage aanwezig is, dan stuift de grond met voldoende koolzure kalk niet bij een gehalte aan afslibbare delen van 13.5 %. Is het zand vrijwel geheel over de subfracties tot 150 μ verdeeld en behoort het grootste gedeelte van dit zand tot de grovere subfracties, zoals bij B 2583, dan is zelfs bij voldoende koolzure kalk een slibgehalte van 13.3 % niet voldoende om stuiven van de grond te verhinderen. Een hoger slibgehalte is dan nodig. Bij nog grotere ophoping van het zand in een paar subfracties, zoals bijv. bij 24B 145 in de subfracties 75—105 μ en 50—75 μ, zal een nog hoger slibgehalte nodig zijn voor het niet stuiven van de grond. Dat bij een slibgehalte van 9.9 % in dit geval de grond sterk stuift, is dus niet te verwonderen.

Het monster 24B 144 uit de Joh. Kerkhovenpolder (Gron.) afkomstig van een perceel, waarover bij een dijkdoorbraak vrij veel zand is gespoeld, en speciaal van een plek, waar in droge tijden het gewas verbrandt, bezit een korrelverdeling van het zand, die zeer veel overeenkomt met de korrelverdeling van het zand van de monsters 18B 384 en 18B 383 uit de Haarlemmermeerpolder, zoals uit het volgende overzicht (Tabel 7) blijkt. In dit overzicht is ook de granulaire samenstelling van B 2584 uit de Anna Paulownapolder opgenomen.

TABEL 7.

| Anal. no. | Praktijk beoordeling                                             | CaCO <sub>3</sub> | Org. stof | Af-slibb. delen | 16—50μ | 50—75μ | 75—105μ | 105—150μ | 150—210μ | 210—300μ | >300μ | U-cijfer |
|-----------|------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------|-----------------|--------|--------|---------|----------|----------|----------|-------|----------|
| 18B 384   | stuift niet wel slempen                                          | 0.4               | 1.7       | 12.7            | 11.6   | 12.0   | 25.0    | 41.0     | 8.8      | 1.2      | 0.3   | 120      |
| B 2584    | stuift                                                           | 1.5               | 2.9       | 12.3            | 18.5   | 15.1   | 26.6    | 39.0     | 0.8      | 0        | 0     | 142      |
| 24B 144   | stuift gemakkelijk na rollen                                     | 3.5               | 1.4       | 10.6            | 9.4    | 14.3   | 23.7    | 28.7     | 19.9     | 3.2      | 0.8   | 115      |
| 18B 383   | stuift wel iets. Met wind loopt de grond alshet ware over't land | 3.6               | 1.0       | 10.6            | 12.9   | 11.1   | 21.2    | 39.9     | 11.5     | 2.4      | 1.0   | 120      |

Dat 18B 384 met een gehalte aan afslibbare delen van 12.7 % niet stuift en B 2584 met een gehalte aan afslibbare delen van 12.3 % wel, zal wel hieraan moeten worden toegeschreven, dat het zand van 18B 384 over een groter aantal subfracties is verdeeld dan het zand van B 2584, waardoor het eerstgenoemde zand een iets dichtere pakking bezit dan het laatstgenoemde. Het zand van 18B 383 is nog iets meer over de verschillende subfracties verdeeld dan dat van 18B 384. Bij een slibgehalte van 12.7 % zou 18B 383 vermoedelijk niet stuiven. Nu het slibgehalte van deze grond maar 10.6 % bedraagt, stuift hij wel iets.

Het zand van 24B 144 is wel iets meer over de grovere subfracties 75—300  $\mu$  verdeeld dan dat van 18B 383, maar het gehalte aan fijn zand beneden 50  $\mu$  is bij 24B 144 iets kleiner dan bij 18B 383. Bij eenzelfde slibgehalte van 10.6 % ( $\text{CaCO}_3$ -gehalte en org. stof-gehalte zijn vrijwel ook gelijk) stuift 24B 144 derhalve iets meer dan 18B 383.

Het zand van 18B 382 (tabel IV) is iets meer over de grovere subfracties groter dan 105  $\mu$  verdeeld dan dat van 18B 383, maar het gehalte aan fijn zand beneden 105  $\mu$  is bij 18B 382 kleiner dan bij 18B 383. Wel bezit 18B 382 een iets groter gehalte aan afslibbare delen nl. 11.9 % tegen 10.6 %, maar dit gehalte is slechts zo weinig groter, dat 18B 382 toch iets meer stuift dan 18B 383.

Bij 18B 375 behoort ruim 50 % van het zand tot subfractie 105—150  $\mu$ . Dit zand is daardoor in geringere mate over de subfracties groter dan 105  $\mu$  verdeeld dan dat van 18B 382. Bovendien is bij 18B 375 het gehalte aan zand beneden 105  $\mu$  nog iets kleiner dan bij 18B 382. Dat de grond van 18B 375 met een slibgehalte van 10.1 % en zonder koolzure kalk (pH = 7.2) bijna nooit stuift, dus minder zou stuiven dan de grond van 18B 382 is moeilijk aan te nemen en berust vermoedelijk op een verkeerde praktijkbeoordeling.

Bij 18B 376, 18B 377 en 18B 378 behoort een steeds groter gehalte van het zand dan bij 18B 375 tot de subfracties groter dan 105  $\mu$  en derhalve een steeds geringer gehalte tot de subfracties kleiner dan 105  $\mu$ . Dat deze gronden bij een gehalte aan afslibbare delen van resp. 8.9 %, 5.4 % en 5.4 % zeer gemakkelijk stuiven is dan ook niet te verwonderen.

Het zand van de gronden 18B 379 en 18B 380 is nog grover van samenstelling dan dat van de besproken gronden. Ongeveer 80 % van het zand behoort tot de subfracties groter dan 150  $\mu$ . Zand kleiner dan 150  $\mu$  komt in deze gronden maar weinig voor. 18B 380 met een gehalte aan afslibbare delen van 4.8 % stuift dan ook sterk. 18B 379 bevat in vergelijking met 18B 380 meer afslibbare delen (7.2 % tegen 4.8 %), meer organische stof (4.2 % tegen 2.4 %) en een groter gehalte aan zanddeeltjes kleiner dan 50  $\mu$  (5.7 % tegen 1.8 %). Beide gronden bezitten geen koolzure kalk; de pH-waarden zijn resp. 6.2. en 6.7. 18B 379 zal dus minder stuiven dan 18B 380. Volgens de praktijk beoordeling stuift 18B 379 evenwel niet. Het is echter de vraag, of deze beoordeling inderdaad juist is. Misschien stuift deze grond toch wel een weinig, zoals men eigenlijk zou verwachten, maar is dit stuiven ten opzichte van het stuiven van 13B 380 zo gering, dat praktisch van niet stuiven gesproken kan worden.

De besproken gronden uit de Haarlemmermeerpolder met minder dan 10 % afslibbare delen op minerale delen berekend behoren tot de zandgronden. Ter

vergelijking van deze gronden is hieronder (Tabel 8) de granulaire samenstelling van een stuivende zandgrond uit West Noordbrabant opgenomen. Het perceel, waarvan deze grond (Anal. no. B.L. 253611/634) afkomstig is, ligt aan de Rijksweg Breda—Tilburg, 1000 meter voorbij het kruispunt Heusdenhout—Teteringen en behoort aan H. C. Bartels, Heusdenhoutseweg 27, Nieuw Ginneken. Volgens de praktijkbeoordeling is de structuur van de grond vrij goed, doch bij aanhoudende droogte, of bij bewerking, stuift de grond wel vrij gemakkelijk. Koolzure kalk bevat deze grond niet; de pH is gemiddeld 4.8. In 1942 is de grond bekalkt; de monsters zijn vòòr de bekalking genomen.

TABEL 8.

| Anal.<br>no.           | Praktijk<br>beoor-<br>deling | CaCO <sub>3</sub> | Org.<br>stof | Af-<br>slibb.<br>delen | 16—<br>50μ | 50—<br>75μ | 75—<br>105μ | 105—<br>150μ | 150—<br>210μ | 210—<br>300μ | 300—<br>420μ | >420<br>μ | U-<br>cijfer |
|------------------------|------------------------------|-------------------|--------------|------------------------|------------|------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------|--------------|
| B.L.<br>253611<br>/634 | stuift vrij<br>gemakkelijk   | 0                 | 4.5          | 4.6                    | 7.7        | 6.2        | 11.7        | 33.7         | 23.6         | 10.3         | 5.3          | 1.5       | 92           |
| 18B 376                | stuift zeer<br>gemakkelijk   | 0                 | 1.6          | 8.9                    | 6.2        | 4.5        | 11.9        | 53.7         | 21.2         | 2.1          | 0.3          | 0.1       | 95           |

Bij beide gronden behoort ongeveer 90 % van het zand tot de subfracties groter dan 75 μ. Bij de eerste grond is het zand evenwel wat meer over de subfracties tussen 75 en 420 μ verdeeld dan bij de tweede. De eerste grond bevat minder afslibbare delen maar meer organische stof dan de tweede en schijnt wat minder gemakkelijk te stuiven dan de tweede.

### SAMENVATTING

Van verschillende lichte mariene kleigronden, in hoofdzaak afkomstig uit de Provincie Groningen, zijn bouwvoor monsters granulometrisch onderzocht ten einde aan de hand van de hierbij verkregen analyse-cijfers en de praktische ervaring betreffende het al of niet stuiven van deze gronden na te gaan of er kenmerken zijn vast te stellen voor het stuiven van deze gronden.

Bij het beschouwen van de granulaire analyses is uitgegaan van de volgende feiten: dat, naarmate de zandkorrels beter inéénpassen, het zand een dichtere pakking bezit, er minder bindmiddel (klei-humus-substantie) nodig is om de betreffende grond een zekere gebondenheid te geven. Dat een meer of minder dichte pakking van het zand afhankelijk is van de wijze, waarop het zand over de verschillende subfracties is verdeeld. Dat korrels alleen van dezelfde grootte niet de dichtste pakking geven, maar dat, naarmate tot een zekere grens meer fijne korrels ten opzichte van de grovere voorkomen en omgekeerd, het zand een dichtere pakking verkrijgt. Dat, wanneer alle korrelgrootten binnen bepaalde grenzen aanwezig zijn, een dichtere pakking eerder te verwachten is dan bij aanwezigheid van slechts enkele korrelgrootten, dus naarmate het zand over meer subfracties is verdeeld. Dat de wijze, waarop het zand over de verschillende subfracties is verdeeld, dus de invloed bepaalt, die de klei- (en

humus-) substantie op het zand, wat zijn binding, en dus ook wat het al of niet stuiven betreft, zal hebben.

Wanneer het zand over *bepaalde* subfracties is verdeeld, is bij een bepaalde, enigszins gelijkmatige verdeling over deze subfracties dus een zekere hoeveelheid bindmiddel (klei-humus-substantie) nodig om een zodanige samenhang van de grond te verkrijgen, dat deze bij aanwezigheid van voldoende koolzure kalk juist niet stuift. Is geen koolzure kalk aanwezig, dan zal deze hoeveelheid bindmiddel niet in staat zijn om stuiven te verhinderen, omdat de bindende kracht van de klei-humus-substantie door het ontbreken van de koolzure kalk voor een deel verloren gaat en des te meer verloren gaat, naarmate de grond zuurder is.

Is de verdeling over deze subfracties zodanig, dat de pakking van het zand minder dicht is, dus wanneer meer grovere zandkorrels aanwezig zijn, hetgeen zich uit in een lager U-cijfer, dan zal meer bindmiddel dan bovenbedoelde hoeveelheid nodig zijn, opdat de grond niet stuift. Naarmate in dit geval minder bindmiddel dan deze hoeveelheid aanwezig is, zal de grond sterker stuiven.

Is de verdeling over deze subfracties zodanig, dat meer fijnere zandkorrels aanwezig zijn, hetgeen samengaat met een hoger U-cijfer, dan zal de pakking van het zand eerder dichter dan minder dicht zijn en zal bij aanwezigheid van voldoende koolzure kalk bij bovengenoemde hoeveelheid bindmiddel of meer de grond niet stuiven. Verkrijgt de grond door deze grotere hoeveelheid fijnere zandkorrels een dichtere pakking dan zal bij aanwezigheid van voldoende koolzure kalk zelfs iets minder bindmiddel dan bovenbedoelde hoeveelheid voldoende kunnen zijn om stuiven van de grond te verhinderen.

Het blijkt nu, dat wanneer het zand praktisch geen korrels groter dan  $150\ \mu$  bevat en niet meer dan 10 % à 20 % van het zand tot de subfractie 105— $150\ \mu$  behoort, zodat het zand grotendeels over de subfracties tot  $105\ \mu$  is verdeeld, zoals bij de onderzochte Groninger gronden uit groep 1, en het zand is enigszins gelijkmatig over deze subfracties verdeeld, zodat de samenstelling van het zand zodanig is, dat het U-cijfer ongeveer 165 bedraagt, bij voldoende koolzure kalk de grond niet stuift bij een gehalte aan afslibbare delen van ongeveer 13 % op de droge grond berekend (17B 778).

Is het U-cijfer lager dan 165, dan stuift de grond bij een lager gehalte aan afslibbare delen en des te sterker naarmate het U-cijfer lager is en eveneens naarmate het gehalte aan afslibbare delen lager is. Is het U-cijfer hoger dan 165, dan stuift de grond bij voldoende koolzure kalk bij bovengenoemd gehalte aan afslibbare delen en in sommige gevallen zelfs bij iets minder niet.

Behoort in dit geval minder dan 10 % van het zand tot de subfractie 105— $150\ \mu$ , zodat het zand voor een nog groter deel over de subfracties tot  $105\ \mu$  is verdeeld, zoals bij de onderzochte Groninger gronden uit groep 2, en deze verdeling is zodanig, dat het U-cijfer 165 bedraagt, dan bezit bij voldoende koolzure kalk bij een gehalte aan afslibbare delen van iets méér dan 13 % de grond nog neiging tot stuiven nà rollen. Om niet te stuiven zou dus nog iets meer afslibbare delen nodig zijn (zie tabel 2). Bij een korrelverdeling overeenkomende met een lager resp. hoger U-cijfer blijkt hier hetzelfde te gelden als boven uiteengezet.

Is het zand grotendeels over de subfracties tot  $75\ \mu$  verdeeld en is deze

verdeling zodanig, dat het merendeel van het zand tot de subfracties 37—50 en 50—75  $\mu$  behoort (U-cijfer 211), dan blijkt bij voldoende koolzure kalk zelfs bij een slibgehalte van ongeveer 20 % nog stuiven mogelijk te zijn (zie tabel 1).

Wanneer het zand praktisch geen korrels groter dan 150  $\mu$  bevat en meer dan 20 % van het zand tot de subfractie 105—150  $\mu$  behoort, zodat het zand iets meer over de subfracties tot 150  $\mu$  is verdeeld dan bij de Groninger gronden uit groep 1, en deze verdeling over de subfracties tot 150  $\mu$  (de subfractie 16—50  $\mu$  in zijn geheel genomen) is enigszins gelijkmatig overeenkomende met een U-cijfer van 154, dan stuift bij voldoende koolzure kalk reeds bij een gehalte aan afslibbare delen van 10 % de grond niet, zoals blijkt uit het onderzoek van gronden uit de Anna Paulownapolder.

Een grover zand kan dus minder bindmiddel nodig hebben, opdat de grond niet stuift, dan een fijner zand, wanneer dit grovere zand, doordat het meer over de verschillende subfracties is verdeeld, een dichtere pakking bezit dan het fijnere zand.

De indruk van ZUUR (8), dat bij eenzelfde kleigehalte een grond des te eerder stuift, naarmate de zandfractie grover is, is in zijn algemeenheid niet waar, maar geldt alleen, wanneer het zand over dezelfde subfracties is verdeeld (zie tabel 7 no. 18B 384 en B 2584). Hetzelfde geldt voor de opvatting van MASCHHAUPT, dat bij een zeer laag kleigehalte, de hoeveelheid klei eerder voldoende is om een fijnzandige dan om een grofzandige grond een zekere gebondenheid te geven.

Het U-cijfer van het zand is een maat voor de fijnheid van het zand in zijn geheel en geeft geen aanwijzing over de wijze, waarop het zand over de verschillende subfracties is verdeeld. Deze kan bij eenzelfde U-cijfer belangrijk verschillen. Vandaar dat men op grond van het U-cijfer en het slibgehalte in het algemeen niet kan zeggen of een grond zal stuiven of niet (zie tabel 4 en tabel 6). Wel zal dit mogelijk zijn bij gronden, waarvan het zand over *dezelfde* subfracties is verdeeld.

Het weergeven van de wijze, waarop het zand over de verschillende subfracties is verdeeld, door de procentcijfers van deze subfracties maakt uit de aard der zaak de onderlinge vergelijking van de meer of minder dichte pakking van het zand niet gemakkelijk.

Dit zou vrij wat gemakkelijker gaan, wanneer deze pakking door één cijfer was te karakteriseren. Misschien is dit mogelijk door op een of andere wijze de gelijkmatigheid van het zand te berekenen.

## SUMMARY

The object of this study is to find out what relation exists between the granular (mechanical) analysis of light marine clay soils and the observations of farmers with regard to their drifting or not.

For this purpose attention has to be paid to the following facts.

The better the sand particles fit in with each other, i.e. the tighter the packing of the sand is, the less cementing material (clay-humus-substance) is necessary for a certain firmness of the soil. A more or less tight packing of the sand depends on the way in which the sand particles are distributed over the

different subfractions. However, only particles of uniform size do not give the tightest packing; the sand gets a tighter packing the more fine particles are present to a certain limit with regard to the larger ones and inversely. A tighter packing may be sooner expected when all particle sizes are present within certain limits than only a few, that is to say, over the more subfractions the sand particles are distributed. So the way in which the sand is distributed over the different subfractions, determines the influence of the clay- (and humus-) substance on the sand with regard to its firmness and to the drifting effect.

In the case of a somewhat regular distribution of the sand over *definite* subfractions a certain amount of cementing material is necessary to obtain the very firmness of the soil at which drifting does not occur, provided sufficient calcium carbonate is present. When no calcium carbonate is present, this amount of cementing material cannot prevent drifting because the cementing effect of the clay-humus-substance is partly lost by the absence of calcium carbonate. And this cementing effect decreases according as the pH of the soil is lower.

When the distribution over these definite subfractions leads to a packing of the sand which is less tight, more cementing material is necessary to prevent drifting. This is the case when coarser sand particles are present to a greater degree (lower U-value of the sand). So the soil will shift more seriously, according as less cementing material than this amount is present. On the other hand when the packing is tighter, because some more finer sand particles are present (higher U-value of the sand), drifting will not occur in the case of the amount of cementing material mentioned above or more, provided sufficient calcium carbonate is present. Sometimes even a somewhat smaller amount may be sufficient.

Granulometric investigation of surface soil samples of different light marine clay-soils of the Province of Groningen and of the Anna Paulownapolder (Province of Noordholland) showed the following results.

The sand of these soils contains hardly any particles larger than 150 microns, less than 10 %, 10 % to 20 % and more than 20 % of the sand belonging to the subfraction of 105—150 microns. In the first case the sand is chiefly distributed over the subfractions up to 105 microns and in the second case for a somewhat smaller part. In the third case this distribution occurs to a greater extent over the subfractions up to 150 microns.

When in the second case (Table II part 1) the distribution over the subfractions up to 105 microns is rather regular (U-value about 165) the soil does not shift at an amount of particles smaller than 16 microns (clay-content) of about 13 % calculated on the dry soil, provided sufficient calcium carbonate is present.

If in the first case (Table II part 2) the distribution over the subfractions up to 105 microns is such that the U-value is 165, some more clay than 13 % will be necessary to prevent drifting (Table 2 p. 15).

If this distribution in both cases is such that the U-value is lower than 165, the soil shifts at a lower clay-content than this amount. In this case the rate of shifting is more greater, the lower the clay-content, or the lower the U-value. If this distribution is such that the U-value is higher than 165, the soil does

not shift at the above mentioned clay-content of about 13 % or a little less, provided sufficient calcium carbonate is present.

When in the third case the distribution over the subfractions up to 150 microns is rather regular (U-value about 154), the soil does not shift already at a clay-content of about 10 % calculated on the dry soil, provided sufficient calcium carbonate is present (Table III, p. 28).

So a coarser sand will need less cementing material than a finer sand, to prevent drifting, when this coarser sand has a tighter packing than the finer sand, because it is distributed more over the same subfractions.

The U-value of the sand is a measure for the fineness of the sand as a whole and does not give an indication of the way in which the sand is distributed over the different subfractions. This distribution may differ considerably at the same U-value. Therefore it cannot be generally said that a soil will shift or not on the ground of the U-value and the clay-content. But this is certainly possible with soils of which the sand is distributed over the same subfractions.

#### CLOSSARY

|                                                                      |                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Stuift sterk                                                         | Considerable drifting                                                                 |
| Stuift niet                                                          | No drifting                                                                           |
| Stuift duidelijk                                                     | Clear drifting                                                                        |
| Is slempig                                                           | Slammy                                                                                |
| Neiging tot stuiven na rollen                                        | Tendency to drift after rolling                                                       |
| Stuift wel iets, met wind loopt de grond als het ware over het land. | Drifts slightly; the soil runs as it were with the wind over the surface of the land. |

#### LITERATUUR

1. ANDREASEN, A. H. M. en J. ANDERSEN: Über die Beziehung zwischen Kornabstufung (Kornzusammensetzung) und Zwischenraum in Produkten aus losen Körnern (mit einigen Experimenten). *Kolloid-Z.* **50**, (1930) 217.
2. HISSINK, D. J.: De bodemkundige gesteldheid van den toekomstigen Wieringermeerpolder volgens boringen in het jaar 1927. Med. Comm. Advies landbouwtechnische aangelegenheden proefpolder Andijk, I (1929).
3. HOOGHOUDT, S. B.: Een gecombineerde zeef- en pipetmethode voor de bepaling van de granulaire samenstelling van gronden. *Versl. Landbouwk. Onderz.* **50**, (1945) 722 en 944.

4. MASCHHAUPT, J. G.: Verslag van een onderzoek naar de gesteldheid van den bodem in den Dollard met het oog op inpoldering. *Bijdragen tot de kennis van de Provincie Groningen en omgelegen streken van wege het Natuurkundig Genootschap te Groningen*. Nwe reeks, tweede stuk (1923).
5. — Resultaten verkregen bij het onderzoek der Groninger klei- en zavelgronden. Dir. v. d. Landbouw. 's-Gravenhage 1943.
6. SIKORSKI, TH.: *Jahresber. über Agrikulturchemie. N. F. 18. (38), (1895) 579.*
7. SPEK, JAC. V. D. en S. B. HOOGHOUDT: Verslag van het onderzoek naar de bodemkundige gesteldheid en de detailontwatering van de in te dijken kweldergronden gelegen achter Uithuizen en Uithuizermeeden (prov. Groningen) (stencil) Oct. 1939.
8. ZUUR, A. J.: Stuiven bij mariene gronden. *Maandbl. Landbouwevoorlichtingsd. 5, (1948) 518—522.*

TABEL I.

| Anal.<br>no.               | Praktijk<br>beoordeling | Proc. op droge grond |                   |                        | Op totaal zand = 100    |                      |                      |                      |                      | U van<br>het<br>zand |                              |
|----------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------|------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------------|
|                            |                         | CaCO <sub>3</sub>    | Org.<br>stof      | Af-<br>slibb.<br>delen | 16—<br>43μ              | 43—<br>74μ           | 74—<br>104μ          | 104—<br>147μ         | >147<br>μ            |                      |                              |
| B 2585<br>B 2586<br>B 2581 | stuift niet             | 2.7<br>2.0<br>2.8    | 2.2<br>2.7<br>2.6 | 9.6<br>12.3<br>12.2    | 19.2<br>19.0<br>21.3    | 36.0<br>34.6<br>34.1 | 26.2<br>25.1<br>20.4 | 16.9<br>19.0<br>18.5 | 1.7<br>2.3<br>5.7    | 186<br>183<br>188    |                              |
| B 2582<br>B 2584<br>B 2583 |                         | stuift               | 3.0<br>1.5<br>1.5 | 1.7<br>2.9<br>2.7      | 9.2<br>12.2<br>12.5     | 14.8<br>15.1<br>16.0 | 29.6<br>27.5<br>25.3 | 27.1<br>26.0<br>27.9 | 21.0<br>26.5<br>26.2 | 7.5<br>4.9<br>4.6    | 164<br>163<br>165            |
| Observations<br>of farmers |                         |                      |                   |                        | par-<br>ticles<br>< 16μ |                      |                      |                      |                      |                      | U<br>value<br>of the<br>sand |
|                            |                         |                      | % of the dry soil |                        |                         | % of total sand      |                      |                      |                      |                      |                              |

TABEL II.  
Groninger gronden.

| Anal.<br>no.         | Praktijk<br>beoordeling            | Proc. op droge grond |              |                        | Op totaal zand = 100 |            |             |              |            | U van<br>het<br>zand |
|----------------------|------------------------------------|----------------------|--------------|------------------------|----------------------|------------|-------------|--------------|------------|----------------------|
|                      |                                    | CaCO <sub>3</sub>    | Org.<br>stof | Af-<br>slibb.<br>delen | 16—<br>50μ           | 50—<br>75μ | 75—<br>105μ | 105—<br>150μ | > 150<br>μ |                      |
| 24B 144<br>(Do. 155) | stuift gemak-<br>kelijk na rollen  | 3.5                  | 1.4          | 10.6                   | 9.4                  | 14.3       | 23.7        | 28.7         | 23.9       | 115                  |
| <i>Groep 1</i>       |                                    |                      |              |                        |                      |            |             |              |            |                      |
| 24B 856              | stuift sterk                       | 4.3                  | 2.0          | 7.3                    | 12.2                 | 17.8       | 33.1        | 36.5         | 0.4        | 131                  |
| 24B 146<br>(Do. 174) | stuift sterk                       | 5.3                  | 1.3          | 8.2                    | 10.2                 | 21.7       | 46.3        | 21.5         | 0.3        | 135                  |
| 24B 145<br>(Do. 157) | stuift sterk                       | 5.4                  | 1.4          | 9.9                    | 9.5                  | 23.7       | 46.7        | 17.3         | 2.8        | 134                  |
| 17B 755<br>(Do. 190) | stuift sterk                       | 5.6                  | 1.4          | 9.4                    | 19.3                 | 32.3       | 33.0        | 15.1         | 0.3        | 156                  |
| 17B 754              | stuift minder<br>dan 17B 755       | 5.9                  | 1.6          | 9.6                    | 21.7                 | 31.9       | 34.3        | 11.8         | 0.3        | 161                  |
| 23B 446              | stuift vrij sterk                  | 6.5                  | 1.6          | 11.7                   | 25.7                 | 17.1       | 41.4        | 15.6         | 0.2        | 159                  |
| 23B 050              | stuift soms sterk                  | 0.3                  | 2.1          | 14.4                   | 24.1                 | 19.7       | 38.3        | 17.4         | 0.5        | 159                  |
| 23B 445              | stuift vooral na<br>rollen         | 0                    | 1.7          | 13.0                   | 26.8                 | 20.5       | 31.6        | 18.5         | 2.6        | 164                  |
| 17B 778              | stuift niet                        | 7.3                  | 1.7          | 13.2                   | 26.4                 | 25.7       | 31.2        | 16.2         | 0.5        | 165                  |
| 17B 781              | stuift niet                        | 3.8                  | 2.3          | 14.6                   | 26.4                 | 28.5       | 32.3        | 12.6         | 0.2        | 170                  |
| 23B 447              | stuift niet                        | 6.8                  | 1.6          | 13.5                   | 29.4                 | 24.6       | 32.8        | 11.9         | 1.3        | 172                  |
| 17B 779              | stuift niet                        | 4.0                  | 2.4          | 15.9                   | 26.7                 | 30.1       | 30.0        | 12.9         | 0.3        | 172                  |
| 24B 142              | stuift                             | 0                    | 2.2          | 14.2                   | 26.5                 | 31.0       | 30.4        | 11.6         | 0.5        | 176                  |
| 24B 143              | stuift                             | 0                    | 2.4          | 15.9                   | 29.4                 | 28.1       | 30.3        | 11.7         | 0.5        | 180                  |
| <i>Groep 2</i>       |                                    |                      |              |                        |                      |            |             |              |            |                      |
| 24B 147<br>(Do. 186) | stuift duidelijk                   | 0.2                  | 1.8          | 9.7                    | 21.2                 | 35.9       | 36.4        | 6.4          | 0.1        | 163                  |
| 24B 148<br>(Do. 188) | stuift                             | 1.1                  | 2.1          | 13.1                   | 20.8                 | 39.0       | 33.7        | 6.0          | 0.5        | 166                  |
| 17B 776              | neiging tot stui-<br>ven na rollen | 6.3                  | 1.9          | 13.3                   | 22.5                 | 33.6       | 35.9        | 7.7          | 0.3        | 165                  |
| 23B 049              | stuift soms                        | 0                    | 2.0          | 15.9                   | 30.2                 | 28.9       | 35.9        | 4.8          | 0.2        | 180                  |
| 23B 051              | stuift niet                        | 2.1                  | 2.2          | 18.0                   | 26.6                 | 33.1       | 35.4        | 4.8          | 0.1        | 172                  |
| 23B 441              | stuift niet                        | 0.2                  | 1.8          | 12.7                   | 25.6                 | 33.7       | 34.9        | 5.6          | 0.2        | 173                  |
| 23B 048              | stuift niet, iets<br>slempig       | 0                    | 2.1          | 12.8                   | 28.3                 | 27.4       | 37.3        | 6.7          | 0.3        | 176                  |
| 17B 780              | stuift niet                        | 6.1                  | 1.9          | 13.3                   | 28.4                 | 33.2       | 29.2        | 8.9          | 0.3        | 178                  |
| 17B 783              | stuift niet                        | 4.8                  | 2.5          | 12.6                   | 29.0                 | 38.7       | 25.5        | 6.6          | 0.2        | 179                  |
| 17B 777              | stuift niet                        | 8.7                  | 1.8          | 14.8                   | 33.1                 | 35.4       | 25.3        | 6.0          | 0.2        | 185                  |
| 24B 855              | stuift niet                        | 8.2                  | 1.7          | 14.4                   | 33.1                 | 35.9       | 23.0        | 7.7          | 0.3        | 187                  |
| 24B 140              | stuift niet, is<br>slempig         | sp.                  | 1.9          | 17.9                   | 35.7                 | 35.0       | 23.5        | 5.5          | 0.3        | 196                  |
| 24B 854              | stuift                             | 9.4                  | 1.8          | 20.3                   | 43.0                 | 34.0       | 18.4        | 4.0          | 0.6        | 211                  |

TABEL III.

| Anal.<br>no.                | Praktijk<br>beoordeling | Proc. op droge grond |              |                        | Op totaal zand = 100 |            |             |              |            | U van<br>het<br>zand |
|-----------------------------|-------------------------|----------------------|--------------|------------------------|----------------------|------------|-------------|--------------|------------|----------------------|
|                             |                         | CaCO <sub>3</sub>    | Org.<br>stof | Af-<br>slibb.<br>delen | 16—<br>50μ           | 50—<br>75μ | 75—<br>105μ | 105—<br>150μ | > 150<br>μ |                      |
| <i>Anna Paulowna-polder</i> |                         |                      |              |                        |                      |            |             |              |            |                      |
| B 2585                      | stuift niet             | 2.7                  | 2.2          | 10.0                   | 21.6                 | 21.7       | 31.4        | 24.9         | 0.4        | 154                  |
| B 2586                      |                         | 2.0                  | 2.7          | 12.5                   | 22.2                 | 21.2       | 29.0        | 27.2         | 0.4        | 156                  |
| B 2581                      |                         | 2.8                  | 2.6          | 12.5                   | 25.9                 | 19.1       | 25.7        | 27.1         | 2.2        | 160                  |
| B 2582                      | stuift                  | 3.0                  | 1.7          | 9.9                    | 18.4                 | 17.1       | 28.6        | 33.7         | 2.2        | 143                  |
| B 2584                      |                         | 1.5                  | 2.9          | 12.3                   | 18.5                 | 15.1       | 26.6        | 39.0         | 0.8        | 142                  |
| B 2583                      |                         | 1.5                  | 2.7          | 13.3                   | 18.7                 | 15.7       | 25.7        | 39.1         | 0.8        | 144                  |
| <i>Waard-polder</i>         |                         |                      |              |                        |                      |            |             |              |            |                      |
| 22B 978                     | stuift niet             | 4.0                  | 2.9          | 10.6                   | 29.6                 | 35.6       | 30.2        | 2.7          | 1.9        | 184                  |
| 22B 979                     |                         | 4.3                  | 3.3          | 15.2                   | 25.1                 | 33.8       | 33.7        | 6.0          | 1.4        | 171                  |

TABEL IV.

*Haarlemmermeerpolder.*

| Anal.<br>no. | Praktijk<br>beoordeling        | Proc. op<br>droge grond |           |                     | Op totaal zand = 100 |        |         |          |          |          |       | U van<br>het<br>zand |
|--------------|--------------------------------|-------------------------|-----------|---------------------|----------------------|--------|---------|----------|----------|----------|-------|----------------------|
|              |                                | CaCO <sub>3</sub>       | Org. stof | Afslibbare<br>delen | 16—50μ               | 50—75μ | 75—105μ | 105—150μ | 150—210μ | 210—300μ | >300μ |                      |
| 18B 381      | stuift niet                    | 1.3                     | 2.0       | 13.5                | 18.4                 | 11.3   | 17.8    | 32.5     | 14.9     | 3.4      | 1.7   | 132                  |
| 18B 384      | stuift niet, wel<br>slempen    | 0.4                     | 1.7       | 12.7                | 11.6                 | 12.0   | 25.0    | 41.0     | 8.8      | 1.2      | 0.3   | 120                  |
| 18B 383      | stuift wel iets                | 3.6                     | 1.0       | 10.6                | 12.9                 | 11.1   | 21.2    | 39.9     | 11.5     | 2.4      | 1.0   | 120                  |
| 18B 382      | stuift wel, doch<br>niet sterk | 7.2                     | 1.3       | 11.9                | 9.9                  | 7.6    | 14.8    | 39.2     | 20.3     | 5.3      | 2.9   | 105                  |
| 18B 375      | stuift bijna nooit             | 0                       | 1.6       | 10.1                | 8.9                  | 5.7    | 13.4    | 51.1     | 18.6     | 1.8      | 0.5   | 108                  |
| 18B 376      | stuift zeer ge-<br>makkelijk   | 0                       | 1.6       | 8.9                 | 6.2                  | 4.5    | 11.9    | 53.7     | 21.2     | 2.1      | 0.4   | 95                   |
| 18B 377      |                                | 2.3                     | 1.2       | 5.4                 | 3.7                  | 3.5    | 9.5     | 56.8     | 24.0     | 2.1      | 0.4   | 89                   |
| 18B 378      |                                | 7.0                     | 0.7       | 5.4                 | 3.4                  | 3.0    | 6.9     | 31.9     | 27.8     | 15.7     | 11.3  | 74                   |
| 18B 379      | stuift niet                    | 0                       | 4.2       | 7.2                 | 5.7                  | 2.2    | 1.7     | 10.8     | 36.3     | 27.0     | 16.3  | 67                   |
| 18B 380      | stuift sterk                   | 0                       | 2.4       | 4.8                 | 1.8                  | 1.5    | 1.6     | 10.3     | 33.4     | 28.0     | 23.4  | 55                   |