

BIBLIOTHEEK

Landbouwproefstation  
en Bodemkundig Instituut I. N. O.

SEPARAAT

No. 5890

Onderzoek naar de gesteldheid van den bodem  
in den Dollard met het oog op inpoldering

631,47; 631,423; 631,475; 631,616.  
DOOR (492.724)

ir. J. G. MASCHHAUPT.

38 (1529) 463-469

~~~~~  
(Met een plaat.)  
~~~~~

voor kaput

Gedrukt bij  
Firma F. J. BELINFANTE, voorh. A. D. SCHINKEL,  
's-Gravenhage.

E - 2238341

**Onderzoek naar de gesteldheid van den bodem in den  
Dollard met het oog op inpoldering**

DOOR

ir. J. G. MASCHHAUPT.

*(Met een plaat)*

---

In het voorjaar van 1921 richtten Gedeputeerde Staten der provincie Groningen het verzoek tot mij, een onderzoek te willen instellen naar de gesteldheid van den bodem in den Dollard, ten einde een antwoord te kunnen geven op de vraag, in hoeverre de grond in dezen zeeboezem na inpoldering geschikt is voor bouwland.

In den zomer van 1921 werden, met medewerking van den Provinciaalen Waterstaat, de noodige opmetingen en waarnemingen gedaan, en grondmonsters genomen voor nader onderzoek aan het Rijkslandbouwproefstation te Groningen.

Hetgeen hier volgt is een uittreksel uit het aan Gedeputeerde Staten uitgebracht rapport. Ik heb echter gemeend hier wat uitvoeriger te moeten zijn voor zoover 't betreft de bespreking van de dalingsverschijnselen in het Dollardgebied, waaromtrent in de latere jaren door mij gegevens zijn verzameld.

Achtereenvolgens zullen besproken worden:

I. de in den Dollard verrichte grondboringen, waarbij tevens een overzicht gegeven zal worden van de resultaten der in de Dollardpolders verrichte boringen;

II. de hoogteligging van kwelder, slikken en Dollardpolders;

III. de uitkomsten van het onderzoek der genomen grondmonsters.

**I. De in den Dollard verrichte grondboringen.**

Er werden 28 boringen gedaan, waarvan 4 op de kwelder. Bij 9 boringen gelukte het met het gebruikte handboorapparaat niet de door den Dollard afgezette slik- en zandlaag te doorboren en den voormaligen bodem te bereiken.

Bij 16 boringen werd *veen* aangetroffen en wel op diepten wisselende van 2.50 tot 7.20, gemiddeld 5.15 M. onder de oppervlakte, of, indien men de ligging aangeeft t. o. van N.A.P., wisselende van 3.11 — tot 7.24 — of gemiddeld 4.77 — N.A.P. De dikte der veenlaag schommelt tusschen enkele centimeters en ongeveer 2 M.

Het veen rust op *diluviaal zand*; het zand begint op een diepte, liggende tusschen 3.25 en 7.22, gemiddeld 6 M. onder de oppervlakte, of ten opzichte van N.A.P., tusschen 4.08 — en 7.26 —, gemiddeld 5.56 — N.A.P.

Het vermoeden, dat onder de jongste zeeafzetting nog *oude klei* zou aangetroffen worden, is alleen voor het Z.O.-deel van den Dollard ten Oosten van de Beerstermude en voor het gedeelte dicht bij den landpunt van Reide bevestigd geworden.

Van invloed op de cultuurwaarde van den grond is de aanwezigheid van dezen ouden kleigrond niet, daar hij eerst op een diepte van meer dan 3 M. begint; op één punt werd de oude klei reeds op 2.15 onder de oppervlakte aangetroffen.

Het is niet onmogelijk, dat zich ook buiten het gebied ten oosten van de Beerstermude nog oude kleigrond onder de jongste zeeafzetting bevindt; meer noordwaarts in den Dollard immers mag men resten verwachten van den ouden kleigrond, welke de Eems in oude tijden langs haar oevers heeft afgezet. Nu werd bij een 8-tal boringen, welke buiten het Z.O. deel van den Dollard tot op het diluviale zand konden worden voortgezet, wel geen oude klei aangetroffen, maar het is natuurlijk niet onmogelijk, dat deze oude kleibodem op vele plaatsen tot op het veen of zand is weggespoeld. En bij een 8-tal boringen, waarbij de jongste zeeafzetting niet doorboord werd, bleek verder, dat de oude klei, mag ze op die punten al aanwezig zijn, dieper zit dan 3 M. en derhalve geenerlei invloed zal hebben op de cultuurwaarde dezer gronden.

Vergelijken wij thans den bodem in den Dollard met dien in de Dollardpolders. Hiertoe zijn in fig. 1 (op de Plaat) de bodemprofielen geteekend van de vijf reeds door mij onderzochte Dollardpolders; de toestand in den Dollard is door twee profielen weergegeven, n.l. een voor het Z.O. deel en een voor het gebied daarbuiten. Deze profielen zijn geteekend aan de hand van de uitkomsten van 45 boringen in het Oud-Nieuwland, 34 in het Nieuwland, 21 in den Oostwolderpolder, 19 in den Reiderwolderpolder A, en 7 in den Reiderwolderpolder B. De bodemprofielen voor de Dollardslikken hebben betrekking op 5 boringen in den Zuid-Oosthoek en 8 boringen in het overige deel van den Dollard.

In de eerste plaats ziet men uit deze profielen, da de diluviale ondergrond met een zeer flauwe helling naar den Dollard toe afhelt; over een afstand van 10 K.M. bedraagt de daling ongeveer 2 M.

De gemiddelde dikte der veenlaag is in alle polders ongeveer 1 M.; zelden overschrijdt de veenlaag de dikte van 2 M. De laag klei en zand, door den Dollard afgezet, wordt dikker naarmate de polders jonger zijn: in den Reiderwolderpolder A is de gemiddelde dikte dezer laag 4.23, in het Oud-Nieuwland slechts 1.93 M.

Bij de Dollardafzetting kan men nog twee lagen onderscheiden, n.l. een laag ter dikte van 1.30—1.60 M. met een grijsbruine kleur en met afzettingen van bruin ijzeroxyde, en daaronder een door ijzersulfide blauw-zwart tot blauw-grijs gekleurde laag. De scherpe grens tusschen beide lagen volgt vrij nauwkeurig de oppervlakte van den bodem op een bepaalde diepte ( $\pm$  1.50); tot zoo ver dringt de lucht in den grond door of is de lucht eenmaal in den grond doorgedrongen.

Oude klei is alleen aangegeven in de profielteekening voor den Reiderwolderpolder B, omdat alleen in dezen polder overal oude klei aangetroffen wordt, evenals in het aangrenzende deel van den Dollard. Vermoedelijk heeft men hier te maken met rivierklei, daar deze klei doorgaans van boven tot beneden toe rijk is aan plantenresten, meestal rietwortels.

Ook in het Oud-Nieuwland treft men in de nabijheid van Nieuwolda oude klei in den ondergrond aan; in den Reiderwolderpolder A wordt deze kleisoort slechts in het meest westelijke gedeelte van den polder en aan den Aegypterdijk gevonden.

Een enkel woord over den bodem van het Dollardgebied vóór den inbraak van den Dollard moge hier een plaats vinden.

Dikwijls wordt de meening verkondigd, dat de voormalige bodem zeer laag gelegen en moerassig was. Dit kan maar ten deele waar zijn. Men kan toch bezwaarlijk aannemen, dat de vele welvarende dorpen, die in den Dollard zijn ondergegaan, in een moeras gebouwd waren, op den laagveengrond, die onder den Dollard gevonden wordt. Welvarende dorpen kan men zich, althans in dien tijd, hier slechts denken op betrekkelijk hoog liggenden kleigrond. En die kleigrond moet er ook geweest zijn, n.l. de kleioevers van de oude Eems en van de Ee en de Tjamme. Van dit kleigebied is ook sprake in oudere geschriften. Zoo spreekt, volgens ACKER STRATINGH en VENEMA (De Dollard pg. 27), EMMIUS over een kleistrook langs de Eems van „duizend schreden breedte”. Nu zal EMMIUS zich vermoedelijk ten aanzien van de breedte dezer kleistrook wel vergissen, en zal men zich dit kleigebied veel uitgestrekter moeten voorstellen; men vindt immers in het Z.O. deel van den Dollard, onder den Reiderwolderpolder B en onder den Reiderwolderpolder A bij den Aegypterdijk ook nu nog op eenige diepte oude klei. Waarschijnlijk moet men zich den vroegeren toestand zoo denken, dat het kleigebied van Wol-

dendorp—Termunten zich door den tegenwoordigen Dollard heen voortzette tot Oost-Friesland toe, en dat zich ook klei bevond langs de Ee en de Tjamme. De dorpenreeks van het Klei-Oldambt zette zich op dit kleigebied voort; deze dorpen zijn door den Dollard verzwolgen.

Het overige deel van het westelijke Dollardgebied — voor het oostelijk deel beschikken we nog niet over gegevens — was, blijkens de door mij verrichte boringen, te beginnen met den Reiderwolderpolder een moerassige veenstreek, langzaam stijgende naar het dilivium toe.

Deze voorstelling klopt ook met het feit, dat alle verdronken dorpen buiten den tegenwoordigen Reiderwolderpolder gelegen waren, terwijl voor den westelijken Dollardboezem geen enkel dorp staat opgegeven, behalve aan den rand van den hoogen diluvialen zandgrond; deze laatste dorpen zijn na den inbraak, waarbij de Dollard zijn grootste uitgebreidheid verkreeg, hooger op den diluvialen grond herbouwd (Noordbroek, Zuidbroek, enz.).

Bovenbedoeld verschil in bodemgesteldheid vond zijn uitdrukking in de benamingen Klei-Oldambt en Wold-Oldambt.

## II. De hoogteligging van slikken, kwelder en polders.

De hoogteligging der slikken werd bepaald door peiling ongeveer ten tijde van H. W. met gelijktijdige peilschaalaflezing te Nieuwe Statenzijl, aan de Reiderlanderbuitensluis en te Fimel.

De buitenberm van den zeedijk ligt ongeveer op 1.80 + N.A.P.; van hieraf daalt de bodem langs de raaien III tot en met IX (zie fig. 2 Plaat) over de eerste 5 K.M. vrij geleidelijk 1.80 tot 2.60 M. of gemiddeld 0.44 M. per K.M.

Op de kwelder werd gewaterpast langs vier lijnen recht-hoekig staande op den dijk ter plaatse waar de raaien III tot en met VI den dijk snijden (de lijnen IIIa—VIa). 100 M. uit de buitenbermsloot is de hoogteligging  $\pm 1.70 +$  N.A.P.; daar de „zulte” (1) op 1.40 + groeit, is de helling der kwelder tot aan de zultestrook slechts gering, gemiddeld 32 c.M. per K.M.

Vanaf de zultestrook (ligging 1.40 + N.A.P.) tot aan het onbegroeide slik daalt de kwelder over korten afstand vrij snel. Daar waar voor de kwelder nog veelvuldig „hane-poot” (2) groeit, d. i. dus ongeveer de lijn van „volzee”, werd

(1) Aster Tripolium = zeeaster.

(2) Salicornia herbacea = krabbestruik, zeekraal.

een hoogteligging gevonden, varieerende van 1.01 tot 1.08 + N.A.P. of gemiddeld 1.05 + N.A.P.

Voor de hoogteligging van het midden der kwelder werd gevonden 1.65 + N.A.P.

Het is nu interessant de hoogteligging van de tegenwoordige kwelder te vergelijken met die der Dollardpolders van verschillenden ouderdom. We zijn daartoe instaat omdat meerdere dezer polders in de latere jaren door mij gewaterpast zijn. De uitkomsten dezer waterpassing vindt men aangegeven in fig. 1. Als hoogteligging van het maaiveld in iederen polder is aangenomen de gemiddelde hoogteligging voor een lijn door 't midden van dien polder. Verder zijn op deze teekening lijnen getrokken, die de hoogte aangeven van de tegenwoordige kwelder (1.65 +), van „volzee" (1.05 +) en van laagwater (1.65 —).

Uit de teekening ziet men met één oogopslag, dat de oppervlakte van alle polders onder de tegenwoordige gemiddelde kwelderhoogte ligt, en wel des te meer naarmate de polders ouder zijn; de polders stijgen dus trapsgewijze naar zee toe. De Reiderwolderpolder B ligt slechts 9 c.M. onder de kwelder.

Bestaat er verband tusschen hoogteligging en ouderdom? Ja, blijkbaar wel; want indien men, zooals in tabel 1, het verschil in hoogteligging tusschen twee polders deelt door het verschil in ouderdom, dan vindt men per jaar een verschil in hoogteligging van ongeveer 6 m.M. Het schijnt dus dat de bodem in de polders per jaar ongeveer 6 m.M. daalt.

Voor deze schijnbare daling zouden meerdere oorzaken genoemd kunnen worden, n.l.:

- 1<sup>o</sup>. er kan sprake zijn van werkelijke bodemdaling;
- 2<sup>o</sup>. de zeespiegel zou jaarlijks 6 m.M. gerezen kunnen zijn;
- 3<sup>o</sup>. de kleibodem kan „inklinken" en het onderliggende veen meer en meer samengeperst worden; ook zou 't kunnen zijn, dat door bebouwing en uitspoeling de bodem zooveel stoffen verliest, dat het volume voortdurend belangrijk afneemt.

Een algemeene rijzing van den zeespiegel met 6 m.M. per jaar zou overal aan de kust merkbaar moeten zijn en hiervan heeft men nog niets bespeurd. Eenige rijzing is echter niet buitengesloten. Een steeds hooger oploopen van de vloed uitsluitend in den Dollard zou niet onmogelijk zijn, indien door de inpolderingen de vorm van den Dollard zich sterk gewijzigd had. Moge dit voor de eerste inpolderingen in den westelijken boezem al 't geval zijn geweest, voor de inpolderingen vanaf 1665 is dit echter niet zoo. Elke inpoldering zou dan een vloedverhooging van ongeveer 30 c.M. veroorzaakt moeten hebben.

TABEL I.

	Jaar van inpoldering.	Vershil in ouderdom.	Vershil in hoogteligging.	Daling per jaar. m.M.
Oud-Nieuwland . . .	1665	36	240	6.7
Nieuwland . . . . .	1701			
Nieuwland . . . . .	1701	68	420	6.2
Oostwolderpolder . . .	1769			
Oostwolderpolder . . .	1769	93	576	6.1
Reiderwolderpolder A	1862			

En nu de „inklinking”. Dit is een proces, dat zich in de eerste jaren na de inpoldering afspeelt, als de sponsachtige kwelder door drooglegging en bewerking een dichter structuur krijgt. Maar als men, zooals in tabel 1, de hoogteligging vergelijkt van twee polders die 100 en meer jaren oud zijn, dan kan men de inklinking gerust buiten beschouwing laten; deze is bij beide polders reeds sedert lang tot staan gekomen. Het hoogteverschil tusschen deze polders kan niet op rekening gesteld worden van een verdere inklinking van den oudsten polder.

Ook de samenpersing van het veen, dat trouwens steeds onder water zit, gaat maar niet steeds door en bovendien, dit veen heeft al vóór de inpoldering tientallen jaren den druk van den bovenliggenden kweldergrond ondervonden.

Door uitspoeling en door wegvoering met de oogsten verliest de kleigrond circa 3000 K.G. vaste stoffen per jaar per H.A. Per eeuw maakt dit 150 M<sup>3</sup>. per H.A., hetgeen een daling zou beteekenen van 15 m.M. per eeuw, terwijl de Dollardpolders ongeveer 600 m.M. per eeuw dalen.

Er blijft dus naar mijn meening niets anders over dan aan te nemen, dat het Dollardgebied sinds eeuwen in dalende beweging is, een daling die ook nu nog doorgaat met een snelheid van ongeveer 6 m.M. per jaar.

Zooals ik reeds opmerkte speelt het inklinkingsproces zich in de eerste jaren na de inpoldering van de kwelder af; hoelang deze inklinking voortduurt is nooit nagegaan (3), maar

(3) Ir. A. G. VERHOEVEN, ingenieur der rijksdomeinen in Zeeland, is zoo welwillend geweest in 1922 op mijn verzoek, direct na de bedijking in het voormalige Kreekrak, een lijn te doen waterpassen, teneinde hier het inklinkingsproces te kunnen vervolgen.

Ook bij de op handen zijnde bedijking van den Thomas van Seerattpolder in Groningen bestaat gelegenheid om ons gegevens omtrent de inklinking te verschaffen.

In het rapport betreffende de inpoldering van den Dollard in 1847 door DUSSELDORP en ROELOFS uitgebracht (zie blz. 469) wordt

ik stel me voor, dat ze na 20—30 jaar wel op zal houden. Het bedrag der inklinking meen ik voor de Dollardpolders op 30—40 c.M. te moeten stellen. Nemen we voor de „inklinking” 35 c.M., dan kunnen we ook de bodemdaling berekenen uit het hoogteverschil tusschen polder en nog niet ingeklonken kwelder. Trekken we n.l. van het gevonden hoogteverschil 35 c.M. af, dan vinden wij het hoogteverschil, dat een gevolg is van de bodemdaling sedert de inpoldering. Deze berekening is voor de in de laatste jaren gewaterpaste polders uitgevoerd in tabel II. Men vindt op deze wijze met de ons tot nu toe ten dienste staande gegevens voor de jaarlijksche bodemdaling 4 cijfers, die merkwaardig goed overeenstemmen, zoodat het schijnt, dat de bodemdaling in het Dollardgebied zich van 1665 tot heden met onverminderde snelheid heeft voortgezet.

In 1850 is reeds door G. A. VENEMA de hoogteligging der Dollardpolders bepaald (4). Hij leidde uit zijn gegevens een gemiddelde daling per jaar van 8 m.M. af, een cijfer dat

TABEL II.

	Jaar van inpoldering.	Ligt lager dan de kwelder in 1921.	Verminderd met 35 c.M. voor «klink»	Ouderdom in 1921.	Daling per jaar m.M.
Oud-Nieuwland . . .	1665	1.93	1.58	256	6.2
Nieuwland . . . . .	1701	1.69	1.34	220	6.1
Oostwolderpolder . . .	1769	1.27	0.92	152	6.1
Reiderwolderpolder A.	1862	0.70	0.35	59	6.0

te hoog is, daar hij geen rekening hield met de inklinking. Vergelijkt men verder de hoogteligging van Oud-Nieuwland, Nieuwland en Oostwolderpolder in 1850 met die, welke in de latere jaren door mij voor deze polders gevonden werd, dan

ook de «bezakking» behandeld. Om de grootte der bezakking of inklinking te leeren kennen, werd door DUSSELDORP en ROELOFS een onderzoek ingesteld in den Finsterwolderpolder, alwaar in de sluis de middelbare hoogte van het maaiveld, zooals die ten tijde der indijking langs den dijk van 1819 was geweest, stond aangegeven. De inklinking bleek hier 3 tot 4 palm te hebben bedragen, hetzelfde bedrag dus dat ik meen te moeten aannemen.

(4) G. A. VENEMA: Over het dalen van de noordelijke kuststreken van ons land, 1854. Zie ook: STARING, «De Bodem v. Nederl. I, pg. 277.



blijkt, dat genoemde polders sedert 1850 resp. met 5, 2 en 6 m.M. per jaar gedaald zijn. Het cijfer voor het Nieuwland wijkt veel af van de beide andere cijfers en van het boven gevonden bedrag van 6 m.M., maar vermoedelijk is door VENEMA de hoogteligging van het Nieuwland in 1850 te laag opgegeven.

Bij de bovenstaande berekeningen is uitgegaan van de veronderstelling, dat de oorspronkelijke kwelderhoogte bij alle polders dezelfde is geweest. Deze veronderstelling is niet al te gewaagd, omdat men gerust mag aannemen, dat steeds vrijwel uitsluitend begroeide kwelder is ingepolderd geworden. Daar bovendien deze kwelders bij inpoldering niet zoo heel veel in ouderdom verschilden — de westelijk Dollardpolders werden ongeveer met gelijke tusschenpoozen ingedijkt — terwijl de hoogte van de kwelder, behalve van de vloedhoogte, ten nauwste samenhangt met 't aantal der vloeden, die de kwelder overstroonden, dus met den ouderdom, moeten deze kwelders ongeveer dezelfde hoogte gehad hebben.

Op grond van hetgeen boven werd medegedeeld en van de verdere door mij verzamelde gegevens omtrent de bodemgesteldheid in den Dollard, heeft zich bij mij de overtuiging gevestigd, *dat het Dollardgebied beschouwd moet worden als een gebied met locale bodemdaling waarvan de snelheid ongeveer 6 m.M. per jaar bedraagt.*

Neemt men dit aan, dan kan men, aan de hand van de in de latere jaren verzamelde boorgegevens, den bodemtoestand op elk willekeurig tijdstip in vroegere eeuwen reconstrueeren, hetgeen voor de geschiedenis van het ontstaan van den Dollard van groot nut kan zijn, b.v. bij de beantwoording van de vraag omtrent het tijdstip, waarop de vorming en uitbreiding van den Dollard plaats had.

Ten slotte wil ik nog even de aandacht vestigen op de abnormaal hooge ligging van den Reiderwolderpolder B (fig. 1). Het midden van dezen polder ligt gemiddeld op 1.56 + N.A.P., dus slechts 9 c.M. beneden het midden der tegenwoordige kwelder. In de oostelijke helft van den polder stijgt de oppervlakte zelfs boven kwelderhoogte. Bij de inpoldering moet de oppervlakte nog hooger hebben gelegen (n.l. 35 c.M. voor inklinking en 29 c.M. voor bodemdaling) en wel  $\pm 2.20 + \text{N.A.P.}$  of 55 c.M. boven de tegenwoordige kwelder. Hoe is dit mogelijk?

Hiervoor zijn naar mijn meening twee oorzaken te noemen. In de eerste plaats was de kwelder bij inpoldering van den Reiderwolderpolder B in 1874 veel ouder dan bij een der vroegere bedijkingen. Deze kwelder was gevormd sedert de inpoldering van den Stadspolder in 1740 en was dus 134 jaar oud, terwijl de vroeger bedijkte kwelderlanden in doorsnee

slechts 50 jaar oud waren; deze kwelder is dus door een twee- tot driemaal grooter aantal vloed en opgehoogd geworden. Dat zich hier direct na inpoldering van den Stadspolder kwelder vormde, blijkt uit een kaart van 1796 (5); volgens deze kaart strekte de begroeide kwelder zich in dat jaar reeds over de helft van den tegenwoordigen Reiderwolderpolder B uit.

De tweede oorzaak voor de hoogere ligging van den Reiderwolderpolder B is het wat hooger oploopen der stormvloed en in den Zuid-Oosthoek van den Dollard.

### III. De uitkomsten van het onderzoek der in den Dollard genomen grondmonsters.

Voor de beoordeeling van de kwaliteit der genomen grondmonsters als bouwgrond heb ik gemeend mij te mogen en ook te moeten beperken tot de bepaling van het „zand”-gehalte, waaronder dan te verstaan is: het gehalte aan deeltjes met een grootere middellijn dan 20 micron = 0.02 m.M., en wel op grond van de volgende overwegingen.

De Dollardpolders, de Wadpolders, de oudere zavelgronden in de provincie Groningen, alsmede de huidige aanwassen en slikken, zijn alle uit hetzelfde door de zee aangevoerde materiaal, in hoofdzaak klei en zand, opgebouwd. Van den aanvang af vertoonden deze gronden slechts onderlinge verschillen ten opzichte van de verhouding, waarin zand en klei naast elkaar voorkwamen, terwijl bovendien het zand verschillend van korrelgrootte kon zijn.

De afslibbare deelen, kleiner dan 0.020 m.M., die we kortheidshalve ter onderscheiding van het zand „klei” genoemd hebben, bestaan uit zeer fijne onverweerde mineraalfragmenten en bovendien uit eigenlijke kleideeltjes, die kort uitgedrukt, zij het dan ook niet in alle deelen juist, dragers zijn van de „vruchtbaarheid” van den grond. In geen geval mag uit deze formulering afgeleid worden, dat steeds de grond vruchtbaarder is naarmate het gehalte aan „kleideeltjes” grooter is. Maar wel zijn de kleideeltjes van zoo'n groote beteekenis als voedselreservoir voor de planten en beheerschen zij dermate die eigenschappen van den bouwgrond, welke voor het plantenleven van gewicht zijn, dat het gehalte aan deze deeltjes, of hetgeen op hetzelfde neerkomt, het gehalte aan „zand” met recht als grondslag voor een indeeling der gronden naar de cultuurwaarde gebruikt kan worden, althans bij gronden, die uit hetzelfde materiaal en op dezelfde wijze gevormd zijn.

---

(5) Zie ACKER STRATINGH en VENEMA: de Dollard; bijl. kaart II.

Naast het gehalte aan zand is ook de korrelgrootte van het zand van beteekenis voor de structuur en dus voor de vruchtbaarheid van den grond (kluithoudendheid, doorlatendheid).

Zandgehalte en korrelgrootte van het zand bepalen dus in groote trekken het karakter van al deze gronden als bouwgrond. Natuurlijk zijn dit niet de eenige factoren, die de cultuurwaarde beheerschen. Verschil in ouderdom b.v. beteekent verschil in geaardheid; verder zijn de aard van den ondergrond, de ligging ten opzichte van het grondwater, alsook de wijze waarop de grond vroeger bebouwd, bewerkt en bemest is, van grooten invloed. Maar voor het beoogde doel zijn naar mijn meening de Dollardgronden door het zandgehalte voldoende getypeerd.

#### De op de kwelder genomen grondmonsters.

De monsters werden genomen in een viertal lijnen rechthoekig op de richting van den dijk. Metende vanaf het midden der buitenbermsloot werden telkens om de 100 meter monsters genomen.

Uit het onderzoek der monsters is gebleken, dat op een strook langs den dijk, ter breedte van een paar honderd meter, de bodem duidelijk zwaarder, d. i. zandarmer, is. Daarna stijgt het zandgehalte vrij snel meerdere procenten om vervolgens nog iets te stijgen, naarmate men zich verder van den dijk verwijderd. Hetzelfde neemt men in de polders waar: de grond wordt lichter (rijker aan zand) naarmate men den jongsten dijk nadert.

Houdt men alleen rekening met de begroeide kwelder tot aan de zultestrook, dan vindt men voor het gemiddelde zandgehalte van de bovenlaag van 20 c.M. dikte 25.6 pCt. en voor de tweede laag van gelijke dikte 21.1 pCt.

Het zandgehalte der kwelder voor den Reiderwolderpolder is wel iets, doch niet veel hooger dan dat der polders; we vonden n.l. voor het gemiddelde zandgehalte van den bovengrond (0.20 c.M.):

in het Oud-Nieuwland . . . . .	23 pCt.
„ „ Nieuwland . . . . .	19 „
„ de Oostwolderpolder . . . . .	20 „

Voor Finsterwolderpolder en Reiderwolderpolder beschikken wij nog niet over voldoende gegevens, maar de reeds gevonden cijfers verschillen weinig van de bovengenoemde.

Zou men thans de kwelder inpolderen, dan zou zich opnieuw kwelder vormen met een weer iets, doch niet veel hooger zandgehalte, uitgezonderd misschien het meest westelijke gedeelte, waar zich, gezien de grondgesteldheid in den Johannes Kerkhovenpolder, waarschijnlijk zavelgrond zou afzetten. Bij

verdere inpolderingen zou de kwelder steeds zandiger worden en eindelijk zou in den Dollard de toestand gelijk worden aan die in de Wadpolders.

De op de slikken genomen monsters.

De monsters werden genomen in de raaien op afstanden van 1 K.M. Daar 't geheele gebied doorkruist werd kreeg men ook een indruk van den aard van den bodem tusschen de monsterplaatsen, waarbij de overtuiging verkregen werd, dat de op onderlinge afstanden van 1 K.M. genomen monsters een juist beeld geven van het geheele terrein. Wel komen er op korten afstand soms vrij belangrijke verschillen voor, b.v. in de nabijheid van de rieten en geulen, maar deze plekken met van de omgeving afwijkende bodemgesteldheid zijn slechts van geringe uitgestrektheid.

De meer kleihoudende gronden, die voor cultiveering in aanmerking komen, vindt men grootendeels daar, waar de oppervlakte boven N.A.P. ligt; beneden 0.5 — N.A.P. vindt men, op een enkele uitzondering na, slechts zandgrond.

Gronden met een betrekkelijk hooge ligging (— 0.5 tot + 0.5) en die toch overwegend uit zand bestaan, zijn ook niet zeldzaam; men vindt ze hoofdzakelijk in het westelijk deel van den Dollard (Reiderplaat), daar waar de sterke stroom, welke om den landpunt van Reide komt, veel zand aanvoert.

Tabel III doet zien, welke cijfers voor het zandgehalte van de bovenlaag (0—20 cM.) werden gevonden en doet tevens het verband tusschen zandgehalte en hoogteligging kennen.

TABEL III.

Hoogteligging.	Gemiddeld zandgehalte pCt.	
Meer dan 1.0 + N.A.P.	29	Gemiddelde voor 6 gevallen.
Van + 1.0 tot + 0.5 .	53	» » 8 »
» + 0.5 » 0 . .	64	» » 11 »
» 0 » — 0.5 .	80	» » 18 »
» — 0.5 » — 1.0 .	76	» » 14 »
Meer dan 1.0 M. — N.A.P.	89	» » 9 »

Toen in de slikmonsters het zandgehalte bepaald was, moest de vraag beantwoord worden: hoe kan men nu aan de hand van deze cijfers komen tot een classificatie der slikgronden? Wat zeggen deze cijfers ons omtrent de vermoedelijke cultuurwaarde dezer gronden na inpoldering? Vooral ging 't hierbij om de zandrijke gronden; van de kwelder en de vette slik

vóór de kwelder weet men wel, dat 't uitstekende bouwgrond is. De vraag diende beantwoord te worden: hoe hoog mag het zandgehalte stijgen, wil men toch nog bij inpoldering grond van voldoende cultuurwaarde verkrijgen; waar moet de grens getrokken worden, waarbuiten de gronden geen bedijgingskosten meer kunnen dragen?

We hebben daartoe een veertigtal monsters genomen van voor 't meerendeel lichtere zavelgronden in de provincie Groningen, van gronden dus, die reeds in cultuur zijn en waarvan men de cultuurwaarde kent. Met deze veertig monsters werden de Dollardmonsters vergeleken.

Het zandgehalte dezer zavelgronden bewoog zich tusschen 60 en 88 pCt.

Een 8-tal der monsters bevatte meer dan 80 pCt. zand in de bouwvoor. In de eerste plaats behooren hiertoe een tweetal monsters afkomstig van zeer zandige perceelen in den Johannes Kerkhovenspolder. In droge tijden stuift deze grond sterk, in luchtdrogen toestand houdt de grond geen kluit meer, doch is los zand; bij groote droogte en hitte „verbranden” de gewassen er. Kortom, het zijn gronden van geringe waarde.

De overige monsters met meer dan 80 pCt. zand in de bouwvoor zijn ook alle afkomstig van in droge tijden sterk stuivende zavelgronden, dus van de allerlichtste zavelgronden, die in de provincie Groningen te vinden zijn. Twee dezer monsters zijn afkomstig van ouden zavelgrond, n.l. van het z.g.n. Binnendijksterland te Uithuizermeeden, gelegen binnen den Oudendijksterweg.

Deze gronden waren vroeger, toen men voor de bemesting op stalmest aangewezen was, beslist minderwaardig. Thans, nu men over kunstmest beschikt, kan men er bijna hetzelfde bereiken als op de zwaardere zavelgronden, echter ten koste van meer kunstmest. Dit laatste maakt dat de koopwaarde dezer stuivende zavelgronden ongeveer 20 pCt. lager gesteld moet worden.

De overige vier monsters van stuivende zavelgronden zijn afkomstig uit jonge polders, n.l. uit den Oostpolder (1840) en uit den Nieuwen Ruigezandsterpolder (1877). De waarde van het betreffende perceel stuivende zavelgrond, gelegen aan den zeedijk van den Oostpolder, met 85 pCt. zand moet, op grond van de groote hoeveelheden kustmest, die jaarlijks aangewend moeten worden, en wegens het z.g.n. verbranden der gewassen bij groote droogte en hitte, f 700—800 minder bedragen dan die van goede perceelen in dezen polder.

De monsters stuivende zavelgrond uit den Nieuwen Ruigezandsterpolder bevatten 80—90 pCt. zand; de waarde dezer gronden is gering; dergelijke gronden kunnen op zichzelf niet voor inpoldering in aanmerking komen.

Zijn deze gronden met meer dan 80 pCt. zand reeds als minderwaardig te beschouwen, gronden met meer dan 90 pCt.

zand kan men gevoegelijk als waardeloos aanmerken, zij zijn althans de kosten van inpoldering niet waard.

De vraag was nu: hoe de monsters met een zandgehalte beneden 90 pCt. in te deelen naar de vermoedelijke cultuurwaarde?

Als basis heb ik hierbij aangenomen den grond in den Lauwerpolder en de lichtere gronden in den Oostpolder. Deze gronden behooren tot de lichtere zavelgronden, maar het is nog goede bouwgrond, waarop men met voldoende kunstmest even goede vruchten kan verbouwen als op de zwaardere zavelgronden.

Ik heb nu aangenomen, dat het zandgehalte van gronden van het type Lauwerpolder zich beweegt tusschen 65 en 75 pCt. De gronden met een zandgehalte van 75—90 pCt. zijn dan minderwaardige, stuivende zavelgronden, terwijl grond met meer dan 90 pCt. zand als waardeloos te beschouwen is.

De monsters met een geringer zandgehalte dan de grond van het type Lauwerpolder zijn gesplitst in twee groepen, n.l. in monsters met 40—65 pCt. zand, vertegenwoordigende de zware tot lichte, in ieder geval waardevolle zavelgronden, en in die met minder dan 40 pCt. zand, waartoe alleen die van de kwelder behooren.

We komen dus tot de volgende indeeling.

Groep.	Zandgehalte pCt.	Aard van den grond.
A	Minder dan 40	Kleigrond (kwelder).
B	40—65	Zware tot lichte zavelgrond.
C	65—75	Lichte zavelgrond.
D	75—90	Zeer lichte minderwaard. zavelgrond
E	Meer dan 90	Zandgrond.

Bij de indeeling der Dollardmonsters in een der vijf groepen is nu niet slechts rekening gehouden met het zandgehalte aan de oppervlakte, maar ook met den samenhang van de kluiten in luchtdrogen toestand, met de grofheid van het „zand” (deeltjes grooter dan 20 micron) en met den aard van de onderliggende grondlaag.

Op de kaart (fig. 2 op de Plaat) is door verschillende teekens aangegeven in welke groep de grond op iedere monsterplaats thuis behoort. Men ziet daaruit, dat de gronden uit de groepen A, B en C een aaneengesloten gebied vormen. De gronden, behorende in de groepen D en E, liggen, afgezien van een enkel plekje van geringen omvang, geheel daarbuiten. Het is dus mogelijk een lijn te trekken, die de gronden, welke als cultuur-

grond waarde hebben (A, B en C), scheidt van de gronden, welke voor de cultuur waardeloos zijn of althans van te geringe of te twijfelachtige waarde om ze met veel kosten in te polderen. Op de kaart is deze lijn getrokken (AA<sup>1</sup>). Tusschen deze lijn en de kwelder is verder nog een tweede lijn (BB<sup>1</sup>) getrokken, die de gronden van groep B en C scheidt.

Bepaalt men nu de oppervlakte van de door deze lijnen begrensde deelen van den Dollard, dan komt men tot de conclusie, dat in den Dollard op Nederlandsch gebied voor inpoldering in aanmerking komt:

1°. aan begroeide kwelder	(A) ongeveer	705	H.A.
2°. » zwaren tot lichten zavelgrond	(B) »	1960 (6)	»
3°. » lichten zavelgrond	(C) »	1370 (7)	»

Samen . . . . . 4035 H.A.

*Grofheid van het zand.* Bij 20 der meer zandige monsters uit den Dollard, gerangschikt in de groepen B, C en D, en bij 24 der monsters, welke ter vergelijking dienden, werd een nader onderzoek ingesteld naar de grofheid van het zand. Bij deze monsters werd daartoe door afslibben bepaald het gehalte aan deeltjes met een diameter van 20—50, van 50—100 micron en met een diameter grooter dan 100 micron. Verge-

TABEL IV.

	«Zand»(Deeltjes grooter dan 20 micr.)			
	Grooter dan 100 micr. pCt.	50—100 micr. pCt.	20—50 micr. pCt.	Totaal. pCt.
<i>Dollardmonsters.</i>				
Gemiddelden voor 20 monsters uit groep B, C en D	29.4	38.0	7.5	75.0
Gemiddelden voor 2 monsters uit B en 8 uit C.	19.0	40.7	9.3	69.1
<i>Zavelgronden in Groningen.</i>				
Gemiddelden voor 24 monsters	17.4	45.3	14.4	77.1
Idem met uitschakeling der 7 stuwende gronden.	14.6	43.0	16.5	74.1
Gemiddelden voor 5 stuwende jonge zavelgronden	33.9	46.7	4.7	85.4
Gemiddelden voor 2 stuwende oude zavelgronden	11.5	61.0	14.0	86.5

(6) Na aftrek van  $\pm$  8 H.A. beneden de laagwaterlijn.

(7) » » »  $\pm$  100 » » » »

lijkt men de verkregen cijfers met elkander, dan blijkt dat, hoewel men te maken heeft met gronden, die in doorsnee ongeveer hetzelfde gehalte aan deeltjes groter dan 20 micron bezitten, de Dollardmonsters over 't algemeen rijker zijn aan deeltjes groter dan 100 micron en armer aan deeltjes van 20—50 micron dan de zavelgronden, die ter vergelijking dienst deden. Dit treedt ook duidelijk naar voren als men voor de Dollardmonsters en voor de zavelgronden de gemiddelde cijfers berekent (tabel IV).

Uit deze cijfers blijkt, dat de lichtere Dollardgronden over 't algemeen iets grofzandiger zijn dan de overeenkomstige zavelgronden in de provincie Groningen. In hoeverre dit invloed zal hebben op het karakter dezer gronden als bouwgrond, is moeilijk met zekerheid te zeggen, maar ik ben geneigd aan te nemen, dat een lager gehalte aan deeltjes van 20—50 micron en daartegenover een hoger gehalte aan deeltjes groter dan 100 micron, zooals dit bij de lichtere Dollardmonsters het geval schijnt te zijn, met 't oog op de kluthoudendheid van den grond geen voordeel is.

De stuivende zavelgronden uit de jonge polders kenmerken zich door een zeer laag gehalte aan deeltjes van 20—50 micron en een zeer hoog gehalte aan deeltjes groter dan 100 micron. De stuivende oude zavelgronden zijn gekenmerkt door een hoog gehalte aan deeltjes van 50—100 micron.

#### Hoogteligging der voor inpoldering in aanmerking komende gronden.

Het verschil tusschen H.W. en L.W. bedraagt in den Dollard 2.70 M.; gemiddeld ebt het water dus tot 1.65 — N.A.P. af. Nu loopt lijn AA<sup>1</sup>, welke de uiterste grens der bruikbare gronden aangeeft, over punten, die 0.50—0.70 — N.A.P. liggen. Ook binnen de genoemde grenslijn zijn enkele punten met vrij lage ligging (0.50—0.90 —) te vinden; deze punten liggen echter alle dicht bij geulen. Ziet men van de laatstgenoemde punten af dan mag men zeggen, dat het laagste gedeelte van het aangegeven gebied, en wel dat langs de lijn AA<sup>1</sup>, ongeveer op 0.50 — N.A.P. ligt. Neemt men nu verder aan, dat de inklinking van dezen zeer zandigen bodem niet meer dan 0.15 M. zal bedragen, dan komt dit terrein na drooglegging dus op 0.65 — N.A.P. te liggen, d. i. 1 M. boven de gemiddelde eb en dus nauwelijks hoog genoeg of niet hoog genoeg voor natuurlijke afstroming.

Houdt men bovendien nog rekening met een bodemdaling van 0.5 c.M. per jaar, dan moet men tot de slotsom komen, dat bemaling noodzakelijk zal zijn.

In hoeverre bestaat er bezwaar tegen inpoldering van „rauwe” of „onrijpe” slikken?

Deze vraag is ook in het midden der vorige eeuw aan de orde geweest, toen het denkbeeld geopperd werd een groot



deel van den Dollard droog te leggen. G. DUSSELDORP en R. J. ROLLOFS, die in 1847 een uitvoerig rapport omtrent een plan tot inpoldering van 4000 H.A. Dollardgrond uitbrachten aan een door den Raad der gemeente Groningen benoemde commissie, staan in hun rapport uitvoerig bij deze vraag stil. Zij vatten hun meening in den volgenden slotzin samen: „Dat ruwe slib, gelijk men wel eens beweert, voor een inpoldering onrijp is, zijn denkbeelden, welke van allen grond zijn ontbloot”.

Ook prof. VAN HALL kwam in denzelfden tijd tegen deze in deze provincie veel geuite meening op, en toonde de cultuurwaarde van rauw slik na drooglegging proefondervindelijk aan, door in den landbouwkundigen tuin te Haren verschillende gewassen op rauw Dollardslib te verbouwen. En in zijn pleidooi voor de inpoldering van den Dollard (1849) acht G. A. VENEMA het onjuist te spreken van „rijpe” en „onrijpe” slikken; het is een vooroordeel, volgens hem, te meenen dat onbegroeide slijkgrond na binnendijking minder vruchtbaar zou zijn dan kweldergrond.

Er bestaat overigens wel eenige grond om te veronderstellen dat de rauwe, vooral de meer zandige slikken na inpoldering zich in sommige opzichten minder gunstig van reeds begroeide kweldergronden zullen onderscheiden, het zandgehalte natuurlijk gelijk verondersteld, n.l. ten aanzien van de structuur. Ik heb daarom getracht inlichtingen te krijgen omtrent de ervaringen, welke men in dit opzicht in de latere tijden heeft opgedaan.

In de provincie Groningen zijn in de vorige eeuw, afgezien van kleinere stukken in den Finsterwolderpolder, slechts in den Nieuwen Ruigezandsterpolder en in den Johannes Kerkhovenpolder, beide in 1877 ingedijkt, onbegroeide slikken van eenigen omvang binnen gedijkt geworden. En voor zoover ik daaromtrent inlichtingen kon verkrijgen, nam men in deze polders nimmer iets waar, wat op minder goede structuur, b.v. slempigheid, van den vroeger onbegroeiden slijkgrond wees.

In Noord-Holland hebben we voorbeelden van inpoldering van gronden, die blijvend of bij iederen vloed onder water stonden in de IJ-polders ( $\pm$  1870), de Waard en Groet (1844) en den Anna-Paulownapolder (1847); noch op de zware, noch op de zeer lichte gronden zijn nadeelige verschijnselen opgetreden, die aan het onbegroeid zijn vóór de inpoldering toegeschreven moeten worden. Ook in Zeeland heeft men herhaaldelijk onbegroeide of nauwelijks begroeide slikken met succes ingedijkt.

De ondervinding heeft dus geleerd, dat tegen het inpolderen van rauwe slikken geenerlei bezwaar bestaat, mits voor een uitstekende afwatering gezorgd wordt. Bij de bewerking van den jongen poldergrond dient men echter rekening te houden met een zekere neiging tot dichtslempen.

*Groningen.*

BODEMPROFIELEN IN HET DOLLARDEGEBIED

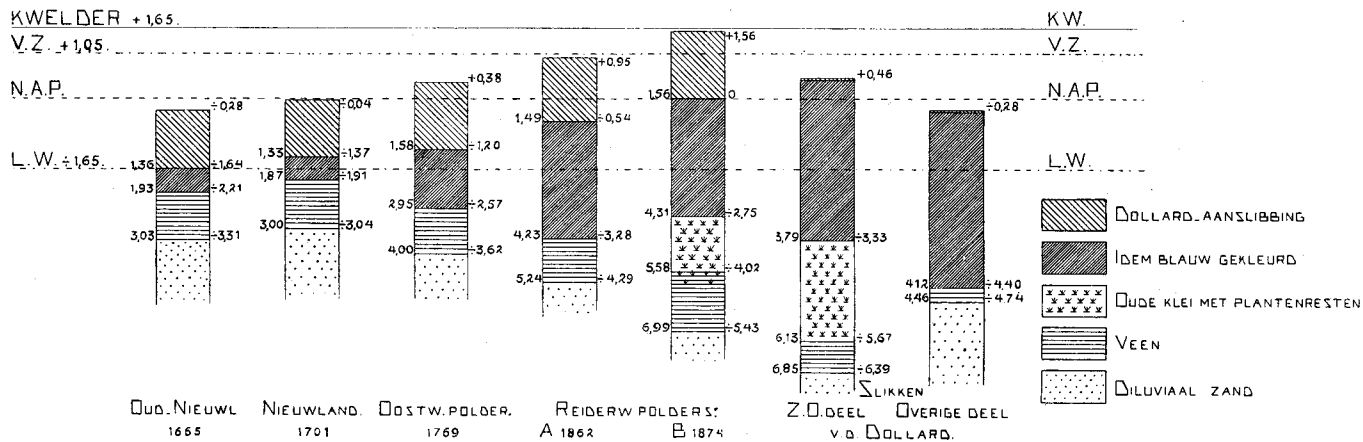
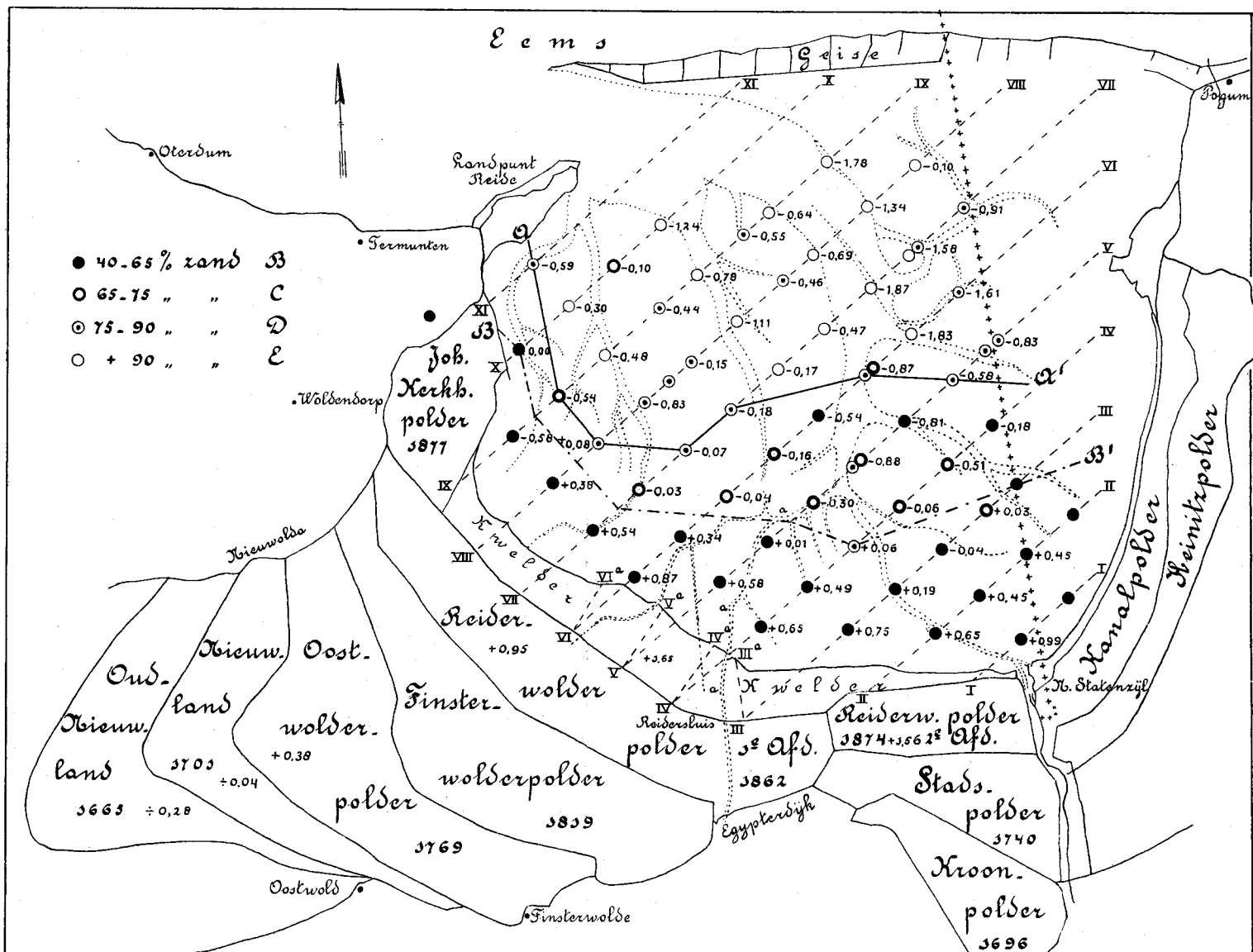


Fig. 1.

DE DOLLARD MET OMLIGGENDE POLDERS.



Schaal 1 : 200.000.

Fig. 2.