

PLANTENGEZELSCHAPPEN ALS KENTEEKEN VAN HET KEUKENZOUTGEHALTE VAN DEN BODEM

door

D. M. DE VRIES.

Voorwoord.

Naast en in samenhang met het door mij als plantkundige aan het *Rijkslandbouwproefstation voor Akker- en Weidebouw* te Groningen gedeeltelijk ten behoeve van de *Proefpolder-Commissie* (1) verrichte botanisch graslandonderzoek, heb ik gelegenheid gehad op zilte gronden een algemeen, oriënteerend, onderzoek te doen naar het belang van plantengezelschappen als bodem-indicator, voornamelijk, ten opzichte van het zoutgehalte van den grond. Dit geschiedde in verband met de gedeeltelijke drooglegging van de Zuiderzee, waarbij de mogelijkheid verondersteld werd, dat de aard van den optredenden spontanen plantengroei aanwijzingen zou kunnen verschaffen omtrent de geschiktheid van den drooggekomen zeebodem voor zaaiing van cultuurgewassen. Immers, is het zoutgehalte van den bodem te hoog, hetgeen zich zal uiten in het voorkomen van een zoutplantengroei (indien tenminste diasporen van halophyten aangevoerd zijn kunnen worden), dan zal er als resultaat van het zaaien geen goed gewas verwacht mogen worden, temeer daar er in den zomer veeleer tengevolge van overheerschende verdamping en capillaire opstijging een toeneming van de zoutconcentratie in de bovenste bodemlaag te verwachten is; de ontzilting heeft toch voornamelijk in den winter plaats.

Een hoog keukenzoutgehalte van het bodemvocht is een standplaatsfactor, welke voor verreweg de meeste plantensoorten uitsluitend werkt en sterk ingrijpt in de samenstelling van het plantendek. Deze factor is bij ons onderzoek belangrijker gebleken dan het keukenzout- en vochtgehalte op droge stof. In navolging van wat aan het *Bodemkundig Instituut* te Groningen gebruikelijk is, wordt het *vochtgehalte*, berekend op 100 gram droge stof, het *percentage NaCl* van den drogen grond en de *keukenzout-*

concentratie, te weten het aantal grammen NaCl per liter bodemvocht, onderscheidenlijk aangegeven door de letters *A*, *B* en *C*. *C* wordt berekend uit *A* en *B* volgens de formule

$$C = \frac{1000 B}{A}$$

Kan de plantengroei ons nu de keukenzoutsterkte van het bodemvocht, de *C*-waarde doen kennen? Binnen zekere grenzen is dit inderdaad mogelijk, indien men zich door de massa-verhoudingen in het plantendek laat leiden. Daarbij mag de onderlinge concurrentie der plantensoorten ter plaatse niet uitgeschakeld zijn, hetgeen gewoonlijk echter slechts bij wijze van uitzondering het geval is. Zoo'n geval vormde nu echter juist het grootste gedeelte van den Wieringermeerpolder, waar op grooten afstand van de vroegere kust plantensoorten, zooals de Zulte (*Aster Tripolium* L.) en het Kruiskruid (*Senecio vulgaris* L.), waarvan de vruchten door den wind verspreid worden, het aanzijn gaven aan gezelschappen, welke daar anders door den wedijver van andere soorten onder de gegeven standplaatsvoorwaarden niet of in onzuiveren vorm zouden bestaan. Ook kan het feit, dat een plantengezelschap, hetwelk zich onder sindsdien gewijzigde omstandigheden ergens gevestigd heeft, een grooten weerstand blijkt te bezitten, van beteekenis zijn. Zoo kan de botanische samenstelling der graszode van hooge en lage kweldergedeelten zich, wat de hoofdbestanddeelen betreft, na inpoldering nog jarenlang vrijwel ongewijzigd handhaven totdat de bodem nagenoeg ontzilt is. Daarom is het goed er op ingepolderde gronden op te letten in welken toestand de gezelschappen verkeeren, of zij er goed voor staan dan wel teekenen van verwording vertoonen. Zuiverheid en welstand zijn eigenschappen, welke men niet voorbij mag zien; immers kunnen op zulke gronden de omstandigheden, sedert de vestiging der gezelschappen heeft plaats gehad, ingrijpend veranderd zijn. Progressief optredende plantensoorten duiden op standplaatswijziging. Eveneens mag men bij een dergelijk onderzoek als door ons verricht is, niet vergeten de gezelschappen in hun samenstelling en samenhang met de standplaats onder natuurlijke omstandigheden te bestudeeren. Daartoe leenden zich in ons geval slikken, kwelders en ook wel terreinen, waar zoute kwel optrad.

Onder de ingepolderde zilte gronden, waarop ons onderzoek betrekking had, kwamen ingedijkte kwelder en drooggelegde zeebodem benevens opgespoten buitendijksch land voor.

Inleidend onderzoek.

Het onderzoek dankt zijn ontstaan aan de bemonstering van goede en slechte plekken in den Balgzandpolder. Dit jonge poldertje, ongeveer 60 ha groot, is in 1925 en in het voorjaar van 1926 ontstaan, toen er tijdens de werkzaamheden aan het Balgzandkanaal, grond gespoten werd op de schorren ten Zuiden van den Helder. Nadat deze zandige polder in het voorjaar met een gras- en klaverzaadmengsel bezaaid was, verrichtte Ir. C. van Steen in Augustus 1928 een bemonstering van goede- en slechte plekken, waarbij hij zich voornamelijk liet leiden door den stand van de dekvrucht, die toen nog op het land stond. In 1929 sloot ik mij bij het onderzoek aan, waarbij wij ons direct richtten naar het grasgewas en nagingen of dit goed dan wel slecht aangeslagen was. Er werden grondmonsters genomen van 0—10 en 10—25 cm diepte en aantekeningen gemaakt omtrent de samenstelling van den plantengroei. Op de slechte plekken kwamen Zeekraal (*Salicornia herbacea* L.) en Klein schorrenkruid (*Suaeda maritima* Dum.) gemengd voor of domineerden afwisselend; soms overheerschte ook wel Zeevlotgras (*Puccinellia maritima* Parl.). Het culturele grasgewas der goede plekken bestond voornamelijk uit Engelsch raai-gras (*Lolium perenne* L.), maar toch was zelfs het *Lolietum* perennis niet overal van dezelfde samenstelling. Men kon namelijk, afgaande op het voorkomen van klaver en zoutplanten, drie vormen van dit gezelschap onderscheiden, welke een verschillend zoutgehalte van den bodem verrieden. In een vorige verhandeling (2) is de plantengroei van de goede- en slechte plekken in samenhang met de keukenzoutsterkte van het bodemvocht in de bodemlagen van 0—10 en (of) 10—25 cm diepte beschreven. Op overtuigende wijze bleek uit de groote concentratieverschillen het belang van het zout voor de samenstelling van het plantendek. Dit laatste komt intusschen veel minder tot uiting, indien men inplaats van op de keukenzoutconcentratie van het bodemvocht, afgaat op het percentage NaCl op drogen grond, hetgeen ook alleszins begrijpelijk is.

De bemonstering van goede en slechte plekken in het grasland van den Balgzandpolder in Augustus 1929 laat zien, hoezeer voor een bepaald terrein en een bepaald tijdstip de aard der begroeiing verschil in bodemgesteldheid aan kan geven. Nu was de Balgzandpolder wel een zeer geschikt terrein om het groote verband tusschen optredenden plantengroei en ontzilting aan te toonen. Niet alleen verschilt de bodem er zeer in samenstelling, hetgeen van veel invloed was op de ontziltingssnelheid, maar het poldertje

vormt een smalle strook aan een kust met begroeide slikken en schorren, terwijl er bovendien een gras- en klaverzaadmengsel is gezaaid, zoodat zich hier reeds zeer spoedig talrijke plantensoorten met elkaar in den strijd om het bestaan moesten meten. Een met elkander gepaard gaande plantendek- en bodembemonstering, in samenwerking met Ir. W. Feekes in October 1930 verricht op het strand van het Amstelmeer langs den Afsluitdijk van Noord-Holland tot Wieringen, gaf ook opvallende uitkomsten. Dit zoute kwel-terrein was in tegenstelling met den Balgzandpolder niet met gras- en klaverzaad bezaaid en plantengezelschappen konden zich er dus vrij ontwikkelen. Tusschen een dicht Zeekraal-gezelschap en een begroeiing van matig ontwikkelde Zulte met als ondergroei Zilt vlotgras (*Puccinellia distans* Parl.) liep daar een zeer scherpe grens. Ter plaatse van het *Salicornietum* was de bodem zeer zout, de keukenzoutconcentratie van het bodemvocht wisselde namelijk af van 18,6 tot 47,2 g per l in de laag van 0—10 cm en van 15,4 tot 42,8 g in de laag van 10—25 cm diepte, terwijl de standplaats van het gelaagde complex *Asteretum* † *Puccinellietum distantis* in de bovenste bodemlaag geheel ontzilt bleek en in de onderste laag niet meer dan 1,5 g bleek te bevatten. Ook indien er in het geheel geen sprake is van concurrentie met andere plantensoorten zal een gezelschapsdominant door het zoutgehalte een halt toegeroepen kunnen worden. Dit blijkt uit een voorbeeld, ontleend aan het werk van Ir. W. Feekes in den Wieringermeerpolder (3). De NaCl-concentratie steeg plotseling van 3,8 g per l ter plaatse van een *Senecio vulgaris*-gezelschap tot 17,5 g er vlak naast op geheel onbegroeiden grond.

Men ziet uit deze plaatselijke voorbeelden, hoezeer de plantengroei in verband met de ontzilting pleksgewijs kan verschillen. Om echter een goed antwoord te krijgen op de vraag, in hoeverre men zich meer in het algemeen in onze streken door den plantengroei kan laten leiden om verschil in zoutconcentratie van het bodemvocht op te sporen, moest ik op verschillende tijden en op verschillende plaatsen plantengroei en bodem bemonsteren.

Het belang van den tijd van monsterneming blijkt uit het volgende. In October 1930 werden voor het laatst in den Balgzandpolder slechts plekken in het grasland bemonsterd, ditmaal in samenwerking met Ir. G. Harmsen. Vergelijkt men nu de resultaten van de analyse der grondmonsters, op de zeer slechte plekken (*associatiecomplex Suaedetum—Salicornietum*) genomen in October 1930, met die, genomen in Augustus 1929, dan blijkt

onder meer, dat in October 1930 slechts op 3 van de 9 monsterplekken de C in de bovenste grondlaag hooger was dan in de onderste, terwijl dit in Augustus 1929 op 8 van de 13 plaatsen het geval was. Zulks weerspiegelt zich ook in onderstaand staatje, waarin de gemiddelde en laagste C-waarden voor beide lagen gegeven zijn voor beide tijden van bemonstering.

	gemiddelde C-waarden		laagste C-waarden	
	Augustus 1929	October 1930	Augustus 1929	October 1930
laag 0—10	37,9	23,7	26,8	9,6
„ 10—25	35,1	28,0	22,4	17,5

De verklaring ligt in de omstandigheid, dat Augustus 1929 een zeer droge maand was en October 1930 een zeer natte.

Uit dit staatje ziet men tevens, dat men aan de waarden der laag van 10—25 cm meer houvast heeft dan aan die van de laag van 0—10 cm, zij schommelen minder. De onderliggende laag is ook minder dan de laag er boven afhankelijk van omstandigheden als wisselende klimaatsinvloeden. Steeds blijkt dan ook bij ons onderzoek, dat de laag 10—25 de bodemlaag is, welke voor ons doel het belangrijkste is.

Algemeen oecologisch plantensociologisch onderzoek op zilte gronden.

De bemonstering van goede en slechte plekken in den Balgzandpolder, welke in Augustus 1929 op sociologische basis werd gesteld, heeft zich nadien ontwikkeld tot een algemeen onderzoek, omvatten zoowel buitendijsche gronden (slikken en kwelders of schorren) als binnendijsche (ingepolderde kwelder en zeebodem, opgespoten grond en kwelgrond).

Behalve aan het streng landbouwkundig onderzoek van Ir. C. van Steen, die zich tot taak gesteld had door bemonstering van goede en slechte plekken te weten te komen bij welken ontziltingstoestand men cultuurgewassen veilig kan zaaien, sluit ons onderzoek ook aan bij het onderzoek van Dr. K. Zijlstra naar den plantengroei van aanslibbingen en den invloed van inpoldering daar op (4), benevens aan dat van Ir. W. Feekes, betreffende den spontanen plantengroei van den drooggelegden Wieringermeer, aangevangen in 1931 (3).

Ons onderzoek, loopende over de jaren 1929—1931, werd in laatstgenoemd jaar afgesloten.

De op plantengroei en bodemgesteldheid bemonsterde zilte terreinen bevinden zich in de gewesten Groningen en Noord-Holland. In Groningen zijn bemonsterd de jonge Kerkvoogdijpolder (ingedijkte kwelder aan de Lauwerszee), benevens slikken en kwelders in het westen, noorden en oosten der provincie, gelegen onderscheidenlijk bij Vierhuizen, Westernieland en in het Dollardgebied. In Noord-Holland zijn bemonsterd de Balgzandpolder (opgespoeten grond), het Proefpolder-reservaat, het Woudstrand (een kleine indijking ten N.O. van den Afsluitdijk Noord-Holland—Wieringen) en terreinen, in en langs den nieuwen Wieringermeerpolder gelegen, te weten kwelgronden binnen den ouden dijk bij Nieuwe Sluis en vlak ten zuiden van den Afsluitdijk aan het Amstelmeer benevens het terrein aan de vroegere zeezijde van een stukje schor in den hoek van Aartswoud.

Steeds zijn van iedere monsterplek twee grondmonsters onderzocht, gewoonlijk een van de bodemlaag van 0—10 cm en een van de daaronder liggende laag van 10—25 cm diepte. In totaal zijn 314 grondmonsters, betrekking hebbende op verschillende halophytengezelschappen, door het Bodemkundig Instituut en het Rijkslandbouwproefstation te Groningen op vocht- en keukenzoutgehalte, gedeeltelijk ook op klei- (en zand-), humus- en kalkgehalte en zuurgraad onderzocht, waarvan 54 monsters op één boorsteek betrekking hadden en waarvan er 260 mengmonsters waren. Van 94 der mengmonsters zijn de afzonderlijke boorsels van ieder monster bij elkaar op een oppervlak van 4 m² genomen en van 166 werd min of meer verspreid geboord, waarbij het bemonsterde oppervlak vaak veel grooter dan 4 m² was.

De gevonden *A*-, *B*-, en *C*-waarden (zie blz. 1) worden grafisch door cirkeltjes voorgesteld. Zoo heeft Figuur 1 betrekking op de gezamenlijke *C*-cijfers der monsters van de laag van 10—25 cm diepte. Door vergelijking van het geheele beeld met dat van Figuur 2, bevattende de *C*-waarden van de er boven liggende grondlaag van 0—10 cm, ziet men onmiddellijk, dat de zoutgebondenheid der halophytengezelschappen sterker spreekt voor de laag van 10—25 dan voor die van 0—10 cm diepte. Nul-waarden werden in de onderste laag niet aangetroffen en de cijfers van deze laag liggen ook over het algemeen veel hooger boven de ontziltingslijn. De *B*-cijfers van de laag 10—25 cm (Figuur 3) geven een minder goed beeld van de zoutvastheid der gezelschappen dan de *C*-waarden der zelfde laag. De keukenzoutconcentratie van het

bodemvocht blijkt voor het plantendek belangrijker dan de voorraad NaCl in den grond, wat trouwens voor de hand ligt.

De behandeling van de verkregen uitkomsten van dit onderzoek over de gebondenheid van den zoutplantengroei aan het zoutgehalte van den bodem wordt in drieën verdeeld. Eerst zullen de resultaten, welke op buitendijksch land en kwelgrond, vervolgens die, welke op ingepolderden grond betrekking hebben, besproken worden, terwijl tot slot een samenvattende vergelijkende beschouwing gegeven wordt.

Buitendijksch land en kwelgronden.

In onze laagvlakte treft men zoutplantengezelschappen onder de meest natuurlijke omstandigheden aan op de slikken en de met gras begroeide schorren (zoo genoemd in Vlaanderen, Zeeland en Holland) of kwelders (zoo genoemd in Friesland en Groningen) van de kust. Hier komen de halophytengemeenschappen in gordelvormige opeenvolging voor. Beginnende met het gezelschap der Zeekraalplanten (de zuivere associatie *Salicornietum*), gevestigd op de hoogere gedeelten van het wad (Figuur 4), is voor de slikken en kwelders van Groningen, welke in mijn onderzoek betrokken zijn, de zone-vorming der halophytengezelschappen van lager naar hooger gelegen terrein doorgaans als volgt:

Salicornietum → *Puccinellietum maritimae* → *Festucetum rubrae* + *Agrostidetum stoloniferae*. Zooals reeds aangeduid, zijn de kwelders in tegenstelling tot de slikken gekenmerkt door een grasbegroeiing. Op de laagste gedeelten ervan, echter hooger en vaak ook meer beschut gelegen dan het slik, overheerscht het gewoonste der kweldergrassen *Puccinellia maritima* Parl. (Figuur 5, 8 en 9), terwijl de hooge kwelder bezet is door een afwisselend gezelschapscomplex van *Festuca rubra* L. en *Agrostis alba* L. *salina* J. et W. (Figuur 6 en 7). De gevormde mozaiek kan zoowel vrij grof als fijn zijn. In het brakwatergebied van den Dollard (Figuur 8 en 9), waar slik en kwelder geleidelijk oploopen, neemt een waar bosch van vaak manshooge Zeeaster het hoogste gedeelte van het slik in (Figuur 10 e. a.). Op de grens van slik en kwelder gaat hier het *Asteretum* met een ondergroei van *Puccinellia* samen. De nagenoeg ontzilte hoogste kwelder-gedeelten zijn gekenmerkt door een *Triticetum repentis* (Figuur 8 en 9) of er is een weide met veel Engelsch raaigras (*Lolium perenne* L.) en Beemdgrassen (*Poa*-species) ontstaan, vaak omgeven door een zomerdijk. Op de Groningsche Noordzeekwelders, welke een terrasvormigen bouw vertoonen, vindt men landwaarts op de lage gedeelten het *Puccinellietum*, en zeewaarts, nabij en op de

hooger gelegen schoorwallen, het complex *Festucetum* + *Agrostidetum* of een *Festucetum*, al of niet gemengd met *Artemisia maritima* L. (Figuur 11).

Op een zoute-kwelterrein bij Nieuwe Sluis in Noord-Holland werden eveneens de gezelschappen *Salicornietum*, *Puccinellietum* en *Festucetum* + *Agrostidetum*, benevens een klein *Aster*-verband, naast elkaar aangetroffen en door Ir. W. Feekes en mij bemonsterd.

De gemiddelde C-waarden der grondmonsters van slik, lage en hooge kwelder bij Vierhuizen (West-Groningen), Westernieland (N.Gr.) en den oostelijken opdijk van den Carel Coenraadpolder (O.Gr.), genomen in December 1930 en December 1931, en van het stuk zoute kwelgrond bij Nieuwe Sluis, genomen in het laatst van October 1931, toonen, zooals uit Figuur 12 blijkt, voor beide lagen van 0—10 en 10—25 cm duidelijk aan, dat onder de halo-phytengezelschappen het *Salicornietum* het meest en het *Festucetum* + *Agrostidetum* het minst zoutminnend is, terwijl het *Asteretum* en *Puccinellietum* in dit opzicht tusschen beide genoemde gezelschappen instaan en elkaar niet veel ontloopen. Hoewel voor elk dezer terreinen de NaCl-concentratie van het bodemvocht afneemt, wanneer we van het *Salicornietum* door het *Asteretum* en *Puccinellietum* naar het *Festucetum* + *Agrostidetum* gaan, loopen toch de voor elk dezer gezelschappen gevonden gemiddelde waarden van de verschillende terreinen zeer uiteen. Zoo ligt de gemiddelde waarde van het Dollard-*Salicornietum* zelfs beneden die van het *Festucetum* + *Agrostidetum* bij Westernieland en Nieuwe Sluis. Dit leert ons, dat deze zoutplantengezelschappen in hun overheersching niet gebonden zijn aan een eng zoutconcentratiegebied en dat de concurrentie tusschen de plantensoorten er voor aansprakelijk gesteld moet worden, dat dit buitendijsch land, hetwelk meer of minder vaak overspoeld wordt door zout water, waarvan het gehalte plaatselijk zoowel als tijdelijk uiteenloopt, in groote trekken dezelfde gordelvormige opeenvolging der gezelschappen vertoont van lager naar hooger liggend terrein. Verschil in hoogteligging drukt zich uit in het zoutgehalte van het bodemvocht. Van Langendonck (5) heeft ook in dergelijk verband op het belang der concurrentie gewezen.

Het *Salicornietum* moet het in het Dollardgebied, hoewel de planten er flinke afmetingen hebben, afleggen tegen het zich daar zeer sterk ontwikkelde *Asteretum*. Dat andere factoren behalve de zoutconcentratie op het verloop van den onderlingen wedijver der gezelschappen van invloed zijn, wordt wel hierdoor bewezen, dat

het Puccinellietum het meest algemeene kweldergezelschap is, terwijl flink ontwikkelde Aster-gezelschappen zeldzaam zijn, hoewel beide dominanten toch, wat zoutminnendheid betreft, ongeveer op een lijn te stellen zijn. Bij mijn onderzoek heb ik opgemerkt, en dit is door Ir. W. F e e k e s ook bevestigd, dat Aster voor een goede ontwikkeling hooge eischen aan de vochtigheid van den bodem stelt. Het zeer vochtrijke brakke Dollardslik verschaft deze soort blijkbaar ideale levensvoorwaarden.

Behalve de gemiddelde waarden wijzen ook de laagste op dezelfde afneming in halophilie der gezelschappen. De gevonden onderste concentratie-grenzen voor kwelders en kwelgrond zijn onderscheidenlijk voor de volgende gezelschappen en grondlagen:

	Salicorn.	Aster.	Puccinell.	Festuc. + Agrost.
laag 0—10	9,7	8,2	8,2	4,8
„ 10—25	9,9	9,1	8,4	6,0

Laten we het brakwatergebied van den Dollard, waar het Salicornietum door het Asteretum op den achtergrond gedrongen is, buiten beschouwing, dan krijgt men de volgende onderste grenswaarden:

	Salicorn.	Puccinell.	Festuc. + Agrost.
laag 0—10	15,0	11,3	5,9
„ 10—25	15,4	15,0	6,0

Hoewel wij bij de grondmonstering op buitendijsch land en kwelgrond voor beide lagen steeds hebben gevonden, dat het bodemvocht van de Salicornietum-standplaats zouter was dan dat der Puccinellietum-standplaats, wil dit geenszins zeggen, dat de bodem ter plaatse van het Salicornietum meer keukenzout op droge stof bevatte dan daar waar Puccinellia heerschte. Integendeel: voor elk onderzocht terrein gold, dat het percentage zout op droge stof in de onderste laag gemiddeld hooger was ter plaatse van het Puccinellietum dan ter plaatse van het Salicornietum. (Zie F i g u r 13). Dit vindt zijn directe oorzaak in het feit, dat het vochtgehalte der Puccinellietum-standplaats ook hooger is en dit niettegenstaande de lage kwelder toch hooger ligt dan het slik, hetgeen op zichzelf bevorderlijk is voor een sterkere uitzakking van het water. Puccinellia bevordert de aanslibbing echter sterk, zoodat ter plaatse van het

Puccinellietum de grond kleiiger is dan daar, waar *Salicornia* overheerscht. Hierdoor is de watercapaciteit van de lage kwelder groter dan van de *Salicornia*-standplaats der slikken. Het waterbindend vermogen van den bodem is mede toegenomen tengevolge van verhooging van het humusgehalte, zoodat door beide genoemde oorzaken de sterkere uitzakking, veroorzaakt door hoogere ligging, teniet wordt gedaan. Dit geldt niet steeds voor de bovenste laag, die van 0—10 cm diepte. Bij Vierhuizen en in het Dollardgebied is in verband met de overspoeling door zoutwater een hooger vocht- en zoutgehalte op droge stof gevonden ter plaatse van het slikken-*Salicornietum* dan ter plaatse van het Puccinellietum der lage kwelder. De gesteldheid van de bovenste laag blijkt afhankelijk van het verloop der tijdelijke omstandigheden dan die van de laag 10—25.

In het algemeen komt dus, zooals we gezien hebben, het voordeel van de hoogere ligging der kwelder niet naar voren in de hoeveelheid zout, welke de bodem bevat, maar wel in de geringere zoutconcentratie van het bodemvocht. Het uitzakkende zoute water wordt voor een gedeelte al door water vervangen, dat van neerslag afkomstig is, waardoor de zoutsterkte van het bodemvocht verslapt; het uitloogingsproces doet zich hier reeds gelden.

Is de laag van 10—25 cm der Puccinellietum-standplaats vocht- en zoutrijker dan die van het *Salicornietum* (waarbij de winst in vochtgehalte sterker is dan die in zoutgehalte, waardoor toch de concentratie er minder is), zij is het ook ten opzichte van de onderste laag der *Festucetum* + *Agrostidetum*-standplaats, met dit verschil nochtans, dat hier sprake is van een grooter verschil in zoutgehalte op droge stof (B) dan in vochtgehalte op droge stof (A), zoodat de zoutconcentratie van het bodemvocht (C) der lage kwelder hooger is dan die van de hooge kwelder. Beide grondlagen, van 0—10 en 10—25 cm, gedragen zich in dit opzicht overeenkomstig, zooals uit Figuur 14 blijkt. Zooals de zwarte kolommen dezer figuur aangeven, bevat de *Festucetum* + *Agrostidetum*-standplaats voor de onderzochte terreinen onderscheidenlijk in de bovenste en onderste laag gemiddeld 37 en 29% minder vocht en 54 en 53% minder keukenzout (op droge stof berekend) dan de Puccinellietum-standplaats, zoodat de NaCl-concentratie er 31 en 36% lager is. De sterkste verlaging in keukenzoutsterkte van het bodemvocht is gevonden bij Vierhuizen in de onderste laag, namelijk 66%. Door de hoogere ligging, waardoor de hooge kwelder minder vaak overstroemd wordt dan de lage en de uitzakking er ook sterker is, spoelt er meer zout uit en wordt dit in mindere mate aangevuld. De geringere watervoorraad van de *Festucetum* + *Agrostidetum*-standplaats kan veroorzaakt worden door de hoogere ligging op

zichzelf, zooals door mij in het Dollardgebied is aangetoond, waar, door kunstmatige plaatselijke ophooging met dezelfde soort grond (klei), *Agrostidetum* + *Festucetum* te midden van het *Puccinellietum* ontstaan was. Op de terrasvormige Noordzeekwelders is zij echter ook hieraan toe te schrijven, dat het *Festucetum* + *Agrostidetum*-complex op en bij de schoorwal groeit, waar op elk terras de bodem niet alleen het hoogst, maar ook het zandigst is.

Dit brengt met zich mee, dat de grond er in verhouding ook minder water bindt dan op de lagere gedeelten, waar *Puccinellia* overheerscht en de grond kleiiger is.

Ingepolderde gronden.

Wij hebben bij de ingepolderde gronden vooral onze aandacht geschonken aan den maagdelijken bodem, waar de planten betrekkelijk vrij konden concurreeren. Het belangrijkste zoutplantengezelschap van ingepolderden maagdelijken grond, waarmee wij te maken hadden, is het reeds van den Balgzandpolder bekende associatie-complex *Suaedetum*-*Salicornietum*, waardoor de zoutste plekken aldaar gekenmerkt waren. Op drie verschillende terreinen, namelijk den Balgzandpolder, het Amstelmeerstrand langs den Afsluitdijk en het Woudstrand op Wieringen, is dit gezelschap onderzocht. Er zijn boringen verricht in vier verschillende jaren, van Augustus 1928 tot October 1931, waarbij opgemerkt moet worden, dat Augustus 1929 droog was en October 1931 nat. Toch is er in de bovenste laag van de *Suaedetum*-*Salicornietum*-standplaatsen geen keukenzoutconcentratiewaarde gevonden, welke lager was dan 3.0 gram per liter bodemvocht en in de laag van 10—25 cm diepte bedroeg deze zelfs nimmer minder dan 15.6 g. De hoogste waarden van onze bemonsteringen bedragen voor de bovenste laag en de onderste laag onderscheidenlijk 49.5 en 53.8 g, welke keukenzoutgehalten aanmerkelijk hooger zijn dan die van het Noordzeewater, waarvan de totale zoutconcentratie gemiddeld 33 g is. In droge tijden is de bovenste laag in het algemeen zouter dan de laag er onder, in vochtige tijden is het juist andersom; de laag 10—25 is echter duidelijk het meest stabiel.

Een hoog zuiver *Suaedetum*, bemonsterd in de Wieringermeer, vlak voor een kleine schor bij Aartswoud, in October 1930, toen dit terrein door de vele regens nagenoeg blank stond, heeft de onderste C-grenzen voor de geheele groep der *Salicornia*- en *Suaeda*-gezelschappen verlaagd tot 1.9 in de bovenste en 10.5 in de onderste laag.

Puccinellietum op ingepolderden maagdelijken bodem bevat, volgens onze weinige gegevens, in de onderste laag nog veel keukenzout.

Hierin verschilt het met het cultureel grasgewas. Ter plaatse, waar *Festuca rubra* en *Agrostis alba salina* domineeren, kan de bodem ontzilt zijn.

Vergelijkende samenvatting.

Wanneer men de uitkomsten van het onderzoek, welke betrekking hebben op ingepolderden grond, vergelijkt met die van kwelder en kwelgrond, dan blijkt het volgende.

Wat het keukenzoutgehalte op droge stof betreft, zijn voor alle halophytengesellschaften de onderste grenzen verlaagd, zooals uit Figuur 15 blijkt. Dit houdt verband met het feit, dat de onderste vochtgrenzen verlaagd zijn (zie Figuur 16), behalve voor de *Festuca*- en *Agrostis*-gezellschaften, welke buitendijks ook op hooge kwelgedeelten gevestigd zijn.

De onderste zoutconcentratie-grens van het bodemvocht der laag van 0—10 cm is ter plaatse van de groep der *Salicornia*- en *Suaeda*-gezellschaften, het *Puccinellietum* en de groep der *Festuca*- en *Agrostis*-gezellschaften algemeen verlaagd. (Zie Figuur 17). Dit geldt niet voor de laag van 10—25 cm. Voor deze laag ligt de onderste grenswaarde alleen lager voor de groep der *Festuca*- en *Agrostis*-gezellschaften (2,3 inplaats van 6,0); zij ligt voor de groep der *Salicornia*- en *Suaeda*-gezellschaften en het *Puccinellietum* echter eerder hooger dan op kwelder en kwelgrond het geval is. Overal waar op de verschillende terreinen in den loop van het onderzoek monsters genomen zijn op plaatsen, waar *Salicornia* alleen of te zamen met *Suaeda* domineerde, bleek de minimale concentratie-grens boven 15 g per l te liggen, wanneer tenminste het Dollardterrein buiten beschouwing gelaten wordt. Dat hier het *Salicornietum*, met C-cijfers van 9,7 en 9,9 in boven- en onderlaag, wat de NaCl-concentratie betreft, de onderste grens van haar bestaansmogelijkheid genaderd is, vindt ook bevestiging in de geringe weerstand tegen het opdringend *Asteretum*. Nienburg en Kolmbé (6) zagen in het gebied van de Elbe-mond *Salicornietum* het eerst optreden op plaatsen, welke overstroomd werden door water met een zoutgehalte van 6,4 en 6,6%. Voor de geheele groep der *Salicornia*- en *Suaeda*-gezellschaften, het zuiver *Suaedetum* dus inbegrepen, bedraagt de onderste door mij gevonden C-grens voor de laag 10—25 afgerond 10 g. (Zie Figuur 1). Dit is tevens ongeveer de grens, waarop volgens Feekes (7) de C-maxima der niet-halophyten gelegen zijn. Voor het binnendijksche *Puccinellietum* (slechts eenige monsterplekken) werd geen lagere C-waarde in de onderste laag gevonden dan 20 g, terwijl deze op de Noordzeekwelder 15 bedroeg en voor het Dollardterrein 8 g.

De hoogste concentratie-cijfers der Puccinellietum-standplaatsen, laag 10—25, stemmen binnen- en buitendijks overeen: 28 g. Voor de gezelschappen, waaraan *Salicornia* een belangrijk aandeel neemt, werden binnendijks echter veel hogere maxima gevonden dan buitendijks. Dit vindt zijn verklaring hierin, dat de ontwatering vaak de ontzilting overtreft en er tengevolge van overheerschende verdamping en capillaire opstijging in drogen tijd zout uit den ondergrond naar de bovenlagen wordt gevoerd. Op dergelijke zoute plekken kunnen zich dan de halophytengezelschappen handhaven, niet tegenstaande de concurrentie met de glycophiele landplantengroei er sterker is dan op de buitendijksche gronden.

In het algemeen kan de gevolgtrekking gemaakt worden, dat de variatie in het zoutgehalte der standplaats voor zoutplantengezelschappen breeder is op ingepolderde gronden dan zulks onder natuurlijke omstandigheden, op buitendijksche gronden, het geval is. In nog mindere mate zal in den aard van den plantengroei aanwijzing gevonden kunnen worden voor de ziltheid ter plaatse, indien de gezelschapsdominanten der pionier-zoutplantengezelschappen op maagdelijken bodem nog geen of weinig concurrentie ondervinden (Feekes, 7).

Dat er althans op plaatsen, welke gekenmerkt zijn door een overheerschende begroeiing van *Salicornia* en (of) *Suaeda*, nauwelijks lagere C-cijfers te verwachten zijn dan van 10 g in de laag van 10—25 cm diepte en deze bijna steeds boven de 15 g zullen zijn gelegen, is echter ook voor de landbouw, van beteekenis. Zaaiing van cultuurgewassen belooft daar niets, zoolang de ontzilting er niet aanzienlijk verder is voortgeschreden.

AANTEKENINGEN.

- (1) Commissie van Advies omtrent de landbouwtechnische aanlegenheden betreffende den Proefpolder nabij Andijk, ingesteld bij beschikking van den Minister van Waterstaat, dd. 7 Januari 1927. Hare onderzoekingen strekken zich na de drooglegging van de Wieringermeer ook over deze inpoldering uit.
- (2) Vries, D. M. de en K. Zijlstra. Over het plantkundig graslandonderzoek op vroegeren Zuiderzeebodem. Voordracht voor het 28e Natuur- en Geneeskundig Congres in Vlaanderen, Leuven, 6—9 April 1934. Natuurw. Tijdschr., 16e Jaarg., Nr. 2—5, 1934, blz. 171—173.

- (3) F e e k e s, W. De natuurlijke vegetatie in de Wieringermeer. Voordracht voor het 24e Nederlandsch Natuur- en Geneeskundig Congres, Wageningen, 18—20 April 1933. Handelingen van het Congres, blz. 164—166.
 ——— Over snelle veranderingen in vitaliteit van gezelschappen en haar oorzaken op maagdelijken bodem. Voordracht voor den Tweeden Nederlandschen Dag voor Phytosociologie en Palaeobotanie op 16 December 1934. Nederl. Kruidk. Arch., Deel 45, 1935.
- (4) Z i j l s t r a, K. Over de botaniese samenstelling van grasland en de veredeling van grassen. Landbouwk. Tijdschr., 40, 478, Juli 1928, Wageningen.
 ——— Plantengroei en landaanwinning. Voordracht voor den Eersten Nederlandschen Dag voor Phytosociologie en Palaeobotanie op 26 November 1933. Nederl. Kruidk. Arch., Deel 44, 1934, blz. 101—102.
- (5) L a n g e n d o n c k, H. J. v a n. De Vegetatie en Oecologie der Schorrenplanten van Saaftingen. Een bijdrage tot de studie der halophyten. Bot. Jaarb., 23, 1931, blz. 68—69, Antwerpen.
- (6) N i e n b u r g, W. und E. K o l u m b e. Zur Oekologie der Flora des Wattenmeeres, 2e Teil. Das Neufelder Watt im Elbmündungsgebiet. Wiss. Meeresunters. Kiel, 21 bd., 1931, blz. 99 en kaart op blz. 92.
- (7) Zie bovengenoemde mededeeling van 1933.

BIJSCRIFTEN BIJ DE FIGUREN.

Figuur 1.

Zoutconcentratiecijfers, in grammen per liter bodemvocht, der grondmonsters van de laag van 10—25 cm diepte voor de aangegeven zoutplantengezelschappen. De afkortingen van de bemonsteringsterreinen beduiden onderscheidenlijk: AM = Amstelmeer (strand); NS = Nieuwe Sluis (kwelgrond); V = Vierhuizen (wad en kwelder); W = Westernieland (wad en kwelder); D = Dollard (wad en kwelder); Bp = Balgzandpolder; Ws = Woudstrand; Aw = Aartswoud; P = Proefpolder. Een blanco cirkeltje geeft aan, dat het bewuste monster uit een afzonderlijk boorsel bestond; een cirkeltje, half of geheel zwart gemaakt, wil onderscheidenlijk zeggen, dat een mengmonster gemaakt is uit bij elkaar gelegen

boringen of uit boringen, verspreid genomen van een oppervlak, grooter dan 4 m². De cijfers geven de hoogste, laagste en berekende gemiddelde waarden aan van elke serie monsters.

Figuur 2.

Zoutconcentratiecijfers, in g per l bodemvocht, der grondmonsters van de laag van 0—10 cm diepte voor de aangegeven zoutplantengezelschappen.

Figuur 3.

Percentages keukenzout op drogen grond der grondmonsters van de laag van 10—25 diepte voor de aangegeven zoutplantengezelschappen.

Figuur 4.

Salicornietum op het Dollardslik met dijkwaarts Asteretum. (Foto van Ir. W. Feekes op 4 Oct. 1933).

Figuur 5.

Puccinellietum maritimae in het brakwatergebied van den Dollard met op den achtergrond Asteretum. (Foto van Ir. W. Feekes op 4 Oct. 1933).

Figuur 6.

Festucetum rubrae + Agrostidetum stoloniferae van de hooge Noordzeekwelder bij Westernieland (N. Gr.) (Foto van H. J. van Zeilen op 1 Sept. 1931).

Figuur 7.

Festucetum + Agrostidetum in het brakwatergebied van den Dollard met planten van Plantago maritima L. (Foto van Ir. W. Feekes op 4 Oct. 1933).

Figuur 8.

Overzichtskiek van kwelder en slik in het Dollardgebied, genomen vanaf den oostelijken opdijk van den Carel Coenraadpolder. Achter de dijkslot eerst Triticetum repentis, dan Puccinellietum maritimae, vervolgens Asteretum (daar achter onzichtbaar Salicornietum). (Foto van A. A. Kruijne op 19 Aug. 1933).

Figuur 9.

Foto op dezelfde plaats als Fig. 8 vanuit het Triticetum. (Foto van A. A. Kruijne op 19 Aug. 1933).

Figuur 10.

Asteretum in het Dollardgebied. (Foto van A. A. Kruijne op 19 Aug. 1933).

Figuur 11.

Festucetum rubrae, met en zonder (ter weerszijden) *Artemisia maritima* L., van de Noordzeekwelder bij Westernieland. Op de hoogste gedeelten van het wad Salicornietum. (Foto van H. J. van Zeilen op 1 Sept. 1931).

Figuur 12.

Afneming van het gemiddelde keukenzoutgehalte van het bodemvocht bij Nieuwe Sluis (NS), Westernieland (W), Vierhuizen (V) en Dollard (D) van het Salicornietum (S) door het Asteretum (A) en het Puccinellietum (G) naar het Festucetum + Agrostidetum (F + A). Concentratie-waarden uitgedrukt in grammen keukenzout per liter.

Figuur 13.

Salicornietum-standplaats vergeleken met die van het Puccinellietum, gesteld op 100%, in het vochtgehalte op drogen grond (A), het percentage keukenzout van den drogen grond (B) en het keukenzoutgehalte van het bodemvocht (C) voor de verschillende onderzochte terreinen, waarvoor dezelfde afkortingen gebruikt zijn als in Fig. 12. De zwarte kolommen geven de gemiddelde toe- of afneming voor de terreinen tezamen.

Figuur 14.

Festucetum + Agrostidetum-standplaats, vergeleken met die van het Puccinellietum, gesteld op 100%, als in Fig. 13 de Salicornietum-standplaats.

Figuur 15.

Vergelijking van de variatie der standplaatsen der halophyten-gezelschappen in het percentage keukenzout, berekend op drogen grond. De waarden zijn opgegeven in honderdsten van procenten. De linkerhelft der figuur heeft betrekking op buitendijksch land (dubbel gearceerde in zwarte kolommen) en kwelgrond (omlijnd), de rechterhelft op alle standplaatsen, binnen- of buitendijks gelegen, tezamen. De afkortingen van de gezelschappen beduiden achtereenvolgens: S = Salicornietum; A = Asteretum; G = Puccinellietum (Glycerietum); F + A = Festucetum + Agrostidetum; S + S =

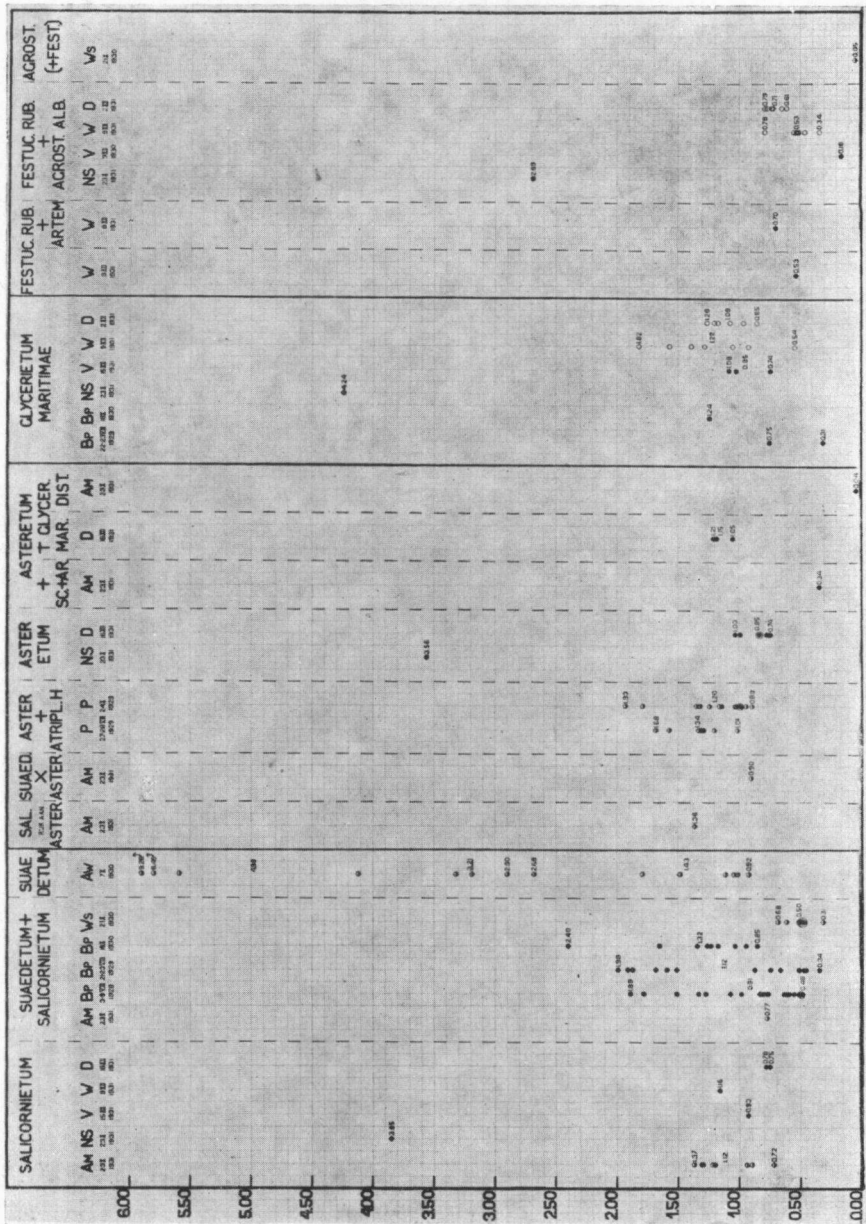
Suaedetum + Salicornietum; S en S = groep der Suaeda- en Salicornia-gezelschappen; F en A = groep der Festuca- en Agrostis-gezelschappen.

Figuur 16.

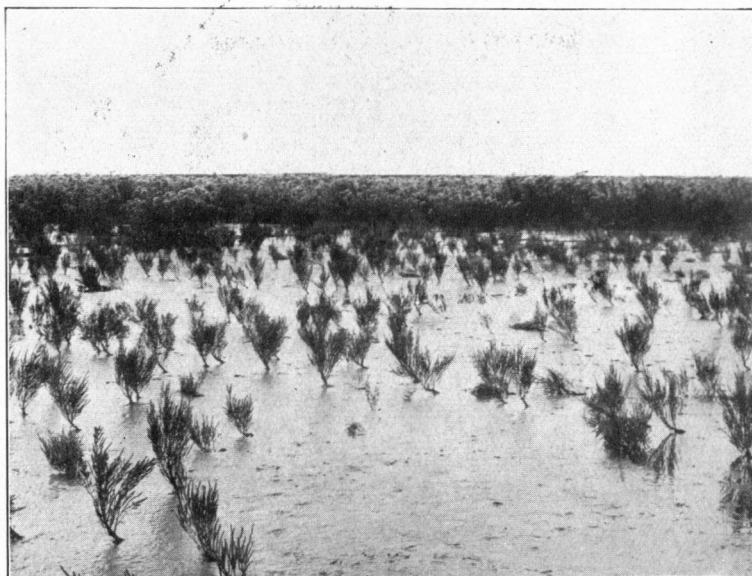
Vergelijking van de variatie der standplaatsen der halophyten-gezelschappen in het percentage water, berekend op drogen grond. Zie verder Fig. 15.

Figuur 17.

Vergelijking van de variatie der standplaatsen der halophyten-gezelschappen in de keukenzout-concentratie van het bodemvocht. uitgedrukt in grammen per liter. Zie verder Fig. 15.



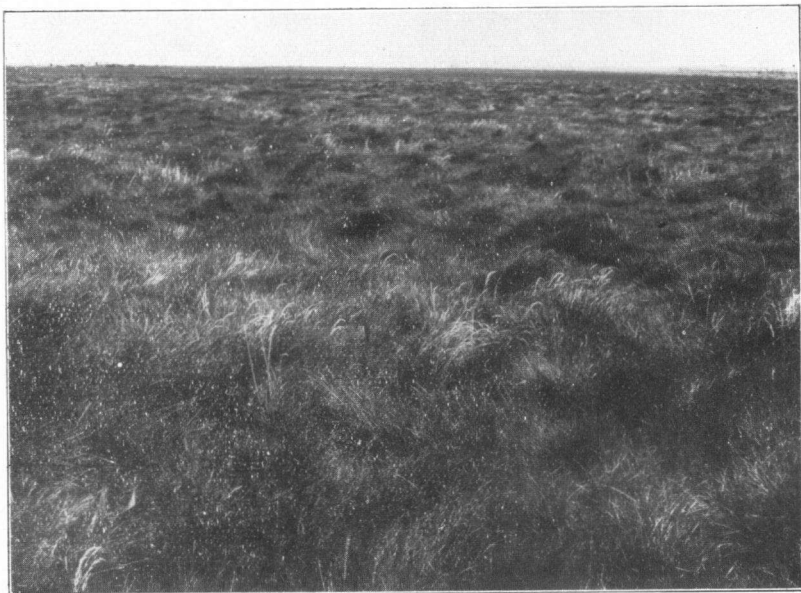
Figuur 3.



Figuur 4.



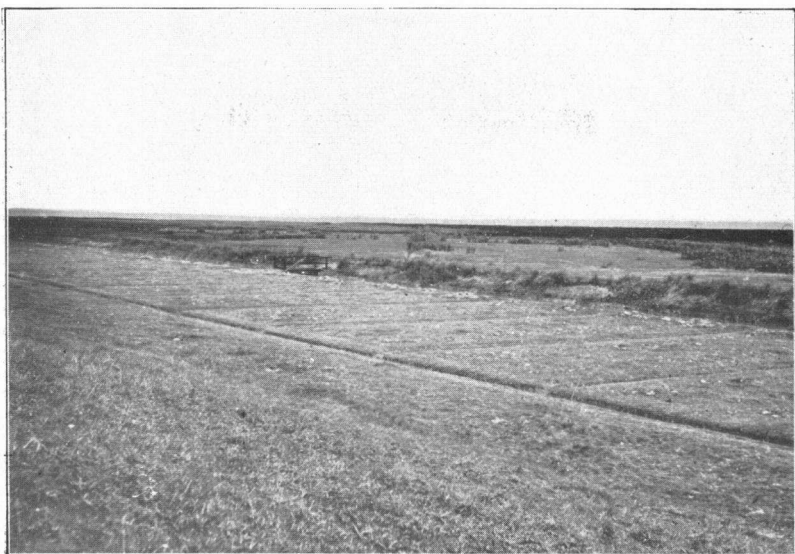
Figuur 5.



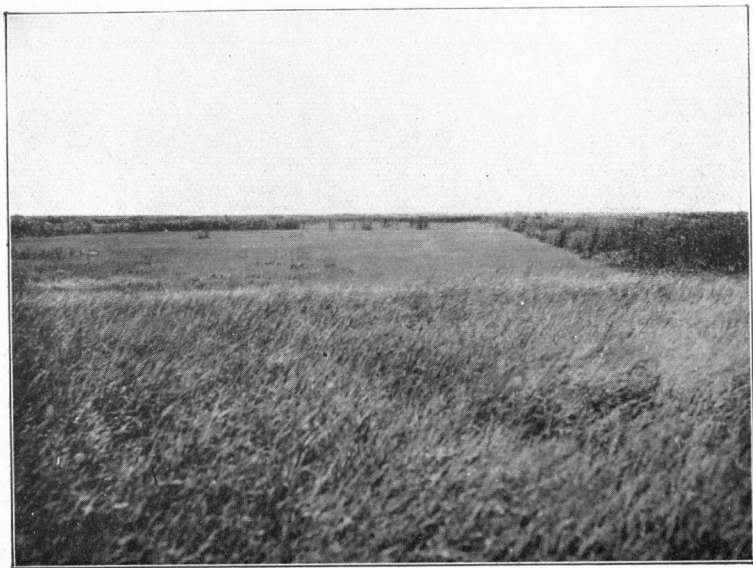
Figuur 6.



Figuur 7.



Figuur 8.



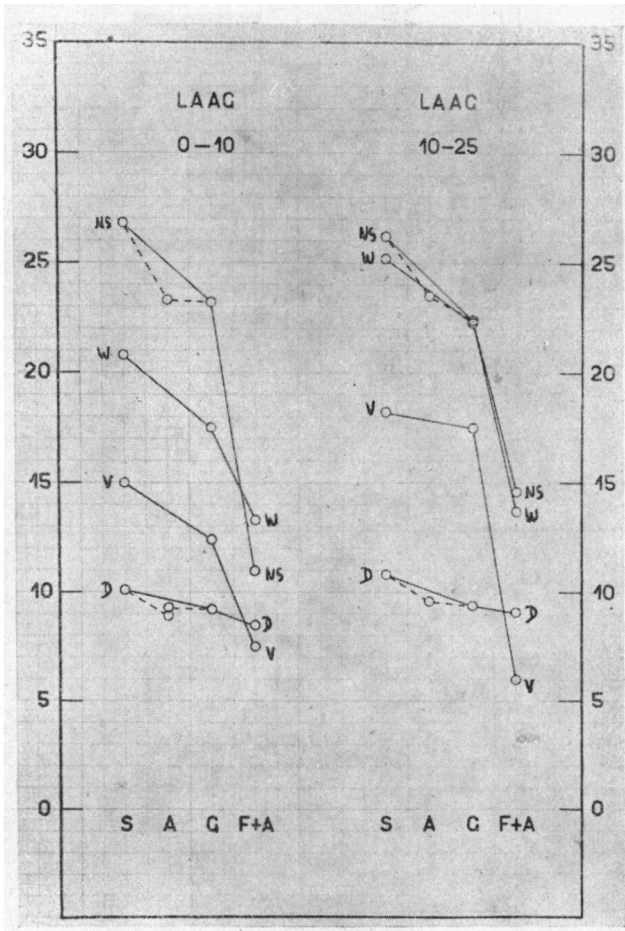
Figuur 9.



Figuur 10.



Figuur 11.



Figuur 12.

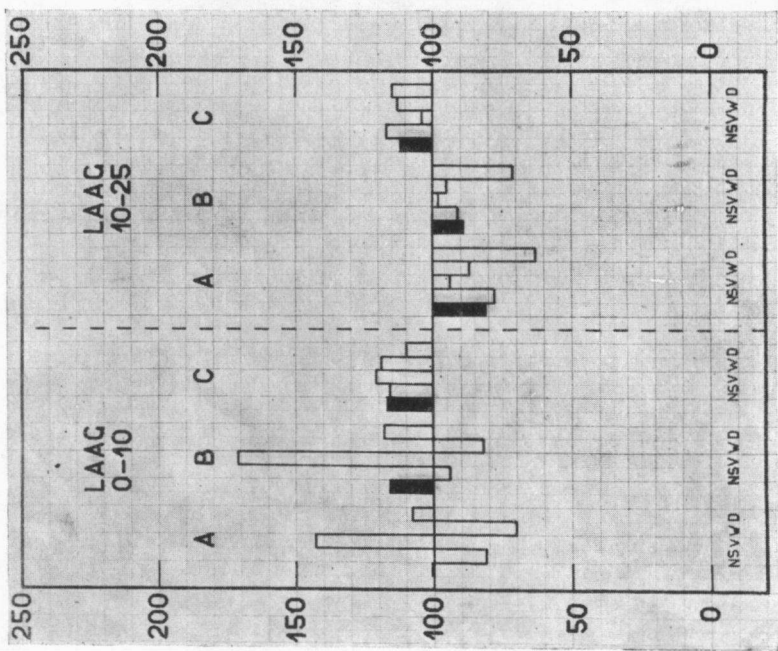


Figure 13.

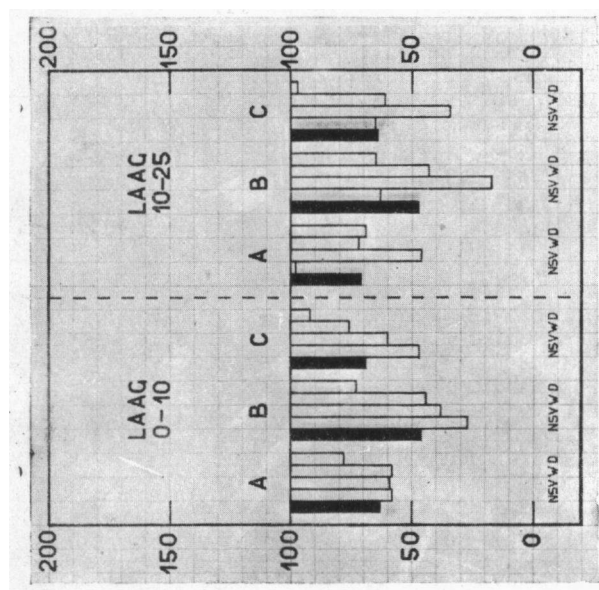
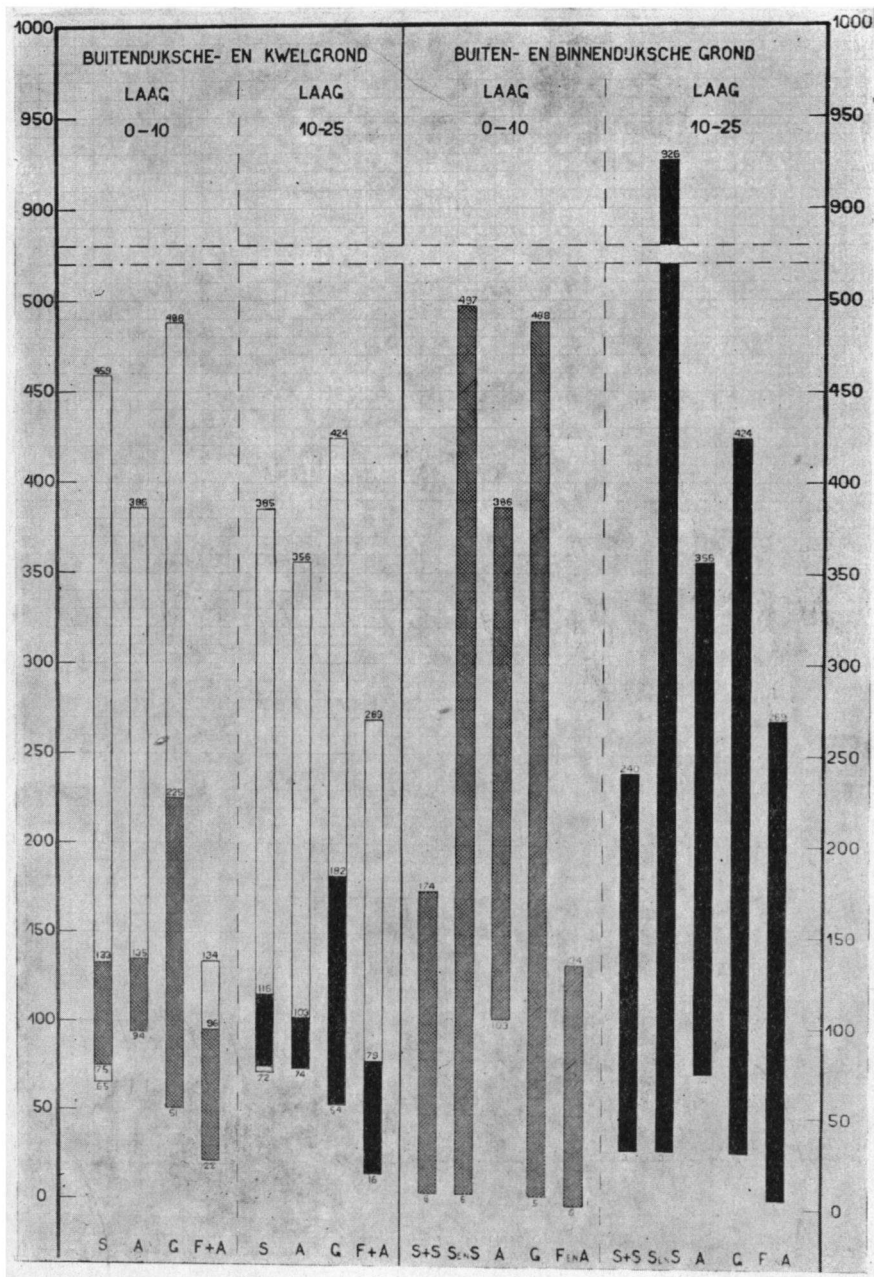
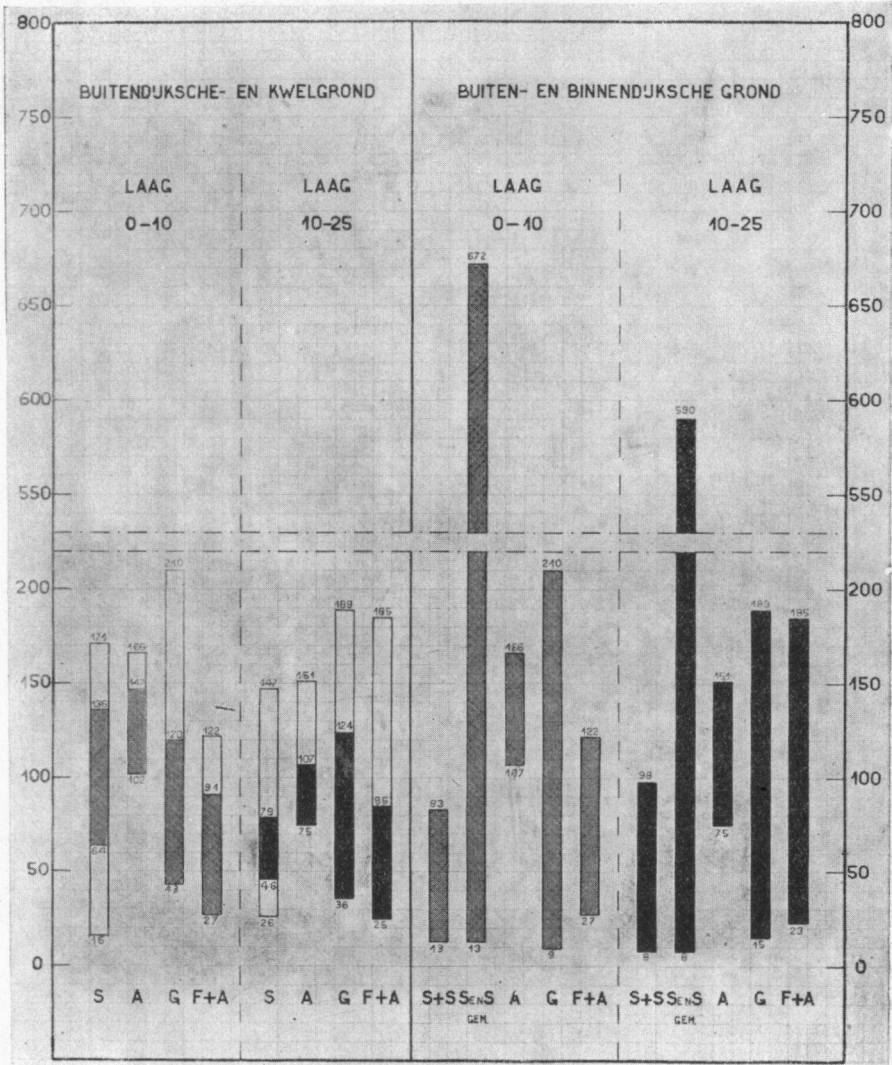


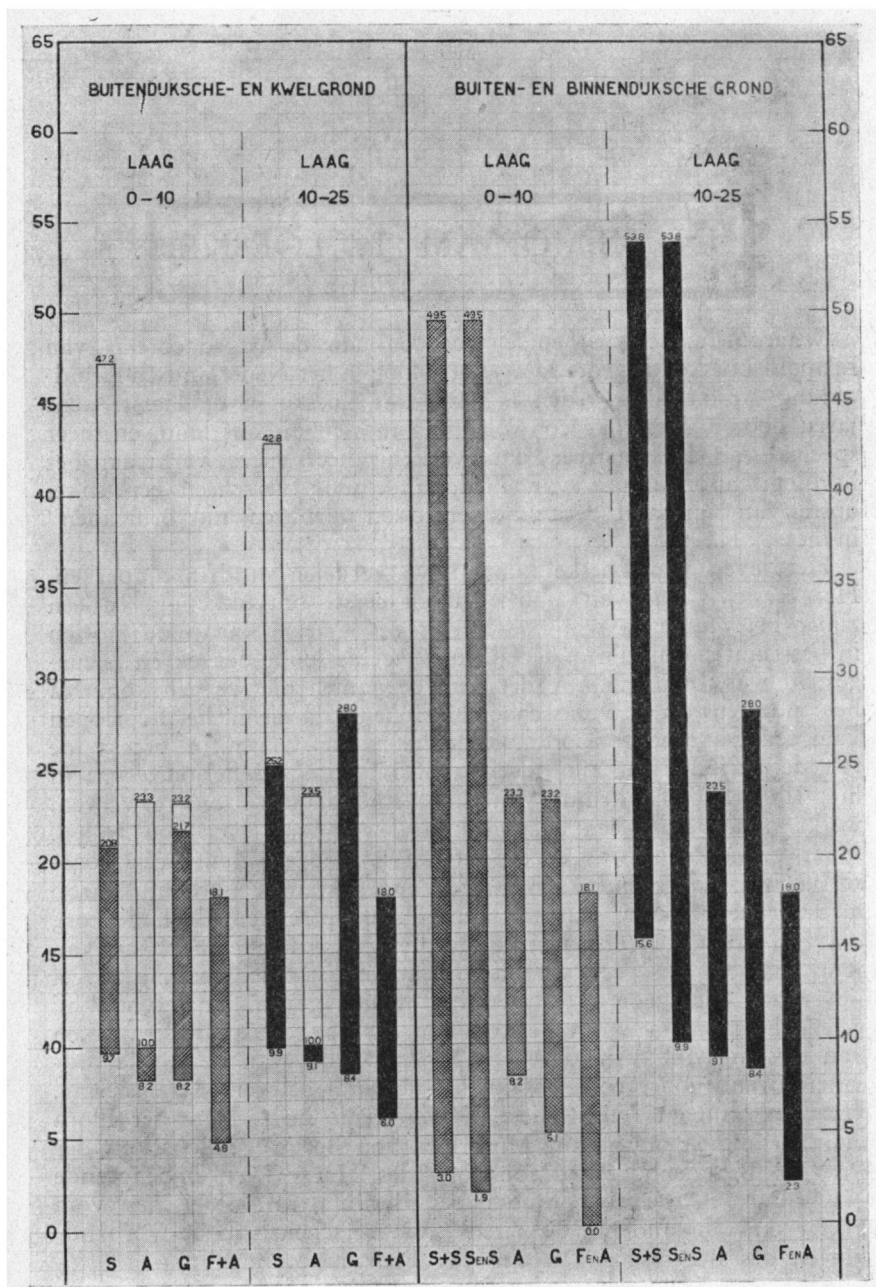
Figure 14.



Figuur 15.



Figuur 16.



Figuur 17.