RIJKSDIENST VOOR LANDBOUWHERSTEL

OVERZICHT VAN INUNDATIE-ONDERZOEK IN NEDERLAND TOT 1944

SUMMARY & RÉSUMÉ:

SURVEY OF INVESTIGATIONS WITH REGARD TO INUNDATIONS IN THE NETHERLANDS UNTIL 1944

APERÇU DE LA RECHERCHE ENTREPRISE SUR L'INONDATION AUX PAYS-BAS JUSQU'À 1944

P. A. ROWAAN

LANDBOUWPROEFSTATION EN BODEMKUNDIG INSTITUUT T.N.O.

STAATSDRUKKERIJ UITGEVERIJBEDRIJF

VERSL. LANDBOUWK. ONDERZ. No. 57.3 - 'S-GRAVENHAGE 1951

25511

151201

INHOUD, *CONTENTS*

Blz

I Vroegere overstromingen (± 1800–1916) 5
Earlier inundations (± 1800–1916) 5

II Vorming en herstel van natronklei 11
Formation and restoration of sodium clay 11

III Inundaties in 1939 en 1940 14
Inundations in 1939 and 1940 14
1 Ontzilting 14
Removal of the salt 14
2 Maatregelen tot herstel van de grond 17
Measures for the restoration of the soil 17
3 Cultuurmaatregelen 21
Cultivation measures 21
4 Gewassenkeuze 24
Choice of crops 24

IV Inundatie met zoet water 26
Inundation with fresh water 26

V Geïnundeerd grasland 28
Inundated grassland 28

Summary 33
Résumé 33

Literatuur 34
Literature 34

De auteur Dr P. A. ROWAAN is Hoofdscheikundige bij het Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O. te Groningen.

I. VROEGERE OVERSTROMINGEN (± 1800–1916)

In Nederland, dat zonder kunstmatige verdediging tegen het water door dijken voor een belangrijk gedeelte met water bedekt zou zijn, zijn in de loop van zijn geschiedenis overstromingen herhaaldelijk voorgekomen. Het ligt niet in de bedoeling, daarvan een volledig overzicht te geven, hoewel een uitvoerige studie van de oudere literatuur op dit terrein wellicht interessante bijzonderheden aan het licht zou brengen. Wat de oudere geschriften aangaat, zullen wij ons tot het aanhalen van slechts enkele beperken.

In een tweetal, in de gezwollen stijl van een eeuw geleden geschreven verhandelingen VAN PONSE (29, 30), eerst „bouwman" te Geervliet, later tot allerlei ambten geroepen, treffen wij, ondanks vele onjuistheden, te wijten aan de nog onvolmaakte kennis, toch reeds veel aan, dat getuigt van een heldere kijk op de moeilijkheden, terwijl naast een duidelijke beschrijving van het beeld van de door de overstroming in 1775 aangerichte schade wenken tot herstel worden gegeven, welke ook heden ten dage nog het behartigen waard zijn. Aan zijn op practische ervaring gebaseerde conclusies ontlenen wij o.m., dat verbetering van een grond, die met zout water overstroomd geweest is, niet door grondbewerking te bereiken is, maar door hem zoveel mogelijk met rust te laten. Ook wordt aanbevolen, de grond na de verwijdering van het zoute water zo mogelijk 10 tot 14 dagen onder zoet water te zetten. „Door dit water zal het zout uit het land geweekt, en de grond tot zijne vorige vruchtbaarheid hersteld worden." PONSE schrijft verder: „Alle diepe ploegingen moet men vermijden. Want laat men de landen wel droog worden, dan zijn zij van wegen de hardigheid niet te bebouwen, en ploegt men dezelve, als zij nat zijn, dan wordt de aarde daar door vaster en taaier; en in beide gevallen zijn de kluiten, welke door de ploeg gemaakt worden, onverbrekelijk. En ziet daar de oorzaak, om welke ik altijd gezien heb, dat, door de met zout water overstroomd geweest zijnde gronden diep te bebouwen, de groei der vruchten, welke op die gronden gezaaid werden, meer nadeel dan voordeel werd toegebracht." Hij raadt aan, zeer licht te ploegen, te eggen en haver in te zaaien, welke volgens hem op dergelijke gronden beter wil groeien dan zomergerst. In de haver wordt rode klaver gezaaid. De haver wordt geoogst of bij slechte stand afgeweid. De klaver laat men staan; in het derde jaar zaait men bij met witte klaver. Zo laat men de grond vier jaren achtereen in klavers liggen. „Het een en ander heeft ten gevolge, dat de gronden, door hen met klaveren te beslaan, droog en open worden. Wanneer nu deze gronden vier jaren achter de andere in klaver gelegen hebben, zijn zij tot hunne vorige vruchtbaarheid hersteld en bekwaam, om wederom bebouwd te worden." De volgende opmerking is ook zeer juist: „De zand- en lichte zavelgronden worden spoediger hersteld dan de kleigronden; en naarmate de kleigronden zwaarder zijn, wordt daartoe langer tijd vereischt."

Door de bekende bodemkundige VAN BEMMELEN (7) is een onderzoek ingesteld naar de gevolgen van overstromingen met zout water in de provincie Groningen in de jaren 1825 en 1863. Om de nadelen tegen te gaan, beveelt hij aan het slot van zijn rapport de volgende middelen aan: „Zij zijn geen andere dan te zorgen, dat het water zo spoedig mogelijk afloopt, dus draineren, greppels graven; het ploegen, eggen, tweevoren nalaten, zolang het land nog doorweekt is. Verder moet men afwachten, dat de regens het vele zout weer naar omlaag hebben gespoeld, en dat de poreuse toestand van de bovenste kleilaag is teruggekeerd. Waar het kan, zal het aanleggen tot gras- of klaverweiden zeker geraden zijn. Kan er weer geploegd worden, zo moet dit ondiep

geschieden, en liever in het najaar, als de grond wat droger is, dan in het voorjaar."

In verschillende afdelingen van het „Genootschap ter bevordering van Nijverheid" in de provincie Groningen heeft de invloed van een overstroming met zout water op de toestand der landerijen een punt van discussie uitgemaakt, waarbij vooral aan de gevolgen der waterrampen van 1825 en 1863 aandacht is geschonken (1, 31). Op gronden, die tijdens de overstroming diep geploegd lagen, was de schadelijke invloed het grootst, minder was die op stoppelland en nog minder op land, dat met klaver bezet was, terwijl de grond van oude graslanden het minst geleden heeft. De opbrengsten van het bouwland waren de eerste vijf jaren na de overstroming slecht, en in sommige gevallen waren de schadelijke gevolgen zelfs nog na 20 jaren merkbaar. Groen- en klaverlanden herstellen zich spoediger dan bouwland. Grote last werd ondervonden van het ineenslempen en ondoorlatend worden van de grond. Veel en diep ploegen is nadelig gebleken, de grond werd daardoor voor jaren bedorven. Het beste was, met een lichte bewerking in de herfst te volstaan, om stoppel en onkruid onder te brengen. In verband met de Frans-Duitse oorlog is men in 1870 nog ernstig bezorgd geweest, dat men ten behoeve van de verdediging tot inundatie van de militaire stelling Groningen-Delfzijl zou overgaan. Daartoe is het toen gelukkig niet gekomen, maar in 1944/45 is het helaas anders gelopen!

Door MAYER (26), Directeur van het Proefstation der Rijkslandbouwschool te Wageningen, zijn verschillende proeven genomen in de in het begin van 1877 door overstroming geteisterde Reiderwolderpolder. Hij komt tot de conclusie, dat het vraagstuk van de beschadiging van de grond door zeewater als opgelost te beschouwen is! De schade wordt veroorzaakt door een te hoge concentratie van het bodemvocht, in het bijzonder aan keukenzout; de kennis van het gehalte daaraan is van groot belang. Voorts merkt hij op, dat de kleigronden in zouthoudende oplossingen de neiging vertonen, hun deeltjes dichter bij elkaar aan te sluiten, m.a.w. dicht te slibben. De grond wordt daardoor minder doorlatend en moeilijk te bewerken. In vochtige perioden is de luchtverhouding in de grond voor de plantenwortels ongunstig, en treden schadelijke reductieverschijnselen op. In tijden van droogte gaat de grond scheuren, waardoor de wortels sterk beschadigd kunnen worden. Een spoedige bewerking van de grond is af te raden, omdat iedere beweging in de bodem leidt tot een dichtere aaneensluiting der deeltjes en tot een grotere stijfheid van de grond. Zware, met zoet water verzadigde gronden nemen door een overstroming met zeewater minder zout op dan de lichtere, en zullen bij een korte duur der inundatie minder nadeel ondervinden.

De afdelingen Leens en Beerta van het „Genootschap van Nijverheid" in de provincie Groningen hebben over de gronden in enkele Noord-Groningse polders, die in 1877 door de zee overstroomd zijn geweest, rapporten uitgebracht, gebaseerd op proefnemingen en uitgebreide navraag bij de practijk (2). Men was het erover eens, dat de grond zoveel mogelijk met rust moest worden gelaten; maar toch moest in vele gevallen geploegd worden, omdat men met de egge het onkruid niet baas kon worden. In het tweede jaar na de overstroming, toen het keukenzout reeds grotendeels uitgespoeld bleek te zijn, trad het verschijnsel van ondoorlatendheid van de grond in erge mate op. De grond slibde dicht en men nam de bekende blauw- en zwartkleuring waar. Hoe zwaarder de klei, des te slechter was de doorlatendheid. Het blijkt dus, dat „de onvruchtbaarheid blijft bestaan, wanneer het zoutgehalte reeds lang tot het normale is teruggekeerd". De volgende, nuttige wenken uit de practijk worden in het rapport vermeld. Allereerst is van belang, het overtollige water zo spoedig mogelijk af te voeren, waartoe afleidingsgoten gegraven moeten worden. In de grond mag hoegenaamd niet

geroerd worden, voordat de bouwlaag droog en goed voor bewerking geschikt is. Daarom zaaie men liever laat. Iedere grondbewerking is als een noodzakelijk kwaad te beschouwen. Men bewerke de grond zo ondiep mogelijk en late zich niet tot een diepere bewerking verleiden door de mooie structuur, die zout land na het opdrogen eerst vertoont. Aan te bevelen is, om direct klaver te zaaien of het land één of meer jaren groen te laten liggen, waardoor het herstel zeer bevorderd wordt. In het eerste jaar na de overstroming gaf de teelt van zomergerst een beter resultaat dan die van haver.

Over de gevolgen van een overstroming, die in 1883 in de provincie Groningen heeft plaatsgehad, worden dergelijke ervaringen vermeld (9).

Na de overstroming van verschillende polders op Goeree-Overflakkee in December 1894 zijn onder leiding van KAKEBEEKE (21) verschillende proeven genomen, die in de volgende jaren voortgezet zijn. Ook hier werd wederom bevestigd, dat met zo weinig mogelijk bewerking de beste uitkomsten verkregen worden. In het eerste jaar na de overstroming voldeden suikerbieten en gerst als gewassen het best; haver deed het over het algemeen minder, terwijl zeer slechte resultaten bereikt werden met aardappelen, veldbonen, vlas en karwij.

KAKEBEEKE, die in zijn in 1906 verschenen publicatie behalve het eigen onderzoek ook proefnemingen, meningen en gevolgtrekkingen van andere, deels ook reeds boven genoemde deskundigen heeft verwerkt, komt op grond van de destijds verzamelde kennis tot de volgende, algemene conclusies. „Het is wenselijk, om te trachten het bouwland bezet te krijgen met lucerne, klavers of wel te bezaaien met een mengsel van gras- en klaverzaden. Het verdient aanbeveling, om als bovenvrucht zomergerst te nemen en, als het zoutgehalte van de grond niet hoog is, ook haver. Verder bewerke men de grond zo weinig mogelijk. Hoe minder men met werktuigen en paarden op het veld komt, des te beter. Gedraineerd land heeft veel vóór boven niet gedraineerd land. Ook wanneer in het voorjaar niet gezaaid kan worden, moet men in de zomer het land zo weinig mogelijk bewerken; met eg en cultivator kan men een te welige groei van het onkruid tegengaan. Hoe zwaarder de grond is, hoe vaster men zich aan het bovenstaande moet houden. In de herfst kan koolzaad of wintergerst uitgezaaid worden, of wel men kan het land in het volgend voorjaar bezaaien met suikerbieten of gerst. Een te hoog gehalte aan zout in de grond verhindert het ontkiemen van het zaad en de ontwikkeling der planten. In dat geval is het geheel overbodig iets uit te zaaien. Het is daarom zeer wenselijk, dat op zo groot mogelijke schaal het zoutgehalte van de overstroomde gronden nagegaan wordt."

In Maart 1906 is Zeeland ernstig door overstromingen geteisterd; vele polders op Zuid-Beveland, op Tholen en in Zeeuws-Vlaanderen zijn daarbij ondergelopen. Uitgebreide waarnemingen zijn verricht omtrent de gevolgen van deze overstromingen, en talrijke proeven betreffende het herstel der geleden schade zijn genomen.

Door HISSINK (13), destijds Directeur van het Rijkslandbouwproefstation te Goes, is een uitgebreid onderzoek naar het zoutgehalte der overstroomde gronden verricht. Als één der middelen tot verbetering noemt hij een behandeling met een kalkzout, ten einde het natrium, dat als waarschijnlijke oorzaak van het sterkere dichtslibben van de grond genoemd wordt, te verwijderen.

De vele in verband met de overstromingen in Zeeland van 1906 tot 1909 verzamelde, landbouwkundige gegevens zijn door TER HAAR (11) in uitvoerige rapporten verwerkt. Wij volstaan hier met het aanhalen van de volgende conclusies daaruit. De aan de grond toegebrachte schade is groter, naarmate hij langer onder water heeft gestaan,

en de overstroming met zouter water is geschied. Een meer dan oppervlakkige grondbewerking heeft nog lang nadien een ongunstige invloed op de structuur, al lijkt deze aanvankelijk ook door het bewerken verbeterd. Bij een zoutgehalte in de grond van meer dan 0,2 % zijn de enige zomergewassen, die in het eerste jaar na de overstroming met kans op succes geteeld kunnen worden, suikerbieten, voederbieten en zomergerst. Bij suikerbieten werd het eerste jaar op sterk zoute gronden een verlaging van het suikergehalte waargenomen (32). In vele gevallen kunnen met gunstig resultaat lucerne en kunstweidemengsel gezaaid worden. Is het zoutgehalte van de grond gedaald beneden 0,15 %, dan kunnen ook erwten, veldbonen en haver het doen. Niet geschikt in het eerste jaar zijn vlas, stambonen, karwij, uien, blauwmaanzaad, rode klaver en aardappelen. Ook de meeste groenten doen het op de kortelings overstroomde gronden niet. Houtgewas, ook vruchtbomen zijn niet tegen overstroming bestand; steenvruchten zijn gevoeliger dan pitvruchten, en hiervan appels gevoeliger dan peren.

In het tweede jaar, toen het zoutgehalte sterk gedaald was, vielen de opbrengsten der meeste gewassen erg mee. Maar de physische toestand van de grond liet over het algemeen veel te wensen over. Verschillen in opbrengst meende men dan ook vooral aan verschil in structuur te moeten toeschrijven. In het tweede jaar werden de beste resultaten verkregen met gerst, koolzaad, mosterd, wikken, lucerne en bieten, op de tweede plaats volgden tarwe, haver, veldbonen, erwten, karwij en kunstweide, zeer matig waren aardappelen, terwijl stambonen en cichorei niet in aanmerking kwamen.

Op gronden, die gedurende slechts enkele dagen overstroomd geweest zijn, kan men in het vierde cultuurjaar normaal met alle gewassen terugkomen. Heeft de grond echter weken of maanden lang onder water gestaan, dan tele men de eerste jaren na de overstroming vooral lucerne. Hierdoor wordt de structuur van de grond sterk verbeterd. Is de toestand na twee jaren gunstiger geworden, dan komen vooral koolzaad, mosterd, rode klaver en haver, vervolgens bieten, tarwe en gerst in aanmerking. Lucerne is te prefereren boven kunstweide of rode klaver wegens grotere weerstand tegen droogte, die op gronden, die overstroomd geweest zijn, veel nadeliger gevolgen heeft dan op normale percelen.

Zelfs na jaren is de physische toestand (structuur) van de grond nog niet in orde. Dientengevolge brengt de bewerking grote moeilijkheden mee, en bovendien is het resultaat van een bewerking slechts zeer tijdelijk. Geconcludeerd wordt: „Middelen ter verbetering der structuur zijn nog niet gevonden. In dit opzicht moet alles, voor zover onze kennis strekt, aan de tijd overgelaten worden." Dit heeft betrekking op de wijze van bewerken en bemesten; immers door het telen van lucerne blijkt de structuur van de grond wel degelijk beter te worden. Tenslotte wordt gezegd: „Kortom, het geheim ter verkrijging van niet al te teleurstellende resultaten met de cultuur in de door zeewater overstroomde polders gedurende de eerste vier jaren na de overstroming, zit vooral in het veel nalaten en weinig doen. Dit betreft enkel de bewerking en het aantal te telen gewassen, niet de hoeveelheid mest, want hiermede is het juist omgekeerd. Voor een spoedige terugkeer van de grond tot de oude toestand is het zaaien van lucerne de aangewezen weg."

Zelfs tien jaren en langer na de overstroming van 1906 in Zeeland kon men op plaatsen, waar de grond te sterk bewerkt was, de nadelige gevolgen van die behandeling nog maar al te goed waarnemen.

De historische volgorde brengt ons thans tot de overstromingen, die in Januari 1916 Noordholland hebben geteisterd, in het bijzonder Waterland en de Anna Paulownapolder (9, 27, 33, 14, 15, 12).

In Waterland was het voornamelijk grasland, dat aan de schadelijke werking van het zoute water van de Zuiderzee werd blootgesteld. Het land stond hier in vele gevallen gedurende drie tot soms bijna zes maanden onder water, en de gevolgen waren ernstig. Op den duur herstelde zich echter veel vanzelf. Eggen van het land spoedig na het droogkomen bracht niet veel verbetering. Door sommige boeren werd Engels raaigras ingezaaid, dat evenwel laat tot ontkieming kwam. Op verschillende plaatsen had men goede resultaten met het scheuren van het grasland. Na een twee- of desnoods éénjarige bebouwing met voederbieten en haver als gewassen, ging men weer over tot gras, door welke behandeling de vruchtbaarheid van het grasland waarschijnlijk sterk is vooruitgegaan. De invloed van de overstroming op tuinbouwgewassen is in Waterland eveneens nagegaan. Spoedig nadien bleken bieten, boerenkool, selderij, peterselie, koolraap, raapstelen en spinazie goed te groeien, allerlei koolsoorten, erwten, tuinbonen, wortelen, uien, postelein en andijvie matig, prei, radijs, bonen en vooral komkommers slecht. Van de vaste planten waren aardbeien en rabarber doodgegaan. In het volgend jaar kon de teelt van vele gewassen reeds met meer succes plaats hebben, om nog een jaar later weer vrijwel het normale te benaderen. Wat het fruit aangaat, hebben de pitvruchten zich beter gehouden dan de steenvruchten, hetgeen de vroegere ervaringen bevestigt. Toch hebben de appels door de overstroming sterk geleden, maar de peren bleken sterker. Perzik, pruim, kers en noot zijn bijna alle doodgegaan. Ook kruisbes en framboos zijn practisch alle afgestorven, maar zwarte en rode bessen zijn beter tegen de gevolgen der overstroming bestand gebleken.

De Anna Paulownapolder is vooral een bouwlandgebied. Hier is de ontzilting uitvoerig nagegaan; daarbij is steeds behalve het keukenzoutgehalte ook het vochtgehalte van de grond bepaald, uit welke beide waarden het per liter bodemvocht aanwezige aantal grammen zout kan worden berekend. Dit getal (later aangeduid als C-cijfer) vormt een beter criterium voor de beoordeling van de toestand dan het zoutgehalte van de grond. De ontzilting heeft op lichtere gronden door hun grotere doorlatendheid sneller plaats dan op zwaardere. Op gedraineerde percelen werd geen snellere ontzilting ten opzichte van ongedraineerde opgemerkt. Bij de cultuur is gebleken, dat percelen, die bij de overstroming een wintergewas droegen, nadien aanmerkelijk beter waren dan die, welke op wintervoor lagen. In een periode van droogte in de zomer kan het zoutgehalte in de bovenste grondlaag door capillaire opstijging aanzienlijk toenemen, soms in die mate dat de grond wit ziet door het uitgekristalliseerde zout. In de practijk kan men die zoutophoping tegengaan, door de grond oppervlakkig los te maken, waardoor het capillaire verband met de diepere lagen verbroken wordt en de verdamping vermindert. Een diepe bemaling ter verwijdering van het zoute grond- en drainwater bevordert het proces zeer. Ook hier is weer gebleken, dat naarmate de ontzilting voortgang heeft, de structuur van de grond slechter wordt.

Verschillende vraagstukken zijn door het aanleggen van proefvelden in de Anna Paulownapolder onderzocht. Op enkele gewassenproefvelden bleek weer, dat na een overstroming de teelt van gerst, bieten, mosterd en spinazie het meest aan te bevelen is. Van de in de volgende herfst gezaaide wintergewassen hebben alleen gerst en koolzaad het vrij goed gedaan. In de daarop volgende jaren waren de resultaten met allerlei gewassen zeer wisselend. Verschillende kalkproefvelden zijn aangelegd; op veengrond bleek van de toegevoegde, gebluste kalk een gunstige invloed uit te gaan, op klei en zavel is van een gunstige werking op structuur van de grond of groei van het gewas niets gebleken. Bemestingsproeven gaven weinig sprekende resultaten; vooral aan stikstof bleek behoefte te bestaan.

Ook over de cultuur in de practijk zijn in de jaren 1916, 1917 en 1918 in de Anna Paulownapolder vele gegevens verzameld en tot een overzichtelijk geheel verwerkt. Aan de door SMEDING (33) daaruit getrokken conclusies wordt het volgende ontleend. Wat de bewerking betreft, moet in het eerste jaar de grond alleen oppervlakkig worden losgemaakt, omdat door diepere bewerking de structuur voor lange tijd bedorven kan worden; alleen lichte gronden laten iets meer toe. Met een diepe herfstbewerking moet men dan ook zeer voorzichtig zijn. Voor het onderwerken van de stoppel en een zo goed mogelijke onkruidbestrijding mag slechts ondiep geploegd worden. De daarop volgende voorjaarsbewerking moet ook niet meer dan oppervlakkig zijn, bij voorkeur alleen met cultivator en egge, voldoende om een kiembed voor de te zaaien gewassen te krijgen. In het eerste jaar ondervindt de cultuur voornamelijk hinder van het aanwezige zout, terwijl de structuur nog weinig te wensen overlaat. Voor de zoute gronden zijn voeder- en suikerbieten en zomergerst de aangewezen gewassen; ook mosterd maakt een kans, terwijl lucerne het alleen op lichtere gronden vrij goed doet. In het tweede jaar was het zoutgehalte al sterk gedaald, maar de structuur liet veel te wensen over. De cultuurresultaten vielen nogal mee. Goede uitkomsten gaven bieten, spinazie, radijs en wintergerst, op de lichte gronden bovendien koolzaad, zomergerst, mosterd, klaver en lucerne, matig voldeden tarwe, haver en vlas en slecht stambonen. In het derde jaar na de overstroming was het zoutgehalte reeds zo laag geworden, dat hiervan geen schade meer te vrezen was. De structuur was echter zeer slecht, vooral op de zwaardere gronden. De opbrengsten bleven over het geheel sterk achter bij die van het vorige jaar. De lichtere gronden droegen goede gewassen van spinazie, radijs, haver, zomergerst, koolzaad, erwten, veldbonen en kool; tarwe en wintergerst waren wat minder. Op de zwaardere gronden was het resultaat van alle gewassen aanmerkelijk slechter, evenzo van bieten, die in vergelijking met het vorige jaar overal teleurstelden, maar voor deze laatste kan ook gebrek aan kunstmest een rol gespeeld hebben.

Veel leerzaams is ook gelegen in de keuze der gewassen op pas bedijkte kweldergronden (24). Op dit gebied hebben vooral de Zeeuwen op hun ingedijkte schorren in de loop der jaren veel ervaring opgedaan. MASCHHAUPT haalt o.a. ANDRIES VIERLINGH aan, die reeds omstreeks 1570 voor de eerste inzaai zomergerst aanbeval; de bekende JACOB CATS, die zich ook veel met het bedijken heeft bezig gehouden, noemt omstreeks het midden van de zeventiende eeuw in een zijner gedichten koolzaad en gerst als de beste eerste gewassen, voorts vlas en tarwe. De Dollardpolders werden gewoonlijk ook de eerste maal met koolzaad bezaaid. Volgens de Zeeuwse ervaring kan het tweede jaar op de lichte gronden rogge verbouwd worden. Er wordt wel gewaarschuwd tegen de teelt van bieten in de eerste jaren, omdat grondbewerking en oogst bij dit gewas tot bederf van de structuur der jonge gronden leiden en bovendien het suikergehalte van de bieten laag pleegt te zijn. Na het tweede jaar kan men de gewassen vrijer kiezen; vooral vlinderbloemigen zijn dan aan te bevelen. Ook mosterd en karwij, b.v. gezaaid onder spinazie, verdienen de aandacht.

Na de waterramp van 1916 is Nederland gelukkig vele jaren voor overstromingen met zeewater, althans op grote schaal, gespaard gebleven. Op hetgeen in 1939 en daarna is geschied, komen wij straks terug.

II. VORMING EN HERSTEL VAN NATRONKLEI

Door de ontwikkeling der wetenschap, in het bijzonder door de toepassing van de kolloidchemie in de bodemkunde, is het inzicht in de gevolgen van een overstroming van de grond met zeewater en in de middelen tot herstel daarvan zeer toegenomen. Het is vooral het werk van HISSINK (18) geweest, dat hiertoe veel bijgedragen heeft. Het is hier niet de plaats, daarop uitvoerig in te gaan. Met de volgende schematische beschouwing mag volstaan worden. De kleisubstantie (en dit geldt ook voor de humus) in de grond kan worden opgevat, te bestaan uit fijne deeltjes met een negatief electrische lading, omgeven door een even sterk geladen zwerm van positieve ionen, waarvan calcium-, magnesium-, kalium-, natrium- en waterstofionen in verschillende verhoudingen deel uitmaken. De binding van die ionen is zodanig, dat zij gemakkelijk van plaats kunnen verwisselen met andere, in de omringende oplossing (bodemvocht) aanwezige ionen. Men spreekt daarom van uitwisselbaar gebonden ionen of van uitwisselbare basen. Het hangt van de concentratieverhouding der ionen in de oplossing af, welk evenwicht er zal ontstaan.

In normale kleigronden overheerst het calcium verre en nemen de overige ionen een ondergeschikte plaats in. Deze als „kalkklei" aan te duiden grond heeft over het algemeen een kruimelige structuur (door coagulatie of uitvlokking der deeltjes). Bij overstroming met zeewater komen de gronddeeltjes in aanraking met een oplossing, die vooral rijk is aan keukenzout (natriumchloride) en voorts ook een vrij belangrijke hoeveelheid magnesiumzouten bevat. Door de sterk toegenomen concentraties van natrium- en magnesiumionen vindt er een gedeeltelijke omwisseling plaats van calcium tegen de genoemde ionen. Er vormt zich daardoor een zgn. „natronklei" of beter „natronmagnesiaklei". Zolang het omringende bodemvocht nog rijk is aan opgeloste zouten, blijft de grond in uitgevlokte toestand en dus in goede structuur verkeren. Is het zoutgehalte van het bodemvocht door de toegepaste ontziltingsmaatregelen voldoende laag geworden, dan ontstaat een zeer fijne verdeling (peptisatie) van de kleideeltjes, waardoor de grond dichtslibt of verslempt en in een slechte structuurtoestand geraakt. Het probleem is dus, de natronklei met zijn slechte structuur te herstellen tot een normale kalkkleigrond. Wij komen daarop straks nog uitvoerig terug. Verbetering kan alleen optreden, wanneer de overmaat aan natrium weer door calcium vervangen wordt, dus het omgekeerde van het juist beschreven proces. Daartoe zal het bodemvocht rijk aan calciumionen gemaakt moeten worden. Dat kan geschieden door toevoeging van een oplosbaar kalkzout aan de grond, zoals door HISSINK reeds in 1907 (zie boven, 13) aanbevolen is. De eerste proeven met een gipsbemesting op door zeewater beschadigde grond zijn echter eerst in 1918 in de Anna Paulownapolder genomen door de toenmalige derde of bodemkundige afdeling van het Rijkslandbouwproefstation te Groningen, waarvan HISSINK directeur geworden was (3, 16, 17). Door de werking van het gips is de structuur van de grond sterk verbeterd, terwijl in enkele gevallen op de met gips behandelde percelen vooral in de eerste jaren aanzienlijke meeropbrengsten verkregen zijn. In 1920 zijn dergelijke proeven genomen op een gedeelte van de in 1906 overstroomde Bathpolder op Zuid-Beveland, dat sindsdien in een slechte toestand was blijven verkeren; ook hier was het resultaat gunstig.

Men zal zich wellicht afvragen, of de door de zee overstroomde gronden niet te vergelijken zijn met jonge poldergronden en de problemen in beide gevallen niet van gelijke aard zijn. Inderdaad heeft men direct na de indijking van een kwelder (en dit geldt ook voor de Wieringermeer) te doen met gronden, die een overmaat uitwisselbaar

gebonden natrium bevatten en dus als natronklei te beschouwen zijn. Beide bestaan eerst uit nat slik met een laag volumegewicht en zonder structuur, bij de Wieringermeergrond echter nog veel meer vocht bevattend en met een aanmerkelijk lager volumegewicht dan bij de ingedijkte kwelders. Het verschil tussen een jonge polder en een oude grond, die overstroomd geweest is, ligt hierin, dat de jonge gronden bij de ontwatering inklinken onder sterk scheuren; de oude gronden zijn reeds bezakt en gezet en vertonen daardoor het verschijnsel van scheuren in veel geringere mate. De scheurvorming is allereerst van belang voor de ontwatering. Daarbij komt, dat de lucht door de scheuren in ruime mate in de grond kan binnendringen. De gedurende de bedekking met water onder reducerende omstandigheden gevormde zwavelijzerverbindingen gaan door oxydatie over in ferrosulfaat, dat zich vervolgens met de aanwezige koolzure kalk in gips en ijzeroxyde omzet. Voorts vindt door toetreding van de lucht oxydatie van de organische bestanddelen in de grond plaats, waarbij koolzuur ontstaat, dat de koolzure kalk omzet in in water oplosbaar calciumbicarbonaat (hierbij zij opgemerkt, dat in gronden zonder koolzure kalk, zure gronden dus, de juist genoemde reacties niet mogelijk zijn). In de ingepolderde kwelders en in de Zuiderzeepolders, die over het geheel wel voldoende koolzure kalk bevatten, komen dus oplosbare kalkzouten ter beschikking en die spelen bij de vorming van de cultuurgrond een belangrijke rol. In de eerste plaats nemen deze kalkzouten van de uitspoelende zouten van het zeewater de coagulerende (uitvlokkende) werking over; ware dat niet het geval, dan zouden de jonge gronden, die immers nog uit natronklei bestaan, door peptisatie in het zoete water licht dichtslibben, hetgeen voor nieuwe poldergronden funest zou zijn. Voorts zetten de oplosbare kalkzouten de natronmagnesiaklei door uitwisseling van natrium- en magnesiumionen tegen calciumionen in de verlangde kalkklei om:

natronmagnesiaklei + oplosbaar calciumzout $\rightleftarrows$ kalkklei + natrium- en magnesiumzouten.

Die omzetting is niet direct volledig, maar er ontstaat een evenwicht, dat om de gewenste eindtoestand te verkrijgen, telkens verbroken en verder naar rechts verschoven moet worden. Dat kan geschieden, 1e door de hoeveelheid oplosbare kalkzouten te vermeerderen (dus door bevordering van oxydatie en koolzuurproductie of zo nodig door toevoeging van dergelijke verbindingen) en 2e door de gevormde natrium- en magnesiumzouten zo snel mogelijk te verwijderen, m.a.w. voor een goede afwatering te zorgen (19, 20). Het is uit het voorafgaande dus duidelijk, dat in nieuwe zeepolders, wanneer de behandeling op de juiste wijze geschiedt, vanzelf voldoende calciumionen zullen ontstaan, om de gewenste omzetting van natron- in kalkkleigrond te bewerkstelligen.

Bij de overstroomde, oude cultuurgronden, die reeds gezet en bezakt zijn, zal na het droogkomen scheurvorming weinig of niet optreden. Oxydatie en koolzuurproductie zullen daardoor in mindere mate plaats hebben met als gevolg een geringe vorming van de gewenste oplosbare calciumzouten; dikwijls komt er ook te weinig zwavelijzer in voor, om een voldoende vorming van gips te bewerkstelligen. Om de noodzakelijke herstelprocessen toch voortgang te doen hebben, moet men er voor zorgen, dat er voldoende oplosbare calciumzouten aanwezig zijn.

Op gronden, die geen koolzure kalk bevatten, moet men een dergelijk zout, in casu gips, toevoegen. Bevat de grond wel kalk, dan kan men natuurlijk even goed gips gebruiken, maar in de plaats daarvan kan men ook b.v. zwavel of ijzersulfaat gebruiken, door welke toevoeging na de noodzakelijke omzettingen met de koolzure kalk eveneens gips gevormd wordt. Een bemesting met gips komt dus voor het beoogde doel wel het meest in aanmerking (22).

In verband met dit vraagstuk is ook van belang een studie van VAN DER PAAUW (28) over de landbouwkundige betekenis van het gips, waarin de verschillende aspecten van het gipsprobleem belicht worden. Hierin zijn voor de geïnundeerde gronden speciaal de volgende punten van belang. Boven is reeds uiteengezet, welke invloed het gips uitoefent bij de omzetting van een dichtgeslibde natronkleigrond in een kalkkleigrond van behoorlijke structuur en goede doorlatendheid. Voorts bewerkt toevoeging van een neutraal zout, zoals gips is, een gedeeltelijke uitwisseling van de waterstofionen van de grond tegen calciumionen, waardoor het bodemvocht iets zuurder wordt, en de pH van de grond dus iets wordt verlaagd. Die verzuring is meestal gering, maar toch kan daardoor een bemesting met gips op zure, humeuze zandgronden schadelijk werken, gelijk HUDIG in (niet gepubliceerde) proeven heeft gevonden; MASCHHAUPT vond iets dergelijks bij een zure, venige kleigrond (evenmin gepubliceerd). Dan valt te rekenen met de physiologische werking, berustende op het ionenantagonisme. Wanneer nl. een overigens onschadelijk zout uitsluitend of in grote overmaat aan het gewas wordt toegediend, ontstaat een sterk schadelijk effect, dat wordt opgeheven of verzwakt, door tegelijkertijd een ander zout, vooral een calciumzout b.v. gips, toe te dienen. Zo zal gips door inundatie ontstane zoutschade kunnen verminderen, m.a.w. bij aanwezigheid van gips kan een hogere zoutconcentratie verdragen worden. Tenslotte is nog te vermelden de invloed van gips op de werking der bodembacteriën. Over een invloed op de processen der ammonificatie en der nitrificatie zijn de berichten zeer tegenstrijdig; wat de luchtstikstof bindende bacteriën en de wortelknolletjesbacteriën der vlinderbloemigen aangaat, is veelal een gunstige werking geconstateerd.

III. INUNDATIES IN 1939 EN 1940

Wij komen thans te spreken over de inundaties, die onder de invloed van de oorlogsdreiging en later in verband met de Duitse invasie in het najaar van 1939 en het voorjaar van 1940 door de Nederlandse, militaire overheid zijn tot stand gebracht (5). In vergelijking met wat de laatste jaren van de oorlog hebben gebracht, was het overstroomde gebied slechts klein. Bovendien heeft de inundatie voor het grootste deel met zoet water en gedurende betrekkelijk korte tijd plaatsgevonden. Voornamelijk zijn echter met zout water overtroomd geweest een aantal polders op Goeree-Overflakkee (6), in West-Noordbrabant en op Zuid-Beveland. In het bijzonder op het laatstgenoemde eiland waren de gevolgen ernstig. In totaal hebben hier ongeveer 1.500 ha, gelegen in de polder Kruiningen, de Nieuw Olzende- en de Sint Pieterspolder, door de inundatie met zout water geleden. Hoewel, zoals ook reeds uit het voorafgaande is gebleken, in Nederland vele ervaringen waren verkregen inzake de behandeling van met zout water overstroomde gronden, zag de landbouwvoorlichtingsdienst in de getroffen gebieden zich in 1939/1940 en daarna toch voor tal van problemen geplaatst. Voor de oplossing daarvan werd ook de medewerking verzocht van de Directie van de Wieringermeer, die in verband met het in cultuur brengen van de drooggelegde, zoute Zuiderzeegronden over een grote kennis van verwante vraagstukken beschikte. Speciaal in de drie genoemde, Zuid-Bevelandse polders zijn uitgebreide onderzoekingen verricht, die niet alleen in belangrijke mate tot het herstel van deze gronden zelf hebben bijgedragen, maar ook een vermeerdering van kennis der vraagstukken in het algemeen hebben opgeleverd, welke bij de rampen, die later gevolgd zijn, van buitengewoon grote waarde is gebleken. De daarbij verkregen ervaringen en uitkomsten van proefnemingen zijn vastgelegd in een tweetal belangrijke rapporten (34, 10).

Het ligt in de bedoeling, hieronder de belangrijkste punten uit die rapporten te bespreken en daarbij vooral de algemene gezichtspunten volgens de nieuwste opvattingen naar voren te brengen. Bij de samenstelling van dit overzicht is verder gebruik gemaakt van een publicatie, die reeds met het oog op de gevolgen der inundaties in het jaar 1944 is geschreven, maar die toch ook geheel op vroegere ervaringen is gebaseerd (36).

1. ONTZILTING (4, 35)

Het is van belang, kennis te hebben van de zoutconcentratie van het water, waarmede de grond overstroomd wordt. Normaal bodemvocht bevat $\frac{1}{2}$ tot 1 gram zouten per liter. In zeewater is de zoutconcentratie ongeveer vijftig maal zo hoog, nl. 35 gram per liter, voornamelijk bestaande uit natriumchloride of keukenzout (bij de bepaling en de berekening van het gehalte in water- en grondmonsters wordt ook alleen met dit bestanddeel rekening gehouden). In de verschillende Zeeuwse stromen kan het zoutgehalte van het water nogal uiteenlopen; in de Oosterschelde bedraagt dit gehalte ongeveer 25 gram per liter, in de Westerschelde is het aanmerkelijk lager. Bij langere duur der inundatie is het aan te bevelen, het op het land staande water van tijd tot tijd op zoutgehalte te onderzoeken.

Terstond na het droogkomen van het overstroomde gebied is het noodzakelijk, op vele plaatsen met een grondboor grondmonsters van de laag van 5–20 cm te nemen (deze laag is de belangrijkste, omdat zij het grootste deel van de bouwvoor vertegenwoordigt; de bovenste vijf cm late men buiten beschouwing, omdat hierin binnen korte

tijd grote veranderingen kunnen optreden). Bovendien wordt een beperkt aantal zgn. standaardplekken laagsgewijs (0–5, 5–20, 20–50 en 50–80 cm) bemonsterd, om een nauwkeuriger inzicht in de verzouting van de grond en in het verloop der ontzilting te krijgen.

In de grondmonsters worden bepaald de gehalten aan vocht en aan natriumchloride of keukenzout (berekend uit de bepaling van het chloorgehalte) in grammen per 100 gram droge grond, welke respectievelijk als A-cijfer en als B-cijfer worden aangeduid. Verder is van groot belang het C-cijfer, dat het aantal grammen keukenzout per liter bodemvocht aangeeft ($C = 1000\ B/A$).

De verkregen cijfers kunnen op een kaart van het gebied worden aangegeven. Een dergelijke kartering moet van tijd tot tijd worden herhaald. Uit de opeenvolgende zoutkaarten is duidelijk het verloop van de ontzilting van het betreffende gebied af te lezen. De C-cijfers zijn over het algemeen van het meeste belang, maar bij de beschouwing ervan moet men voorzichtig zijn. Immers een daling van C kan zowel door het verdwijnen van zout (dus daling van B) als door een verhoging van het watergehalte (dus een stijging van A) teweeggebracht worden.

Het watergehalte (A-cijfer) van de grond is in de winter het hoogst, om in de loop van het voorjaar langzaam en in de zomer merkbaar te dalen, om in het najaar weer op te lopen. Het watergehalte hangt ook af van de hoeveelheid humus en afslibbare delen in de grond; naarmate die groter is, is het watergehalte hoger.

Om te zien, of de hoeveelheid zout in de grond verandert, moet men zich van het B-cijfer bedienen.

Bij de beoordeling van vragen, die met de groei der gewassen verband houden, is voornamelijk het C-cijfer van belang.

Over de wijze van verzouting van de grond moet eerst iets worden medegedeeld. Bij zeer langzaam opzetten van het water zal dit zeer geleidelijk via sloten en drains van beneden af in de grond opstijgen, waarbij de grond van beneden naar boven toe zal verzouten. De meeste inundaties zullen echter door een plotselinge catastrophe of door opzettelijke, snel uitgevoerde maatregelen plaatshebben, waardoor het zoute water van boven af in de grond zal binnendringen. Wordt de overstroming gevolgd door een geregeld blootstellen van de grond aan de werking van eb en vloed (dus bij een diep gat in de zeedijk van een polder), dan zal de grond spoedig geheel met zout water verzadigd worden; dit was b.v. het geval bij de overstroming van 1906 in Zeeland en in 1945 op Walcheren. Bij de meeste inundaties, b.v. die van 1916 in de Anna Paulownapolder, die van 1940 en ook die van 1944 in Zuidwest-Nederland, werd echter het land snel geheel onder water gezet en het bleef ook gedurende de gehele overstroming onder water. Hier heeft de verzouting van boven naar beneden toe plaatsgehad, waarbij allerlei diffusiestromingen in de grond optreden.

De mate van verzouting van de grond hangt af van de duur der inundatie en ook van de grondsoort. Een verzoute grond verliest zijn zout betrekkelijk snel weer door de uitlogende werking van het regenwater, dat in de grond dringt, daarin een zekere weg aflegt en tenslotte afvloeit naar greppels, drains, sloten of kanalen. De ontziltingssnelheid hangt dus af van de hoeveelheid regen, die de grond passeert.

Van de jaarlijkse regenval in Nederland ten bedrage van rond 700 mm komt gemiddeld bijna $\frac{2}{3}$ deel tot verdamping, terwijl ruim $\frac{1}{3}$ afgevoerd wordt. Alleen van het laatstgenoemde gedeelte moet de ontzilting het hebben. Nu is in het zomerhalfjaar (April-September) de verdamping sterk overheersend en de afvoer gering, terwijl het in de periode October-Maart juist omgekeerd is. Van de totale afvoer komt gewoonlijk

80 à 90 % voor rekening van het winterhalfjaar. Het is dus wel duidelijk, dat de ontzilting van de grond alleen des winters van betekenis is, en de mate van ontzilting wordt dan ook bepaald door de regenval gedurende de winter. Zelfs sterke zomerregens hebben weinig effect, omdat de verdamping steeds blijft overheersen; op goed doorlatende zandgronden is des zomers misschien soms van enige ontzilting sprake, maar meestal is die van geen belang. Ook in zeer droge winters is de ontzilting natuurlijk gering.

De afgevoerde regen passeert dóór en voor een deel ook over de grond. Het over de grond afvloeiende water neemt slechts iets zout uit de oppervlakte mee, en draagt slechts weinig tot de ontzilting bij. Juist op overstroomde gronden zal door het dichtslibben van de bovenlaag meer water dan normaal bovengronds afvloeien. Daardoor spoelt ook veel slib (ten onrechte vaak aangeduid als „ebslib" naar de uiterlijke gelijkenis met het zich buitendijks op de kwelders bij eb afzettende slib) in de sloten. De ontmenging van de klei- en zandbestanddelen van de grond leidt tot wegspoelen van slib, waarbij verslemping van de bovenlaag optreedt en de witte zandkorrels bloot komen te liggen.

Voor een snelle ontzilting is een zo sterk mogelijke afvoer dóór de grond nodig. Die hangt af van de intensiteit van de ontwatering. Allereerst zal men moeten zorgen, dat greppels en sloten in orde gemaakt worden. In vroegere gevallen en ook na de Zeeuwse inundaties van 1940 waren de meeste gronden na één winterperiode reeds grotendeels ontzilt. Zelfs wanneer ontwatering en drainage nogal wat te wensen schenen over te laten, werd toch dikwijls nog een vrij behoorlijke ontzilting verkregen, vooral waar zoals in vele Zeeuwse polders een goed doorlatende ondergrond van zand aanwezig was. Zelfs werd weinig verschil in ontzilting tussen gedraineerde en ongedraineerde percelen geconstateerd. Bij zware gronden geraken soms de drains verstopt door het slib. Het opgraven, schoonmaken en herleggen der drains moet echter sterk ontraden worden, omdat zij toch spoedig opnieuw verstopt zouden raken en de structuur van het vergraven land volkomen bedorven zou worden.

Voorop moet het structuurherstel van de grond staan; later kan de drainage weer in orde gemaakt worden. Ook de grondsoort is van betekenis voor de snelheid van ontzilting. Over het algemeen heeft dit proces bij zandgronden sneller plaats dan bij kleigronden. In de eerste plaats is het A-cijfer van zandgrond lager dan van klei; in het voorjaar bedraagt dit bij klei meestal bijna 30, terwijl het bij zand gewoonlijk lager dan 20 is. Bij gelijk C-cijfer moet het B-cijfer, het totaal aanwezige zout, dus bij zand lager zijn dan bij klei, hetgeen een snellere ontzilting van het zand betekent. Verder is zand vanzelf reeds meer doorlatend dan klei, en bovendien zullen de zandgronden niet zoals de klei in de bovenlaag verslempen en daardoor niet tot een extra bovengrondse afvoer en verdamping aanleiding geven. Hoewel zware gronden dus wel iets langzamer ontzilten dan lichte, is toch ook bij vele kleigronden na de winter een behoorlijke ontzilting bereikt. In de meeste overstroomde polders is dan ook na de winterontzilting het C-cijfer zoveel gedaald, dat zoutschade voor de gewassen niet meer te vrezen is.

Aan het onderzoek, uitgevoerd na de overstromingen van 1906, 1916 en 1940, ontlenen wij, dat de C-cijfers, bij het droogkomen der gronden variërende van 7 tot 25 in de laag van 5–20 cm, bij een normale regenval gedurende de eerste winter in de meeste gevallen tot 1 of daar beneden gedaald waren. Alleen in enkele gevallen, t.w. bij bijzonder zware gronden, bij een slecht doorlatende ondergrond van taaie klei of dicht veen of bij een onvoldoende regenval in de winter, werden wel eens hogere cijfers, echter zelden hoger dan 2 à 3, gevonden. In de Wilhelminapolder, die in 1943 tengevolge van een dijkval gedeeltelijk door de zee overstroomd is, bleken in 1944 na een

droge winter, die tot een onvoldoende ontzilting leidde, zelfs nog verschillende plekken met C-cijfers van ongeveer 8 voor te komen.

Tot dusverre hebben wij alleen gesproken van een neergaande beweging van water en zout in de grond. Toch vindt in de zomer een tijdelijke stijging van het zoutgehalte plaats. Daarop van invloed is de hogere verdamping en het waterverbruik van het gewas, waardoor (dalend A-cijfer) bij gelijkblijvend B-cijfer het C-cijfer dus toeneemt. Maar in de zomer vindt ook een ander proces plaats, nl. de capillaire opstijging van het bodemvocht in de grond. Dit bodemvocht, dat zout bevat, verdampt aan de oppervlakte, waardoor zowel het B- als het C-cijfer hoger worden. Een enkele maal zal het zout bij droog en zonnig weer zelfs aan de oppervlakte uitkristalliseren, en is dan als een glinsterende korst in het zonlicht zichtbaar. Bij minder zonnig weer trekt het zout vocht uit de lucht aan, waardoor een dergelijke grond dikwijls een donker en vochtig uiterlijk bezit. Van grote betekenis is de verzouting ten gevolge van deze capillaire opstijging gewoonlijk niet; men kan die nog tegengaan, door de grond oppervlakkig los te maken, waardoor het capillaire verband verbroken wordt. Ernstiger kan hij echter zijn in enkele bijzondere gevallen, waar zout kwelwater zijn invloed doet gelden; daar kan gedurende de zomer weer in ernstige mate verzouting optreden (stijging van de B- en C-cijfers), hetgeen de ontzilting sterk kan vertragen. ?

2. MAATREGELEN TOT HERSTEL VAN DE GROND

Boven is hierover reeds het een en ander gezegd in verband met de kolloidchemische opvattingen van de grond, die door de onderzoekingen van HISSINK e.a. ingang hebben gevonden. Op grond daarvan was na enkele vroegere overstromingen met succes in proeven een bemesting met gips toegepast.

De voortgezette onderzoekingen, vooral door ZUUR en medewerkers in het laboratorium van de Directie van de Wieringermeer (Noordoostpolderwerken) te Kampen, hebben tot een verheldering der inzichten in de toestand van overstroomde gronden en in de middelen tot verbetering belangrijk bijgedragen.

In het kort gaat het erom, de verslempte natronklei- of natronmagnesiakleigrond van slechte structuur weer om te zetten in een goed uitgevlokte kalkkleigrond met een normale structuur. Zoals wij hebben gezien, krijgt men bij de ontzilting van de grond met een verslechtering van de structuur te maken. Elke bewerking van de grond zal dat structuurbederf nog erger maken. Daarom wordt dan ook steeds met klem aangeraden, slechts zo weinig mogelijk, zo ondiep mogelijk en zo droog mogelijk te bewerken. De verslemping begint op te treden, zodra de ontzilting het C-cijfer tot ongeveer 5 heeft doen dalen.

Verschillende processen kunnen gunstig op de verlopende reacties en daarmede op het herstel van de grond werken. In de eerste plaats hebben wij te maken met het proces, dat als uitloging betiteld wordt. Een natronklei zal in aanraking met sterk zout water een zeker evenwicht tussen de uitwisselbaar gebonden ionen en de ionen in de bodemoplossing vertonen. Naarmate de ontzilting voortschrijdt, m.a.w. de bodemoplossing minder zout wordt, zal dat evenwicht verschoven worden, en de gebonden natrium en magnesium zullen ten dele gaan uitwisselen tegen waterstofionen van de oplossing. In de oplossing verschijnen daardoor natriumhydroxyde en door de aanwezigheid van koolzuur ook carbonaat en bicarbonaat. Deze producten verhogen de pH en werken de verslemping van de grond in de hand. Men moet er daarom voor zorgen, door een goede ontwatering de gevormde reactieproducten zo snel mogelijk te verwijderen. De beschreven uitlogingsreactie, welke als een hydrolyse is op te vatten,

voert dus tot een grond, die bij afwezigheid van koolzure kalk in de plaats van oorspronkelijk aanwezig uitwisselbaar calcium een zekere hoeveelheid uitwisselbaar gebonden waterstof zal bevatten en dus (na het afvoeren der alkalische reactieproducten) iets zuurder zal zijn geworden. Bovendien leidt deze uitloging gemakkelijk tot verslemping.

In gronden, die koolzure kalk bevatten, kan zich een uitwisseling van het calcium, eventueel na voorafgaande vorming van het in water oplosbare calciumbicarbonaat, tegen de aan de grond gebonden natrium en magnesium voltrekken. De zich daarbij vormende carbonaten en bicarbonaten moeten ook hier zo spoedig mogelijk afgevoerd worden. Het voordeel tegenover het uitlogingsproces op koolzure kalkarme gronden is, dat er weer calcium in plaats van waterstof uitwisselbaar door de grond gebonden wordt en dus geen verzuring optreedt. Het is dan ook jammer, dat door het slechte oplossen van koolzure kalk deze reactie slechts langzaam verloopt.

Zoals boven reeds uiteengezet, worden de beste resultaten verkregen door een toevoeging van gips aan de grond. Dit uit calciumsulfaat bestaande product bezit een aanmerkelijk grotere oplosbaarheid in water, nl. ongeveer 2 gram per liter. Daardoor zal een grotere hoeveelheid natrium en magnesium tegen calcium kunnen uitwisselen. Daarbij ontstaan in de oplossing natrium- en magnesiumsulfaat, welke een neutrale reactie vertonen en minder verslempend werken. Door deze sulfaten geregeld af te voeren, kan de reactie verder voortgaan. Langs deze weg wordt het gewenste doel, d.i. een normale kalkkleigrond van goede structuur en doorlatendheid, het best en het snelst bereikt. In tegenstelling met de hierboven genoemde maatregelen moet het gips doelbewust in de vorm van een bemesting aan de grond toegediend worden. Van belang is hier nog het tijdstip, waarop de gipsbemesting het best gegeven kan worden. Het is waarschijnlijk ondoelmatig, dit reeds te doen, wanneer de zoutconcentratie van de bodemoplossing nog hoog is. De concentraties aan natrium en magnesium in de oplossing zijn dan nog te hoog, om de uitwisseling van het aan de grond gebonden natrium en magnesium tegen het calcium mogelijk te maken. Vermoedelijk zal men het best doen met het uitstrooien van het gips te wachten, totdat het eerste gedeelte van de ontzilting afgelopen is, b.v. tot een C-cijfer van ongeveer 5 bereikt is. Liefst zal men het strooien even voor het optreden van verslemping van de grond. En natuurlijk moet de bodemtoestand het betreden van het perceel eerst toelaten. Wat de wijze van toediening van het gips aangaat, wordt aanbevolen, het met de schop van de wagen af te strooien of liever nog een kunstmeststrooier te gebruiken en het zeer ondiep door de bovengrond te werken. Volgens de latere ervaring zou het echter beter zijn, het gips na de laatste grondbewerking in de herfst over de oppervlakte te strooien en niet in te werken. Het bovenste laagje, dat juist als kiembed van zo groot belang is, kan dan ook van de gunstige werking profiteren.

Samenvattend kan men zeggen, dat men de grond eerst door een goede ontwatering gedeeltelijk moet laten ontzilten, waarbij reeds een deel van het uitwisselbare natrium zal uitlogen (na hydrolyse); vervolgens wordt de uitwisseling van natrium en magnesium tegen calcium door een gipsbemesting voltrokken onder verwijdering der reactieproducten.

Het bovenstaande wordt gestaafd door een uitgebreid cijfermateriaal dat in de verschillende rapporten is verwerkt. Wij volstaan hier met een enkel voorbeeld, dat betrekking heeft op een in April 1941 (dus een jaar na de inundatie) in de Nieuw Olzendepolder aangelegd proefveld. De grond bevat 19 % lutum (deeltjes, kleiner dan 0,002 mm), 1,7 % humus en 5,7 % koolzure kalk. Hieronder zijn opgegeven de gehalten aan

uitwisselbaar gebonden calcium, magnesium, kalium en natrium (uitgedrukt in milliaequivalenten per 100 g lutum + humus), bepaald na verschillende tijden en bij verschillende behandelingen van de grond.

Tijd	Behandeling	Ca	Mg	K	Na
Vlak na inundatie 1940	–	–	–	–	12,7
Bij aanleg April 1941	uitloging	36,0	15,6	3,2	9,5
Zomer 1942	uitloging	44,8	13,6	2,9	4,2
Augustus 1943	uitloging	44,2	13,6	2,8	3,0
Zomer 1942	bem. met 4 ton gips in 1941	53,2	11,8	2,6	0,9
Zomer 1942	bem. met 20 ton gips in 1941	56,2	9,9	2,6	1,0
Augustus 1943	bem. met 20 ton gips in 1941	58,0	7,6	2,2	0,6

Daaruit blijkt duidelijk een stijging van het uitwisselbare calcium, gepaard gaande met een daling van het uitwisselbare natrium en magnesium. Door uitloging alleen gaat die daling echter niet ver genoeg. Het uitwisselbare natrium blijft hier bij 3 eenheden staan en wordt eerst door de toevoeging van gips beneden 1 gebracht.

In plaats van gips zou misschien ook calciumchloride gebruikt kunnen worden. Dit afvalproduct der sodafabricage is lang niet overal verkrijgbaar en heeft verder als nadelen, dat het sterk hygroscopisch is, veel chloor bevat en zeer oplosbaar in water is. Daardoor zal wel tijdelijk de verlangde, hoge calciumionenconcentratie in de oplossing aanwezig zijn, maar het calciumchloride zal door uitspoeling verdwijnen, waardoor de reactie tot stilstand komt en herhaalde toevoeging nodig zal zijn, welke met het oog op het hoge chloorgehalte ook minder wenselijk is.

Een goed resultaat is ook bereikbaar door een bemesting met zwavel. Door bacteriële werking in de grond gaat deze stof over in zwavelzuur, dat met de aanwezige koolzure kalk weer calciumsulfaat (gips) vormt. De verdere werking daarvan hebben wij reeds leren kennen. Het verschil met een directe gipsbemesting ligt hierin, dat de omzetting van de zwavel in zwavelzuur tijd kost en de zwavelbemesting alleen is toe te passen op gronden, die koolzure kalk bevatten. Boven hebben wij gezien, dat wij op jonge poldergronden, die zowel rijk zijn aan zwavelijzerverbindingen als aan koolzure kalk, met allerlei omzettingen onder medewerking van bacteriën te maken hebben, die tenslotte ook leiden tot de vorming van gips, dat op zijn beurt de verlangde omzetting van natronklei in kalkklei tot stand zal brengen (hier behoeven dus geen stoffen aan de grond toegevoegd te worden).

Door HARMSEN (36, 10) zijn microbiologische proeven op geïnundeerde gronden genomen, waarbij aan de hand van de koolzuurproductie van de grond de invloed van de overstroming op het microbenleven werd nagegaan. Inderdaad bleek er van een nadelige werking sprake, vooral bij sterk zout inundatiewater, terwijl het bacterieleven ook in reeds ontzilte, maar verslempte grond geschaad blijkt te zijn. Bij de proeven zat de bedoeling voor te onderzoeken, of een organische bemesting (stalmest of gehakseld stro) of een éénjarige groenbemesting (klaver) tot een verhoogd bacterieleven met een grotere koolzuurproductie leidde, zodat er aanmerkelijk meer calciumbicarbonaat gevormd zou worden, dat analoog aan de werking van toegevoegd gips de omzetting van natron- in kalkklei zou bevorderen en de structuur verbeteren. Het is echter gebleken

dat ondanks een merkbaar hogere koolzuurproductie van een gunstige invloed op de vorming van kalkklei en op het structuurherstel nauwelijks sprake was. Gips wint het verre.

Het een en ander mag worden geïllustreerd door in cijfers uitgedrukte schattingen van de structuur op verschillende objecten van hetzelfde in April 1941 aangelegde proefveld in de Nieuw Olzendepolder, welke verschillende, hieronder genoemde behandelingen hebben ondergaan. In October werden daar de volgende structuren geschat; het cijfer 10 duidt een uitstekende, 2 een volkomen bedorven structuur aan, daartussen liggende verschillende overgangen.

Behandeling	Geschatte structuur
Onbehandeld	3
35 ton stalmest	3
Eénjarige klaver ondergeploegd	3
10 ton gehakseld stro ondergeploegd	3
1 ton zwavel	4
2 ton zwavel	6
4 ton zwavel	9
4 ton gips	4
10 ton gips	8
20 ton gips	10

Daaruit ziet men duidelijk, dat de organische- en de éénjarige groenbemesting de structuur niet hebben verbeterd, dat het gips vooral in de hogere giften uitstekend heeft gewerkt en dat ook met zwavel op deze kalkhoudende grond een behoorlijk resultaat bereikt is.

De verschillen in de stand der gewassen bleken enigszins met de structuurverschillen parallel te lopen.

Van groot belang lijkt ons een waarneming, die bij het microbiologisch onderzoek der Zeeuwse polders werd gedaan. Telkens weer bleek, dat het structuurbederf slechts zelden tot een anaërobe toestand van de bovengrond leidt. Wel werd in het voorjaar van 1941 hier en daar de kenmerkende zwarte kleur en de reuk naar zwavelwaterstof van gereduceerde, anaërobe gronden waargenomen. Maar later bleef de grond tot een diepte van 30 à 40 cm steeds aëroob, zelfs na een zware regenval en bij een op het oog volkomen dichtslemping. Evenwel werd de zwarte kleur wel telkens geconstateerd bij die gronden, welke diep en intensief bewerkt waren. Daaruit krijgt men sterk de indruk, dat de oude structuur van de grond niet licht in zo sterke mate dichtslaat, dat hij volkomen anaëroob wordt. Wordt de structuur echter door verkeerde bewerking kunstmatig verstoord, dan treden verdichting en anaërobie op. Deze waarneming is dan ook een sterke steun voor het advies, om de na een overstroming drooggevallen gronden zo weinig mogelijk, zo ondiep mogelijk en zo droog mogelijk te bewerken. Dit kan niet dikwijls genoeg herhaald worden.

Uit alles blijkt wel, dat het gips als het beste middel voor het structuurherstel van geïnundeerde gronden te beschouwen is; op kalkhoudende grond kan eventueel ook zwavel gebruikt worden.

Na grote overstromingen met zout water moet men op korte termijn over grote hoeveelheden gips kunnen beschikken. Gips is echter geen meststof, die zoals stikstof-,

fosforzuur-, kali- en kalkmeststoffen geregeld aangeboden wordt, omdat er onder normale omstandigheden geen vraag naar bestaat. Wordt men dan ook plotseling voor de taak gesteld, een belangrijk kwantum gips (in 1945/1946 was een paar honderdduizend ton nodig) aan te schaffen, dan zal het niet altijd mogelijk zijn, hoge eisen aan de kwaliteit te stellen, en zal men dikwijls genoegen moeten nemen met hetgeen verkrijgbaar is. Een goede soort gips is afkomstig van de fabrieken, die uit ruw fosfaat en zwavelzuur fosforzuur bereiden. Ook is gips een afvalproduct bij andere industriële processen, b.v. de zout- en de melkzuurfabricage. Het gips van de keramische industrie, zgn. beeldjesgips en stucadoorgips kunnen, mits voldoende fijn gemalen, ook voor het beoogde doel dienen. Gemalen natuurlijk gips, ingevoerd uit het buitenland (Frankrijk en Luxemburg), is eveneens goed te gebruiken. Van de verschillende soorten kan het gehalte aan werkelijk gips (d.i. $CaSO_4 . 2H_2O$) sterk uiteenlopen, nl. van omstreeks 50 % of nog lager tot ruim 90 %. Naast een behoorlijk gehalte aan gips, dat immers het werkzame bestanddeel uitmaakt, is ook een goede strooibaarheid van het product van belang. Daartoe moet het zo fijn en droog mogelijk zijn.

Wat de per ha benodigde hoeveelheid gips aangaat, deze hangt natuurlijk van het gehalte van het gebezigde product af, maar verder vooral van de aard van de grond. Hoewel gips bij het in cultuur brengen van de zgn. „alkali soils" in warme landen veel toegepast wordt, was de ervaring op geïnundeerde gronden hier te lande tot voor korte tijd nog gering. Wel hebben de proeven van HISSINK met gips in Zeeland en de Anna Paulownapolder in de jaren 1918 en 1920 gunstige resultaten opgeleverd, maar de prijs van een gipsbemesting werd te hoog geacht, zodat men destijds niet tot een toepassing van gips op grote schaal heeft geadviseerd. Na de inundaties van de Zuid-Bevelandse polders in 1939 en 1940 werd tot de toepassing van gips tot herstel van de structuur besloten, omdat de prijs van het beschikbare gips, afkomstig van de fosforzuurbereiding, niet te hoog was, en vooral omdat op de betreffende gronden veel uien en wortels verbouwd plegen te worden, voor welke gewassen een goede structuur van groot belang is. Van dit gips met een gehalte van 65 % $CaSO_4 . 2H_2O$ werd in de herfst van 1941 een gift van 3 ton per ha toegediend, welke hoeveelheid, theoretisch beschouwd, ongeveer voldoende moest zijn, om het na de uitloging nog aan de grond gebonden natrium een verdere, voldoende verlaging te doen ondergaan. De toegediende hoeveelheid bleek echter niet geheel toereikend voor volledig structuurherstel. Het oordeel over het verkregen resultaat was echter ook bij de practijk gunstig; er werden grote verschillen in bewerkbaarheid en kleur tussen wel en niet bemeste percelen waargenomen. Door deze practische resultaten vond algemeen de mening ingang, dat gips, mits niet te hoog in prijs, het aangewezen middel is voor structuurverbetering van overstroomde gronden. Voor zeer lichte gronden zal een gipstoediening niet nodig zijn, voor zavelgronden met 15 tot 25 % afslibbare delen zou $2\frac{1}{2}$ tot 3 ton $CaSO_4 . 2H_2O$ geadviseerd kunnen worden, terwijl men op echte klei wel 8 à 10 ton of meer zal moeten geven. Het geven van een meer gepreciseerd advies laten de beschikbare gegevens niet toe. Op gronden, die rijk zijn aan koolzure kalk, kan men met wat kleinere giften volstaan dan op ontkalkte gronden.

3. CULTUURMAATREGELEN

In het bovenstaande is er reeds herhaaldelijk de aandacht op gevestigd, dat de grondbewerking op geïnundeerde gronden veel voorzichtiger en met meer overleg moet geschieden dan op normale percelen. De daarbij optredende moeilijkheden zijn groter, naarmate de grond zwaarder is en naarmate hij meer ontkalkt en stugger is, terwijl de

lasten op meer humeuze gronden minder zwaar wegen. Daarmede in overeenstemming is de ervaring, dat de bezwaren eveneens geringer zijn op percelen, die tijdens de inundatie in gras of klaver lagen. Een grond, die kort vóór de overstroming bewerkt is, zal speciaal last geven. Voorts maakt het verschil, of de grond op het tijdstip van de overstroming nat of droog was; op een droge grond zal het zoute water gelegenheid hebben sneller en intensiever in te werken. Hoe langer de inundatie duurt, des te groter zal de schade aan de grond zijn. Het zal dus duidelijk zijn, dat men na een inundatie te maken zal krijgen met gronden, die afhankelijk van allerlei factoren in zeer verschillende toestand kunnen verkeren.

Zoals men weet, vertoont een natronkleigrond de lastige eigenschap, geen voldoende weerstand aan de invloed van de regen te bieden, maar vlak te drijven en dicht te lopen. Bij droogte wordt de bovenlaag spoedig tot een harde korst, die door regen weer in een stopverfachtige massa verandert. Overtollig water zakt daardoor moeilijk weg, er blijven plassen op het land staan en de grond droogt langzaam op. Dat brengt mee, dat men bij regenachtig weer eerder de werkzaamheden moet staken en langer moet wachten, alvorens weer te kunnen beginnen. Het is dikwijls moeilijk, het juiste tijdstip voor de bewerking precies te treffen, vooral ook omdat de toestand op verschillende plaatsen van een perceel nog sterk uiteenlopen kan. VAN BEEKOM drukt zich in een circulaire kort en krachtig aldus uit: „Bewerkt niet te nat, vooral ook niet te droog, maar zodra geschikt, terstond."

Direct na de overstroming is het zoutgehalte van de grond de beperkende factor, welke bepaalt, of aan het in cultuur nemen gedacht kan worden. Echter kan met het oog op het onkruid een ingrijpen noodzakelijk worden. De grond zal echter steeds eerst zo droog moeten zijn, dat hij betreden kan worden en paarden en werktuigen er op terecht kunnen, zonder er in weg te zakken. Bij sterk drogend weer kan de bovenlaag echter soms snel zo hard worden, dat bewerking daardoor onmogelijk wordt en eerst weer regen afgewacht moet worden. Het zal voor de boer dan ook dikwijls heel moeilijk zijn, zijn grond tijdig zaaiklaar en ingezaaid te krijgen. Toch zal er steeds naar gestreefd moeten worden, de grond zo spoedig mogelijk met een gewas te bedekken, hetgeen de verbetering van de structuur in de hand werkt .Men zal wel eens wat moeten schipperen en enig risico moeten nemen, maar vooral op de zwaardere gronden met bedorven structuur zal men zeer voorzichtig moeten zijn en liever wat langer geduld oefenen dan dat door een voortijdige of te diepe bewerking de schade nog vermeerderd of het herstel vertraagd wordt.

Men zal moeten trachten met een zo ondiep mogelijke bewerking een tweeledig doel te bereiken, t.w. het verkrijgen van een behoorlijk kiembed en de bestrijding van het onkruid. Te hoge eisen zal men aan het kiembed niet kunnen en mogen stellen; met een wat brokkelige structuur zal men genoegen moeten nemen, daar een door herhaalde bewerking fijner verdeelde grond bij het opdrogen tot hard worden en bij regen meer tot verslemping neigt. Daarom moet ook terstond na de grondbewerking gezaaid worden, waarbij men wat meer (tot 20 % toe) zaaizaad dient te nemen, naarmate de structuur van de grond slechter is. Op sterk vervuild land en evenzo bij aanwezigheid van een graanstoppel is ondiepe bewerking met de ploeg bijna niet te vermijden. Ook is wel aanbevolen, op vuil land een kudde schapen te weiden, mits de grond zo droog is, dat de dieren hem niet stuk trappen. Is het onkruid niet van veel betekenis, dan gebruike men een egge, wiedmachine of cultivator, terwijl op droge en onhandelbare gronden de schijvenegge kan dienen. Toch zal op de zwaardere, verslempte gronden met de oppervlakkig werkende werktuigen wellicht niet voldoende te bereiken zijn, en

men zal daar de ploeg te hulp moeten roepen. Men zal het juiste werktuig met zorg en voorzichtigheid moeten kiezen, maar tenslotte blijft het resultaat van de toegepaste bewerking nog sterk afhankelijk van de weersomstandigheden gedurende en na de bewerking, welke zowel een gunstige als een slechte invloed kunnen hebben. Hetzelfde geldt bij de overweging, of een grond, die in het voorjaar ingezaaid zal worden, vóór de winter of daarna moet worden geploegd; bij aanwezigheid van veel onkruid zal men het wel niet zonder ploegen in de herfst kunnen stellen.

De eerste inzaai heeft plaats, wanneer het zoutgehalte (het C-cijfer) voldoende laag geworden is, dat is op een ogenblik, dat het structuurverval zijn dieptepunt nog niet bereikt heeft. Eerst in het volgende jaar of volgende jaren zal de cultuur te kampen krijgen met de sterk achteruitgegane structuur. Het zal dan ook duidelijk zijn, dat ook in die jaren nog in sterke of zelfs sterkere mate voorzichtigheid bij het bewerken van de grond moet worden betracht.

Een natuurlijk herstel van de grond wordt ook verkregen, door hem zoveel mogelijk rust te gunnen, hetgeen bereikt wordt door het aanleggen van kunstweide of het verbouwen van klavers, in het bijzonder lucerne, gedurende enkele jaren. Het lijkt aannemelijk, dat door de grond langere tijd rustig onder die begroeiing te laten liggen, de beworteling hem meer open maakt (betere lucht- en waterhuishouding) en daardoor de geregelde ontleding van organische stoffen, leidende tot een verhoogde koolzuurproductie, bevorderd wordt; in koolzure kalkhoudende gronden zal dientengevolge meer calciumbicarbonaat gevormd worden, hetwelk een geleidelijke omzetting van natron- in kalkklei en daarmede structuurverbetering in de hand werkt. Over het algemeen heeft deze methode gunstige resultaten opgeleverd. Een éénjarige klaver draagt nog niet veel tot het herstel bij, maar een meerjarige lucerne of kunstweide heeft een zeer gunstig effect. Dit is ook in overeenstemming met de ervaring, dat bij het in cultuur nemen van een ingedijkte, met gras begroeide kwelder de structuur van de grond door die begroeiing dikwijls reeds een gunstiger invloed blijkt te hebben ondervonden dan bij de ingepolderde, kale Zuiderzeegronden. Begroeiing en doorworteling blijken steeds een gunstig effect te hebben. Voor het spoedige verkrijgen van een bestendige structuur zal het echter gewoonlijk nodig zijn, gips toe te dienen, vooral op ontkalkte gronden. Het grote belang van dit structuur verbeterende middel is, dat door de stabielere structuur de boer voor de bewerking van de grond meer mogelijkheden heeft en minder afhankelijk is van regen of droogte, zodat grondbewerking, inzaai en ontkieming op tijd plaats vinden en de cultuur in het algemeen zekerder wordt.

Wat de bemesting van geïnundeerde gronden aangaat, is bezwaarlijk een vaste lijn voor de meststoffenbehoefte der gewassen vast te stellen. Soms wordt de grond na een langdurige inundatie door de groei en het daarop volgende afsterven van allerlei plantaardige en dierlijke organismen met stikstof verrijkt. Maar in vele gevallen heeft men te maken met een verhoogde stikstofbehoefte. Als stikstofmeststoffen hebben op de Zuiderzeegronden de nitraten het best volstaan, zodat kalksalpeter en kalkammonsalpeter wel het meest in aanmerking komen; Chilisalpeter zal men met het oog op zijn natriumgehalte op deze gronden liever niet gebruiken. Hier en daar zijn aanwijzingen, dat de fosforzuurbehoefte na de inundatie wat groter is geworden. Door het zoute water kan de grond met kali verrijkt zijn, om welke reden het wellicht op vele kleigronden aan te bevelen zal zijn, de gebruikelijke kalibemesting te verminderen of voorlopig weg te laten.

4. GEWASSENKEUZE

Terstond na een overstroming met zout water wordt de gewassenkeuze vooral bepaald door de meerdere of mindere zoutgevoeligheid der afzonderlijke gewassen. In verband met de cultuur op de nieuwe Zuiderzeegronden heeft ZIJLSTRA (37) indertijd een laboratoriumonderzoek ingesteld naar de zoutgevoeligheid van een aantal gewassen.

Hij vond bij de onderzochte gewassen (zomertarwe, erwt, witte klaver en verschillende grassoorten) een meer vertraagde kieming, naarmate de concentratie van het zoute water hoger was. Bij concentraties tot 10 gram keukenzout per liter is de invloed op het uiteindelijk bereikte kiemingseffect bij de meeste gewassen nog gering. Bij een gehalte van 15 gram per liter doen vele het al aanzienlijk minder, veldbeemdgras en timothee zelfs practisch in het geheel niet. In onverdund zeewater ontkiemen alleen tarwe en Engels raaigras nog voor een belangrijk deel, terwijl de andere grassen het afleggen, maar verschillende graszaden, verzameld op kwelders, bleken aan een zout milieu aangepast te zijn en nog wel behoorlijk te kiemen.

De groei der verschillende gewassen in voedingsoplossingen, waaraan stijgende hoeveelheden zout waren toegevoegd, bleek door een keukenzoutconcentratie van 1 gram per liter over het algemeen gunstig beïnvloed te worden. Bij hogere concentraties werd steeds een schadelijk effect gevonden, en bij 5 gram per liter werden reeds aanmerkelijk geringere opbrengsten verkregen.

Van de onderzochte gewassen zijn het meest resistent kweldergras, roodzwenkgras en fiorin, daarna volgen gerstgras, beemdlangbloem en Engels raaigras, voorts timothee, terwijl klaver, veld- en ruwbeemdgras vrij gevoelig zijn; tarwe is iets gevoeliger dan Engels raaigras, en erwten nog iets meer dan ruwbeemdgras.

Daarbij is te bedenken, dat de gevoeligheid van een gewas voor keukenzout (natriumchloride) aanmerkelijk geringer is bij aanwezigheid van andere zouten, in het bijzonder calciumzouten; een bemesting met gips (calciumsulfaat) zal dus ook bewerken, dat een hogere zoutconcentratie kan worden verdragen (23). Op het veld hangt het gedrag der gewassen ook van andere factoren dan het zoutgehalte af. Dikwijls zal een grotere invloed uitgaan van een verandering in de structuur van de grond, in de lucht- en waterhuishouding en in de levensomstandigheden der micro-organismen. Bovendien heeft het weer (regenval) een belangrijke invloed. Het is dan ook niet te verwonderen, dat de verschillende, in de practijk verzamelde gegevens over de zoutgevoeligheid der gewassen dikwijls zeer uiteenlopen en elkaar tegenspreken.

Naarmate de ontzilting van de grond vordert, komt de zoutgevoeligheid meer op de achtergrond, maar de moeilijkheden tengevolge van de verslechtering der structuur nemen juist toe. De bezwaren voor de cultuur zijn daardoor in de volgende jaren meestal groter dan in het eerste jaar na de inundatie, en vooral op de zwaardere gronden doen zij zich het meest gelden. Na de verdwijning van het zout heeft men dus vooral rekening te houden met de structuurgevoeligheid der gewassen. De eisen, die door de verschillende gewassen aan het zaaibed worden gesteld, zijn niet gelijk, en het verschil spreekt wel heel duidelijk op de natronkleigronden met hun slechte structuur, waar het dikwijls juist zo moeilijk is, om een goede kieming en eerste ontwikkeling te krijgen. Over het geheel stellen fijnzadige gewassen, zoals blauwmaanzaad, vlas, mosterd, peen, uien en ook bieten, in dit opzicht hogere eisen dan de grofzadige granen en peulvruchten. Is het gewas maar eerst door het moeilijke beginstadium heen, dan groeit het gewoonlijk wel door, ook al worden ontwikkeling en opbrengst nog niet dadelijk normaal. In de in 1939/1940 geïnundeerde polders van Zuid-Beveland is duidelijk ge-

bleken, dat de opbrengst der verschillende gewassen in het eerste cultuurjaar 1941 over het algemeen aanzienlijk lager was dan het gemiddelde van de streek op niet overstroomde gronden; in 1942 lagen de uitkomsten misschien nog iets verder beneden het streekgemiddelde, om in het derde oogstjaar 1943 het normale peil weer ongeveer te bereiken. Uit de gepubliceerde gegevens en grafieken krijgt men de indruk, dat de bietenopbrengst op de overstroomde gronden in 1943 gemiddeld zelfs iets boven die van de gehele streek ligt. Dat zou misschien een verklaring kunnen vinden in de eigenschap van de biet, om gemakkelijk natrium, ook ter vervanging van kalium, op te nemen. Ook voor haver kunnen de aanwijzingen en haar verklaring in dezelfde richting liggen (25). Bij de slechte opbrengsten moet men echter in het oog houden, dat de structuurbezwaren leiden tot later zaaien dan normaal of wenselijk is. Dat kan het optreden van bepaalde plagen (b.v. de fritvlieg bij haver en de knopmade bij erwten) in de hand werken, welke op hun beurt de opbrengst weer drukken.

Behalve met lagere opbrengsten heeft men de eerste jaren ook te rekenen met een minder goede kwaliteit van de oogst. Bieten zijn op deze gronden gewoonlijk korter en meer vertakt en hebben soms een lager suikergehalte (32) dan onder normale omstandigheden. De kwaliteit van de aardappelen is minder goed. De houdbaarheid van aardappel, peen en ui laat soms te wensen over. De granen hebben dikwijls een kleine korrel en een laag hectolitergewicht.

Wat de keuze der gewassen in verband met de zoutgevoeligheid aangaat, heeft de practijk geleerd, dat de granen vrij resistent zijn, vooral gerst. In het eerste jaar komt allereerst als gewas zomergerst in aanmerking, die iets resistenter is en iets later zaaien verdraagt dan haver en zomertarwe. Bieten munten uit door grote resistentie; droogte na het zaaien kan de aanslag echter sterk belemmeren. Verder heeft men zoals gezegd soms rekening te houden met een laag suikergehalte, terwijl de bietenoogst stukrijden van het land veroorzaakt en daardoor structuurverval in de hand werkt. Aardappelen zijn ook nog vrij goed bestand, maar men heeft te rekenen met een lagere opbrengst, een lager zetmeelgehalte en een slechtere kwaliteit en houdbaarheid. Peulvruchten zijn over het geheel zeer zoutgevoelig, vooral stambonen. Koolzaad is zeer resistent, maar in een droge Augustus geeft de structuur last bij de kieming. Klaver en lucerne zijn nogal gevoelig. De meeste grassen zijn behoorlijk resistent, veld- en ruwbeemdgras wat minder. Bij de fijne zaden moet men voor een zo goed mogelijk kiembed zorgen.

In het eerste jaar kieze men met het oog op de zoutgevoeligheid vooral zomergerst, koolzaad en bieten. Bij de laatste dient aan de mogelijkheid van structuurverslechtering van de grond bij het oogsten te worden gedacht. Daarna volgen tarwe en haver. Bij de overige gewassen worden meer moeilijkheden ondervonden tengevolge van hun zout- resp. structuurgevoeligheid. Naarmate die moeilijkheden in de loop der jaren weer afnemen door ontzilting resp. verbetering van de structuur van de grond, komt er geleidelijk plaats voor meer gevoelige gewassen.

Herhaaldelijk heeft men getracht, voor de verschillende gewassen zgn. inzaaigrenzen vast te stellen, d.w.z. C-cijfers, boven welke men verwacht, dat het inzaaien van bepaalde gewassen tot mislukking zal leiden. In verband met de ontzilting, die bijna uitsluitend in de winter plaats heeft en in de zomer practisch stilstaat, gelden voor winter- en zomergewassen verschillende inzaaigrenzen. Het is echter bij nader inzien wel duidelijk, dat men hier aan een star cijfer betrekkelijk weinig heeft, omdat het weer altijd een onberekenbare factor blijft. In een normale, natte zomer wordt de waterbehoefte van het gewas gedekt door de gevallen regen, maar in een extra droge zomer komt het voor de planten benodigde vocht uit diepere grondlagen naar boven

en brengt daarbij tevens zout mee; daardoor en door de sterkere verdamping krijgt het gewas met een veel hoger C-cijfer te maken dan waarop het advies tot inzaaien was gebaseerd. In de Wieringermeer is dan ook gebleken, dat de gewassen in een droge zomer eerst bij een lager C-cijfer behoorlijk groeien dan in een vochtige zomer. Evenzo kan een abnormaal droge winter in het volgende voorjaar moeilijkheden veroorzaken tengevolge van een te geringe ontzilting. In de herfst mag men echter voor de inzaai der wintergewassen met een vrij wat hoger C-cijfer genoegen nemen dan in het voorjaar, omdat men in het eerste geval toch redelijkerwijs gesproken wel op een behoorlijke ontzilting gedurende de winterperiode mag rekenen. Voor het inzaaien van koolzaad, dat gewoonlijk moet kiemen vóór het doorkomen van de herfstregens, kan als grens voor het C-cijfer in de laag van 5–20 cm ongeveer 8 aangenomen worden. Voor de later ontkiemende wintergranen kan die grens wellicht op 12 gesteld worden; bij aanmerkelijk hogere cijfers wordt het risico te groot. Voor het nemen van enig risico pleit, dat het van voordeel kan zijn, een gewas in de herfst bij nog niet al te slechte structuur aan de gang te krijgen, omdat het toenemende structuurverval dat in het voorjaar nog veel moeilijker kan maken.

Voor zomergewassen is bij het in cultuur brengen van de Wieringermeer als inzaaigrens een C-cijfer (5–20 cm) van 3 in het voorjaar aangenomen. Hoewel die in een zeer droog jaar nog aan de hoge kant bleek te zijn, is hij over het algemeen toch wel veilig te achten.

Het advies van de Directie van de Wieringermeer na de Zeeuwse inundaties van 1940 blijft ook aan de veilige kant: Bij een C-cijfer tot 1 kunnen practisch alle gewassen verbouwd worden; bedraagt het 1 tot 3 dan tele men geen bonen, aardappelen en mosterd en bij een cijfer van 3 tot 5 komen ook de meeste, overige gewassen niet meer in aanmerking. Men doet dan het best, Engels of Italiaans raaigras te zaaien, om de grond bedekt te krijgen, hetgeen voor de structuur gunstig is, de indroging bevordert en daardoor de aanstaande winterontzilting verbetert. Bij een C-cijfer, hoger dan 5, zaaie men niet in, maar moet men er mee volstaan, de grond oppervlakkig los te houden; najaarsgewassen (koolzaad en granen) kunnen eventueel nog bij een C-cijfer van 6 gezaaid worden, aangezien de ontzilting dan spoedig te verwachten is.

Er zijn echter verscheiden voorbeelden bekend, dat bij een C-cijfer van 5 en onder gunstige omstandigheden zelfs bij 8 tot 10 nog goede opbrengsten van zomergewassen verkregen zijn. Ook de recente ervaring in Zeeland was, dat men beneden 5 veilig was, en dat zomergerst tot een C-cijfer van 8 practisch geen lagere opbrengst gegeven heeft, hoewel het beeld van zoutschade gedurenden droge perioden, dat na regen weer verdween, toch wel tot voorzichtigheid maande. Het blijkt dus wel, dat het resultaat in sterke mate ook van andere omstandigheden dan het op een bepaald moment aanwezige zoutgehalte alleen afhangt.

IV. INUNDATIE MET ZOET WATER

In het bovenstaande hebben wij ons voornamelijk beziggehouden met door zout water overstroomde kleigronden, die als bouwland in gebruik waren. Dat komt, omdat het in het bijzonder de zeekleigronden zijn, die door hun ligging aan een overstroming door de zee blootstaan. Toch zijn er in de geschiedenis van ons waterland ook vele voorbeelden geweest van inundaties met zoet water. Al is de directe schade daarvan in vele gevallen ook groot geweest, zo leidt een dergelijke ramp niet tot een bederf van de grond, dat zich nog vele jaren doet gevoelen. Op de reden daarvan behoeft na de

voorafgaande beschouwingen niet verder te worden ingegaan. Met vraagstukken van ontzilting en structuurherstel heeft men hier dus niet te maken. Na de verwijdering van het water kan het bouwland meestal terstond weer in gebruik genomen worden. Onderzoekingen in verband met allerlei problemen, die voor de zoute gronden een oplossing vroegen, zijn hier dus niet of nauwelijks nodig. Het behoeft dan ook niet te verwonderen, dat de landbouwliteratuur op het gebied van met zoet water overstroomd bouwland slechts weinig bevat. Anders is het natuurlijk gesteld met de permanente cultures, zoals grasland en bomen (fruit), die door een inundatie met zoet water op den duur evenzeer geschaad worden en tenslotte afsterven als door een met zout water. Afgestorven bomen en heesters zullen natuurlijk door nieuwe vervangen moeten worden. Aan de behandeling van geïnundeerd grasland, dat hierboven slechts terloops een enkele maal ter sprake kwam, zit zoveel vast, dat die in een afzonderlijk hoofdstuk in beschouwing genomen zal worden.

V. GEÏNUNDEERD GRASLAND

Over de overstroming van grasland met zout water in Waterland in Januari van het jaar 1916 is boven reeds gesproken (27).

Bij de inundaties van 1939 en 1940 (5, 10, 34) was ook veel grasland betrokken. Voor een klein gedeelte is dit grasland overstroomd geweest met zout water. De meeste graslanden zijn echter in verband met hun geografische ligging uiteraard met zoet water bedekt geweest. Van de opgedane ervaringen zijn door verschillende Rijkslandbouwconsulenten in hun ressorten, vooral in Gelderland, Utrecht, Noordholland en Z.W. Friesland uitvoerige gegevens verzameld. Die zijn bijeengebracht en verder verwerkt door het Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek te Wageningen, om als basis te dienen voor de adviezen ten behoeve van het herstel der in 1944 en 1945 geïnundeerde graslanden (8).

De hier volgende, beknopte samenvatting is voornamelijk weer daaraan ontleend.

a. Toestand na het droogkomen

In 1916 is geconstateerd, dat goed grasland, dat gedurende twee maanden onder water was geweest, betrekkelijk weinig zichtbare schade had ondervonden. Bij een bedekking met water, die drie tot vier maanden duurde, bleken alleen nog kweek, vlotgras en geknikte vossestaart te groeien, terwijl bij nog later droogvallen het land kaal was. Bij de inundaties met zoet water in 1939/1940 was het beeld soortgelijk; goed grasland, dat van eind 1939 tot half Mei 1940 onder water gestaan had, was vrijwel geheel dood. De onbemeste hooilanden in de Gelderse vallei bleken echter weinig van de overstroming geleden te hebben.

Grasland, dat in Mei 1940 slechts twee weken overstroomd geweest was of dat gedurende lange tijd drassig geweest was, was ook sterk beschadigd en voornamelijk begroeid met geknikte vossestaart, vlotgras, struisgras, biezen, zeggen, kruipende boterbloem e.a.

In 1916 zijn weinig speciale maatregelen genomen voor het herstel der graslanden. Op het venige grasland bleken geknikte vossestaart en kweek te gaan overheersen. Op percelen, die tevoren als goed bekend stonden, bleef de opbrengst aanmerkelijk achter en was zelfs in 1919 nog niet weer op peil.

Ook na de inundatie van 1940 werd op plaatsen, waar de oude zode niet geheel verwijderd was, tot 1943 toe nog last ondervonden van vlotgras en geknikte vossestaart. Dergelijke soorten brengen soms nog wel vrij wat gras op, echter is de kwaliteit veel minder dan van goed grasland.

b. Ontwatering

Voor het behoud en herstel der greppels en sloten is een spoedige ontwatering wenselijk. Ook moet de grond goed droog zijn, voordat met de grondbewerking kan worden begonnen. Sommigen vrezen, dat bij te snelle ontwatering de sloten zullen inkalven; het is ook niet nodig, al te veel haast te maken, omdat de grasmat in de meeste gevallen toch onherstelbaar bedorven is. Wanneer de ontwatering in de herfst plaats heeft, kan men de winter gebruiken, om sloten en greppels in orde te brengen. Soms zal het noodzakelijk blijken, meer greppels te graven, dan vroeger gebruikelijk was. Bij land, dat onder normale omstandigheden een hoge waterstand heeft, zal men goed doen, het water tijdelijk wat dieper af te malen. Het opdrogen en daarmede de stevigheid van de grond worden zodoende bevorderd.

c. Grondbewerking voor de inzaai tot grasland

De meningen over de meest gewenste grondbewerking zijn sterk verdeeld, en het is dikwijls moeilijk, in een speciaal geval uit te maken, welke de beste is. In 1940 is het met spitten, ploegen, schijven en eggen met bouw- of kettingegge geprobeerd, dikwijls met goed succes, maar er deden zich ook gevallen voor, waarin het resultaat op den duur te wensen overliet.

Een bewerking door ploegen of spitten kan soms enkele voordelen hebben. Een eventueel wenselijke bemesting (vooral kalk, een organische meststof en ook wel fosfaat of kali) kan daardoor goed door de grond gemengd worden. Dichte lagen worden losgemaakt. Verder krijgt men er een mooier zaaibed door.

Tegen een diepere grondbewerking pleit de verplaatsing van de zodelaag, die rijk aan humus en plantenvoedende bestanddelen is, naar grotere diepte, terwijl vooral bij kleigrasland met een dunne zode minder gewenste grond boven gebracht wordt, hetgeen de kans op sukkeljaren na de inzaai vergroot. Voorts ligt een bezwaar in de verbreking van de vaste zode, waardoor men nog lange tijd last van een te slappe grasmat kan hebben, in het bijzonder op veengrasland.

Algemeen gaat men bij het herstel van grasland dan ook van het principe uit, dat de bewerking van de grond zo oppervlakkig mogelijk moet geschieden. Is het drooggevallen land kaal, dan doet men het best, de verrotte zodelaag vóór het inzaaien met een egge open te ritsen. Kan men niet direct tot herstel van het grasland overgaan, dan wordt dit met een onkruidbegroeiing overdekt. Het onkruid moet zo kort mogelijk gehouden worden en later met een verzwaarde onkruidegge en op zwaardere gronden met een achterstevoren aangespannen bouwegge verwijderd worden; in de ergste gevallen zal men een diepere bewerking, b.v. ondiep ploegen (tot hoogstens 10 cm) of schijfeggen, niet kunnen vermijden of chemische middelen te hulp moeten roepen. De op de een of andere wijze bewerkte grond wordt vervolgens bijgezaaid.

Wat de ervaring bij graslanden op verschillende grondsoorten (veen, klei ,zand) aangaat, moge nog het volgende worden opgemerkt.

Veengrasland. In de Gelderse vallei heeft men in 1940 over het algemeen 15 cm diep geploegd, daarna geschijfd, bemest, geschijfd, geëgd, ingezaaid, ingeëgd en gerold met behoorlijk resultaat. Stuk trappen van de zode is weinig voorgekomen door de goede ontwatering in het genoemde jaar. Het optreden van fosfaatgebrek zou door het bovenbrengen van arme grond nog verergerd zijn. Met eggen of schijven alleen werd een goed zaaibed verkregen. In Utrecht werd een goede uitkomst verkregen door een behandeling van één- of tweemaal schijven. Op de verdrogende veengronden heeft men succes gehad met ploegen, waarbij een bemesting met cacao-afvalkalk (merken: Scik en Organo) door de grond gewerkt werd, waardoor het ingezaaide land aanmerkelijk beter is geworden dan tevoren. In Waterland, in Noordholland, waar men voornamelijk te maken heeft met een dunne laag teelaarde op een knippige veengrond, heeft men eerst het verrotte gras zo nodig gemaaid, bij elkaar gehaald en verbrand, en daarna met behulp van een onkruidegge een zaaibed gemaakt. Het grasmengsel werd met een zaaimachine uitgezaaid, ingeëgd en gerold. De aanslag was goed, en na deze bewerking heeft men van een kapot trappen van de zodelaag weinig last gehad.

Kleigrasland. Bij Makkum in Friesland, waar het op zware, oude zeeklei gelegen grasland slechts een dunne, goed doorwortelde laag heeft, heeft men als grondbewerking schijveneggen, fresen of eggen met bouw- of kettingegge toegepast. Op land, dat gefreesd of geschijfd was, was de toestand de beide eerste jaren vrij goed, maar daarna trad een sukkelperiode in. Met een egge bewerkt land was eerst iets minder dan

tevoren, maar herstelde zich vervolgens geheel. In Z. Gelderland, waar de cultuurtoestand van het grasland op de zware, ontkalkte rivierklei steeds zeer matig was, heeft men over het geheel met inzaai na een oppervlakkige bewerking met de schijvenegge vrij goede uitkomsten verkregen, wanneer tevens een flinke bemesting werd gegeven. Scheuren tot 10 cm diepte bleek het resultaat van de inzaai niet te verbeteren, terwijl op enkele gespitte gronden een sukkelperiode is opgetreden. Op humeuze kleigronden in Utrecht is zo ondiep mogelijk gescheurd, terwijl de ondergrond gewoeld is. Daarna is met de schijvenegge een zaaibed gemaakt. Over het algemeen is gebleken, dat op deze gronden door een bewerking met een schijvenegge of zelfs met een bouwegge een behoorlijke aanslag werd verkregen, maar dat een diepere bewerking van ploegen of spitten de kans op een sukkelperiode doet toenemen.

Zandgrasland. Over het geheel is zandgrasland ook wel als bouwland te gebruiken, en het scheuren levert hier minder gevaar op dan bij andere grondsoorten. In Utrecht is de zandgrond meestal 8 à 10 cm geploegd en tot 20 cm gewoeld; met de schijvenegge is een zaaibed gemaakt en vervolgens gezaaid, ingeëgd en gerold. Op enkele leemhoudende gronden werd na directe inzaai een slechter resultaat bereikt dan op niet ingezaaide percelen. De oorzaak van deze sukkelperiode, die na enkele jaren voorbij was, is niet geheel duidelijk. Het is wel waarschijnlijk, dat het uitvriezen der raaigrassen in de strenge winter 1940/1941 van invloed is geweest, terwijl de structuur van de grond wellicht door een te natte bewerking is bedorven. De Rijkslandbouwconsulent van Utrecht achtte het mogelijk, dat een inzaai na een slechts oppervlakkige bewerking tot een betere uitkomst zou hebben geleid. Echter achtte hij het nog beter, het zandgrasland eerst één of twee jaren als bouwland of als kunstweide te exploiteren en daarna pas weer definitief in te zaaien. In Noordholland werd de juist genoemde werkwijze vroeger reeds dikwijls toegepast. Vermoedelijk zal dus op zandgronden over het algemeen aan scheuren, tijdelijk exploiteren als bouwland en vervolgens weer inzaaien de voorkeur moeten worden gegeven.

d. Bemesting

Het algemene oordeel luidt, dat op de meeste, geïnundeerde graslanden een flinke bemesting wenselijk is. Dat is vooral het geval, wanneer door een diepere grondbewerking van ploegen of spitten armere ondergrond is bovengebracht. Het toedienen van een juiste bemesting kan het optreden van een sukkelperiode dikwijls voorkomen. In vele gevallen kan men van de nood een deugd maken en van de hier geboden gelegenheid profiteren om de kalk- en bemestingstoestand van de grond in orde te brengen. In het bijzonder het bekalken van grasland is een proces, dat bij toediening van de kalk boven op de zode lange jaren nodig heeft, om tot het verlangde effect te leiden. Het bedorven grasland levert nu de mogelijkheid, de kalkmeststof direct door de grond te verdelen. Ook een flinke fosfaatgift (Thomasslakkenmeel) is zeer aan te bevelen en kan goed worden ingewerkt. In vele gevallen zal eveneens een gift van kalizout nuttig zijn. Ook een bemesting met verteerde stalmest, compost of sloot- en greppelaarde werkt zeer gunstig en bevordert de aanslag van het gras- en klaverzaad. Een stikstofbemesting van 100 à 200 kg kalkammonsalpeter per ha bij het uitzaaien is soms wenselijk.

In de Gelderse vallei gaf een bemesting met doorgevroren greppel- en slootaarde zonder bewerking een even goed resultaat als een grondbewerking met de egge op een ander gedeelte van hetzelfde perceel. Overbemesting met ruige stalmest in de herfst zal het ingezaaide land tegen vorstschade beschermen. Vermelding verdient nog het feit, dat na de inundatie in het Land van Maas en Waal verschijnselen van kopergebrek

zijn waargenomen, welke toediening van een kopermeststof noodzakelijk maakten.

e. Inzaai en te gebruiken zaadmengsels

Voor het inzaaien van grasland zijn met succes verschillende zaadmengsels gebruikt, vooral in een hoeveelheid van ongeveer 35 kg per ha, gewoonlijk voor een derde tot de helft bestaande uit Engels raaigras en verder uit 2 tot 5 kg van elk der volgende goede soorten: beemdlangbloem, timothee, ruw- en veldbeemdgras en witte klaver.

Enkele gevallen van uitvriezen der raaigrassen in een zeer strenge winter zijn gesignaleerd met een holle stand als gevolg, maar in andere gevallen waren de overige soorten zo goed vertegenwoordigd, dat het gedeeltelijke uitvallen van het raaigras geen belangrijke schade opleverde.

Het is van belang, van Engels raaigras in elk geval gedeeltelijk zaad van een Nederlands weidetype te gebruiken; met enkele kg van dit zaad heeft men reeds de zekerheid, overblijvend raaigras in zijn zode te krijgen. De ervaring bij gebruik van veel zaad van buitenlandse herkomst is dikwijls minder gunstig. Ook bij timothee en witte klaver neme men zoveel mogelijk zaad van een inlands weidetype. Rassen van beemdlangbloem zijn vaak wat grof en hard, hetgeen vooral op kleigrond bezwaarlijk kan zijn, reden waarom deze soort door sommige deskundigen liever uit het zaadmengsel weggelaten wordt.

Met kleinere hoeveelheden zaad dan de genoemde (b.v. 18 tot 25 kg per ha) worden meestal ook nog behoorlijke resultaten verkregen. Goed zaad is belangrijker dan veel zaad. Verder is het van grote betekenis, dat alle gewenste soorten aanwezig zijn. Bij een centrale zaaizaadvoorziening verdele men de beschikbare, goede soorten, waarbij ook de weidetypen van Engels raaigras, timothee en witte klaver als afzonderlijke soorten te beschouwen zijn, over zoveel mogelijk percelen.

In een tijd na inundaties op grote schaal, waarin vele graslanden opnieuw ingezaaid moeten worden, is een tekort aan zaaizaad te verwachten. Daarom wordt wel aangeraden, de boeren hooizaad te laten verzamelen. De kwaliteit van zo verkregen verzamelpartijen is wellicht door schonen aanmerkelijk te verbeteren. Bij gebruik van dergelijk zaad lijkt het wel wenselijk, daaraan 10 kg van het bovengenoemde, goede zaadmengsel en nog 4 kg klaverzaad toe te voegen.

Het uitzaaien kan heel goed met de hand of met een viool geschieden; in Noordholland zijn met succes kunstmeststrooimachines voor dit doel gebezigd. Deze zijn vooral aan te bevelen in de specifieke weidestreken, waar men over weinig bekwame zaaiers beschikt. Bij machinaal zaaien moet de rijenafstand zo klein mogelijk genomen worden, omdat anders het sluiten der zode te lang duurt en het onkruid zijn kans krijgt. Na het ineggen van het zaad moet men liefst rollen, om het kiembed tegen uitdroging te beschermen.

De gunstigste tijd voor de inzaai kan worden geacht Maart tot half April of Augustus. Men zaaie niet te vroeg, omdat het zaad dan te lang ligt, zijn kiemvermogen kan verliezen en aan aantasting door schimmels onderhevig is. Van in het voorjaar ingezaaid grasland is de opbrengst in het volgende jaar groter dan bij inzaai in de nazomer. Bij voorjaarsinzaai is het mogelijk en zelfs gewenst, nog in hetzelfde jaar te weiden met schapen of jong vee. Op zachte veengrond, waarvan de jonge zode nog niet sterk genoeg is, om door het vee betreden te worden, doet men goed, een keer te maaien.

Het is nog een probleem, of het inzaaien van nieuw grasland al dan niet onder dekvrucht moet geschieden. Een dekvrucht moet dienen om de bovenste laag van de

grond, die het kiembed van de jonge gras- en klaverplantjes vormt, vochtig te houden, zodat zij bij droog weer niet verdrogen, op lichte gronden het verstuiven tegen te gaan en een te sterke onkruidontwikkeling te voorkomen. Velen geven aan het inzaaien zonder dekvrucht de voorkeur, omdat de laatste het meest van licht en bodemvocht zou profiteren ten koste van het jonge gras. Er zijn echter ook vele gevallen bekend, dat zelfs onder een vrij zware dekvrucht nog goed grasland te voorschijn komt. Ook kan men een middenweg volgen, en ter vermijding van een te zware graandekvrucht het gewas groen, dus als snijgraan maaien, b.v. om in te kuilen; eveneens kan het jonge graan worden geweid. Bij inzaai onder dekvrucht is het wenselijk, vroeg te zaaien.

Als dekvrucht komen vooral in aanmerking Westerwolds raaigras en haver (Italiaans raaigras is voor dit doel minder geschikt). Westerwolds raaigras verdwijnt na enkele malen beweiden of maaien vanzelf en laat daarbij weinig holle plekken achter. Men gebruike alleen het landras, dat niet uitstoelt. Het moet afgeweid of gemaaid worden, wanneer de stengelvorming begint, dus lang voordat het in aar komt. Men zaaie er ongeveer 10 kg per ha van uit. Ook haver is goed bruikbaar als dekvrucht, in een hoeveelheid van 60 kg gelijktijdig te zaaien met het zaadmengsel. Bij schaarste aan zaad van Westerwolds raaigras is te overwegen, dit te reserveren voor kunstweiden en bij de aanleg van blijvend grasland haver als dekvrucht te nemen.

f. Behandeling van ingezaaid grasland

Na het opkomen van gras en klaver en na het oogsten van de dekvrucht is de verdere behandeling van de grootste betekenis voor de verkrijging van goed grasland. Het voornaamste punt daarbij is een doelmatige beweiding van het jonge grasland, welke de dichtheid van de zode zeer bevordert. Dit moet zo kort mogelijk gehouden worden, en men begint met het beweiden, zodra het gras een handbreed hoog is. In vele gevallen is de grond nog te zacht, om er direct zwaar vee op toe te laten, en een beweiding met jong vee of schapen verdient dan ook de voorkeur. Een bezwaar van deze dieren is, dat er dikwijls weinig naar omgekeken wordt, terwijl juist het grasland zelf in deze tijd veel toezicht vraagt.

Hooien van het grasland in het eerste en tweede jaar is niet aan te bevelen, omdat de uitstoeling daardoor niet bevorderd wordt en de snel groeiende grassen van het zaadmengsel, zoals het hooitype van Engels raaigras en beemdlangbloem, zich ontwikkelen ten koste van de gewaardeerde, fijne grassen; de laatste krijgen daardoor hun kans niet en men krijgt later een terugslag in de oogst.

Doelmatig weiden vereist veel zorg. Het is gewenst, zoveel vee in te scharen, dat het land binnen 10 dagen kaal is, en de dieren vooral niet te lang te laten lopen, omdat de jonge zode dan te sterk uitgebeten wordt, waardoor de plantjes bij droogte moeilijk weer uitlopen. Sterk af te raden is de methode, om het vee gedurende de gehele zomer zonder rustperiode op het land te laten. Een goede grasmat is alleen te krijgen, door alle goede grassen een ontwikkelingskans te geven. Dat is het best te bereiken door toepassing van een omweidingssysteem, dat aansluit bij de grasgroei en aan de jonge grassen gelegenheid biedt, een blijvende plaats in de zode in te nemen. Voorts is het nodig, de mestflatten gelijkmatig uit te spreiden en bossen en ruige plekken op te ruimen, zodra het vee uit het land is. Het doel, nl. het verkrijgen van productief, blijvend grasland, is de eraan bestede zorg en moeite ruimschoots waard, ook al is het profijt de beide eerste jaren wellicht minder groot. Een niet overhaaste en wel overwogen behandeling brengt op betrekkelijk korte termijn het meeste voordeel.

g. Opbrengst na de inundatie

De vergelijking van de opbrengst van grasland, dat geïnundeerd is geweest, met die van in normale toestand verkerend land vertoont in de drie eerste jaren van het herstel aanmerkelijke verschillen.

Voor Z.W. Friesland wordt de opbrengst in de beide eerste jaren geschat op ongeveer 60 % van normaal, in het derde jaar op 85 % en in het vierde op 95 %.

Op vele graslanden op rivierklei en op veengrond was reeds in het eerste jaar na de overstroming nauwelijks iets van een opbrengstdepressie merkbaar. Op verschillende zandgronden was de toestand in het tweede jaar weer ongeveer op het normale peil, behalve in die gevallen, waarin men met een sukkelperiode te maken kreeg.

SUMMARY

In this paper a survey is given of inundations in the Netherlands and of investigations and measures with regard to the restoration of the soil and its recultivation. Information has been derived from literature covering the period of ± 1800 until 1944. In the list of literature which is for the greater part in Dutch only, titles are also mentioned in English.

RÉSUMÉ

Cette publication donne un précis sur des inondations aux Pays-Bas et sur les recherches et mesures prises au regard de la restauration de la structure et la récultivation du sol. Les informations ont été empruntées à la litérature de la période d'environ 1800 jusqu'à 1944. Dans la liste de litérature, dont la majorité est en langue néerlandaise, les titres sont également donnés en anglais.

LITERATUUR

1. ANON., Handelingen van het Genootschap van Nijverheid in de Provincie Groningen (1870/71) 137 en 157 en (1871/72) 45 (Dutch).
2. ANON., Handelingen van het Genootschap van Nijverheid in de Provincie Groningen (1877/78) 188 en 211 en (1879/80) 106 (Dutch).
3. ANON., Kort overzicht werkzaamheden Rijkslandbouwproefstation Groningen (1916–1923) 43 (Dutch).
4. ANON., Rapporten met betrekking tot de bodemgesteldheid van de Wieringermeer en van de Andijker proefpolder en de onderzoekingen in die proefpolder gedurende de eerste vier cultuurjaren.
   Reports with regard to the soil condition of the Wieringermeer and of the experimental polder of Andijk and the investigations in this polder during the first four years.
   I (1929) en II (1932) (Dutch).
5. ANON., Rapport betreffende het weder in cultuur brengen van geïnundeerde gebieden.
   Report with regard to the recultivation of inundated regions.
   Correspondentiebl. Rijkslandbouwvoorld. (1941) 321 (Dutch).
6. C. W. C. VAN BEEKOM, De geïnundeerde polders op Goeree-Overflakkee.
   The inundated polders on the island of Goeree-Overflakkee.
   Nieuwe Veldbode **7** – 40 (1940) 6 en *Holl. Landb. Wbl.* **6** – 24 (1940) 6 en **6** – 39 (1940) 9 (Dutch).
7. J. M. VAN BEMMELEN, De oorzaken van de nadelige gevolgen, die een overstroming van zout water op bouw- en weilanden teweegbrengt.
   Causes of the detrimental effects brought about by an inundation with salt water on arable- and grassland (1872) (Dutch).
8. TH. A. DE BOER, H. J. FRANKENA, M. L. 'T HART en J. J. JONKER, Graslandaanleg en herstel van geïnundeerd grasland (verzameling van in landbouwbladen verschenen artikelen, 1946).
   Laying-out of grassland and restoration of inundated grassland.
   (collection of papers published in different agricultural journals, 1946) (Dutch).
9. DIRECTIE VAN DE LANDBOUW, Ervaringen omtrent de cultuur op overstroomde gronden.
   Experiences with regard to the cultivation on inundated soils.
   (1916, herdrukt 1944) (Dutch).
10. DIRECTIE VAN DE WIERINGERMEER, Rapport inzake het onderzoek en de ervaringen in de Kruininger-, Nieuw Olzende- en Sint Pieterspolder na de inundaties in 1939 en 1940.
    Report with regard to the investigations and experiences in the polders of Kruiningen, Nieuw Olzende and Sint Pieter after the inundations of 1939 and 1940 (1945) (Dutch).
11. A. A. TER HAAR, De cultuur in de in 1906 in Zeeland ondergelopen polders.
    Cultivation of the polders in Zeeland inundated in 1906.
    Versl. en Meded. Dir. Landb. (1907) No 6, 93 en (1910) No 6, 86 (Dutch).
12. A. A. TER HAAR, De cultuur in door zeewater overstroomde polders.
    Cultivation of polders inundated by sea water.
    Nieuwe Veldbode **14** (1916) 263 (Dutch).
13. D. J. HISSINK, Het zoutgehalte van de op 12 Maart 1906 ondergelopen Zeeuwse polders.
    The salt content of the polders in Zeeland inundated on 12th March 1906 (1907) (Dutch).
14. D. J. HISSINK, Die Einwirkung verschiedener Salzlösungen auf die Durchlässigkeit des Bodens.
    The influence of different salt solutions on the permeability of the soil.
    Intern. Mitt. Bodenk **6** (1916) 142 (German).
15. D. J. HISSINK, De inwerking van zout water op de bodem.
    The influence of salt water on the soil (1916) (Dutch).
16. D. J. HISSINK, De nadelige gevolgen van een overstroming van zout water op kleigronden.
    The detrimental effects of an inundation of salt water on clay soils.
    Cultura **32** (1920) 74 (Dutch).
17. D. J. HISSINK, Een en ander naar aanleiding van een bezoek aan de Anna Paulownapolder in Maart 1922.
    Some details with reference to a visit to the polder of Anna Paulowna in March 1922.
    Alg. Ned. Landbouwwbl. **8** (1922) Nos 414 en 415 (Dutch).
18. D. J. HISSINK, Methode zur Bestimmung der austauschfähigen oder adsorptiv gebundenen Basen im Boden und die Bedeutung dieser Basen für die Prozesse, die sich im Boden abspielen.
    Method for the determination of the exchangeable bases in the soil and the significance of these bases for the processes occurring in the soil.
    Intern. Mitt. Bodenk. **12** (1922) 81 (German).

19. D. J. HISSINK, De natuurkundige en scheikundige veranderingen, die kweldergronden na de indijking ondergaan.
Physical and chemical changes in kwelder soils after diking in.
Versl. Landbouwk. Onderz. **29** (1924) 170 (Summary in German).
20. D. J. HISSINK, De bodemkundige vraagstukken, die zich bij het in cultuur brengen van de jonge Zuiderzeegronden voordoen.
Soil scientific problems occurring at the cultivation of the new Zuiderzee soils.
Chem. Wbl. **30** (1933) 666 (Dutch).
21. I. G. J. KAKEBEEKE, De cultuur op door zeewater overstroomde gronden.
The cultivation of soils inundated by sea water.
(Uitgave Directie van de Landbouw, 1906) (Dutch).
22. W. P. KELLEY, The formation, evolution, reclamation and the absorbed bases of alkali soils.
J. Agr. Sci. **24** (1934) 72.
23. J. G. MASCHHAUPT, Over antagonistische werkingen van zouten bij planten.
Antagonistic effects of salts to plants.
Versl. Landbouwk. Onderz. **19** (1916) 1 (Summary in German).
24. J. G. MASCHHAUPT, Het in cultuur brengen van pas bedijkte kweldergronden.
The cultivation of kwelder soils newly diked in.
Landbouwk. T. **37** (1925) 122 (Dutch).
25. J. G. MASCHHAUPT, In hoeverre kunnen K, Na, Ca and Mg elkander in de plant vervangen?
To which degree are K, Na, Ca and Mg able to replace each other in the plant?
Versl. Landbouwk. Onderz. **40** (1934) 1025 (Summary in German).
26. A. MAYER, Verslag aan de Minister van Binnenlandse Zaken betreffende de proefnemingen op door zeewater overstroomde landen.
Report to the Minister of the Interior with regard to the experiments on soils inundated by sea water (1877).
Verg. ook *Bijbl. Landb. Courant* (1877) 87, 163, 185 en 369 (Dutch).
27. C. NOBEL, S. SMEDING en N. NOBEL, De overstroming in Noordholland in Januari 1916 en haar gevolgen voor de land- en tuinbouw.
The inundation in Noordholland in January 1916 and its effects to agriculture and horticulture.
Versl. en Meded. Dir. Landb. (1921) No 1, 26, 52 en 140 (Dutch).
28. F. VAN DER PAAUW, De landbouwkundige betekenis van het gips.
The agricultural significance of gypsum.
Landbouwk. T. **46** (1934) 838 (Dutch).
29. H. PONSE, Kleine verhandeling over de beste en minst kostbare middelen, door proeven gestaafd, om de met zout water overstroomd geweest zijnde, zo klei-, zand- als veengronden, tot hunne vorige vruchtbaarheid te herstellen.
Brief survey of the best and least expensive means, confirmed by experiments, to restore clay as well as sandy and peat soils inundated by salt water to their former fertility (1808) (Dutch).
30. H. PONSE, Handleiding voor de landbouwers, wier landen door de watervloed van Februari 1825 met zout water zijn overstroomd, om dezelve door min kostbare middelen tot hun vorige vruchtbaarheid te herstellen of ten minste voor te komen geen verkeerde middelen tot herstel aan te wenden.
Information for the farmers whose lands have been inundated by salt water in February 1825, to restore these by the least expensive means to their former fertility and to prevent application of wrong means (1825) (Dutch).
31. G. REINDERS, Beitrag zur Kenntnis der Einwirkung des Meerwassers auf den Boden.
Contribution to the knowledge of the effect of sea water on the soil.
Landw. Vers.-Stat. **19** (1876) 190 (German).
32. J. C. DE RUYTER DE WILDT, D. MOL en A. D. BERKHOUT, Proeven omtrent den invloed van eene keukenzout- en eene groenbemesting op opbrengst en samenstelling van de suikerbiet benevens de nawerking daarvan.
Versl. Landbouwk. Onderz. **10** (1911) 95 (Summary in German).
33. S. SMEDING, Ervaringen omtrent de cultuur op de in 1916 overstroomde gronden in de Anna Paulownapolder.
Experiences of the cultivation on soils in the polder of Anna Paulowna inundated in 1916.
Cultura **31** (1919) 406 en **32** (1920) 2 en 60 (Dutch).
34. A. M. VAN VLIET, Rapport betreffende het landbouwkundige onderzoek van de in 1939 en 1940 geïnundeerde gronden van de polder Kruiningen, de Nieuw Olzende- en de Sint Pieterspolder.
Report with regard to the agricultural investigations of the soils in the polders of Kruiningen, Nieuw

Olzende and Sint Pieter inundated in 1939 and 1940 (1945, niet gepubliceerd) (Dutch, not printed).
35. A. J. ZUUR, Over de ontzilting van de bodem in de Wieringermeer.
Removal of the salt in the soil of the Wieringermeer.
(Uitgave Directie van de Wieringermeer, 1938) (Dutch).
36. A. J. ZUUR, W. R. DOMINGO. G. W. HARMSEN en W. A. BOSMA, Voordrachten over zoute gronden.
Lectures with regard to salty soils.
(Uitgave Directie van de Wieringermeer, 1946) (Dutch).
37. K. ZIJLSTRA, Over de gevoeligheid van enige landbouwgewassen voor zeewater.
Sensitiveness of some plants to sea water.
Versl. Landbouwk. Onderz. **52** (1946) 25 (Summary in English).