NN31545.0620

NOTA 620 28 mei 1971

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

DE RESULTATEN VAN MACHINALE GRONDVERBETERING OP EEN VEENKOLONIALE GROND TE DE KRIM

R. Wiebing

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties.
Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.
Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS
0000 0672 6562
178 7761

I N H O U D

	Blz.
INLEIDING	1
HET VEENKOLONIALE PROFIEL	2
Algemeen	2
HET PROEFVELD TE DE KRIM	4
PROEFOPZET EN BOUWPLAN	4
UITVOERING VAN DE BEWERKINGEN	6
RESULTATEN VAN DE GRONDVERBETERING	7
NEERSLAG	8
OPBRENGSTEN	10
VOCHTHUISHOUDING IN DE GROND	16
ONTWATERING	21
BEMESTING	25
Stikstofhuishouding	25
BEKALKING NA GRONDVERBETERING	28
SAMENVATTING EN CONCLUSIES	30
LITERATUUR	32

INLEIDING

Gedurende de laatste 10 jaar is veel aandacht besteed aan de resultaten van machinale grondverbeteringsmethoden in de Veenkoloniën. Dat grondverbetering voor een groot deel van onze Veenkoloniën noodzakelijk is, daarvan was men reeds enige jaren overtuigd. In de crisis jaren rond 1930 en ook na de tweede wereldoorlog werden in werkverschaffingsverband verscheidene percelen in handwerk herontgonnen.

De algemene klacht is als regel dat de percelen in natte tijden te nat zijn en in droge perioden te droog. De oorzaak van deze tweeledige kwaal wordt dan als regel toegeschreven aan in het profiel voorkomende vastveen lagen en/of harde zandplaten in de zandondergrond. Zo kon het overtollig regenwater niet snel naar de ondergrond afvloeien en in droge tijden kon er geen water vanuit de ondergrond opstijgen om het gewas van voldoende water te voorzien.

Bij de oude herontginningen in handwerk werd meestal in een zogenaamde putsysteem gewerkt, waarbij het resterende veen weer als een gesloten horizontale laag in het nieuwe profiel terug gezet werd. De vaak voorkomende harde bruine zandlaag werd hierop gelegd, waarna de oude bouwvoor wederom als toplaag fungeerde.

De resultaten van deze grondverbetering waren echter weinig hoopgevend. De ontwatering was in veel gevallen niet of nauwelijks verbeterd en ook de opbrengstverhogingen vielen als regel tegen. Uit een onderzoek van SCHOTHORST en REINDS (1961) bleek dat de gewassen op 29 van de 78 herontginningen zelfs negatief reageerden op de profiel wijziging, op slechts 18 waren de meeropbrengsten hoger dan 10 %. Wel kwam toen reeds uit het onderzoek naar voren dat er een verband was tussen de grootte van de meeropbrengst en het verdampingsoverschot in voor elk gewas afzonderlijke perioden van het jaar.

Het werk zou rond 1960 te duur worden om in handkracht uit te voeren. Voor machinale uitvoering van de grondverbetering werd in de eerste plaats gedacht aan de diepploeg. Aanvankelijk werden de ploegen gebruikt

waarmee men indertijd het heideveld scheurde. Doch al heel spoedig gingen de Koninklijke Nederlandse Heide Maatschappij en ook enkele grotere loonwerkers over tot het construeren van meer voor dit werk aangepaste ploegen. Ook werden enkele typen grote woelers gemaakt.

Een van de eerste vragen welke zich bij deze veenkoloniale grondverbetering voor deed was; moet de bestaande vaak te dunne bouwvoor ook als toekomstige bouwvoor bewaard blijven of kan men zonder al te veel nadeel deze gewoon met de rest meeploegen. Of is het reeds voldoende om de ondergrond alleen losser te maken door haar op korte afstand met een woeler te bewerken. Hoe staat het na een grondverbetering met de ontwatering en de bemesting.

Om op deze vragen een antwoord te geven werden omstreeks 1959 proefvelden op enkele bedrijven in de Drentse Veenkoloniën aangelegd.

In 1960 werd door de K.N.H.M. een geheel bedrijf aangekocht in Borgercompagnie om hier op wat grotere schaal proeven te kunnen aanleggen. De aanleg van een groot proefveld voor machinale grondverbetering te De Krim vond plaats in 1964, in opdracht van de Cultuurtechnische Dienst. De resultaten welke in dit rapport zullen worden besproken hebben in hoofdzaak betrekking op laatstgenoemd proefveld.

HET VEENKOLONIALE PROFIEL

A l g e m e e n

De veenkoloniale gronden staan van oudsher bekend als een grond met een zeer hoog produktie vermogen.

Zij worden bijna voor 100 % gebruikt voor de akkerbouw. De opbrengsten konden qua hoogte wedijveren met die van onze beste kleigronden. Deze hoge produktiecapaciteit was echter geen gevolg van een natuurlijke chemische vruchtbaarheid doch wel van een zeer groot vochthoudend vermogen.

De bij de vervening teruggestorte weinig verteerde bovenlaag van het oorspronkelijk hoogveenpakket fungeerde als een natte spons onder een zandige bouwvoor van ± 15 cm dikte.

In droge tijden stond zij veel water af aan de bouwvoor, tijdens veel regen kon zij weer veel water opnemen.

Bij de ontginning is echter in vele gevallen het teruggezette veen slechts geëgaliseerd en daarna met een zandlaag van ± 15 cm afgedekt uit de eerder ten behoeve van de ontwatering en afvoer van turf gegraven kanalen en wijken. Hierbij werd de ondergrond meestal ongemoeid gelaten, zodat de veendikte plaatselijk sterk varieerde en afhankelijk was van de natuurlijke golving van de zandondergrond.

Om het organische stofgehalte van de bouwvoor op peil te brengen en te houden was het noodzakelijk dat er regelmatig een dun laagje van het veen werd aangeploegd.

Een gevolg hiervan was dat de gronden steeds lager kwamen te liggen. Om wateroverlast te voorkomen moest het ontwateringspeil regelmatig worden verlaagd.

Daar waar de zandondergrond het hoogst is raakte het teruggestorte veen het eerst op. De zandige bouwvoor kwam hier direct te liggen op de zandondergrond. De bovenkant van deze zandondergrond bestaat in vele gevallen uit een zeer slibhoudende inspoelingslaag (gliede). Ook komt op vele plaatsen een sterk horizontaal gelaagde veensoort voor welke als ongeschikt voor turf indertijd ongemoeid is gelaten (spalterveen).

Deze gelaagdheid en de vaak zeer lage pH van het oligotrophe veen heeft tot gevolg dat het voor de plantenwortels zeer slecht doorwortelbaar is. De gewassen zijn derhalve voor hun vochtvoorziening in hoofdzaak aangewezen op de hoeveelheid en regelmaat van de neerslag tijdens hun groeiperiode en een beperkte hoeveelheid water die door de bouwvoor kan worden geleverd.

Valt er enige tijd geen regen dan is de beschikbare hoeveelheid water uit de bouwvoor spoedig verbruikt en treedt er droogteschade op. Een verhoging van het ontwateringspeil zou weliswaar deze droogteschade gedeeltelijk kunnen voorkomen. Het peil zou dan echter zo hoog moeten worden gehouden dat de onderkant van het nog resterende veen tot ver in het voorjaar zich nog in het grondwater bevindt. In de praktijk komt dit neer op zeer hoge grondwaterstanden. De berging voor water in de grond zou daardoor zeer gering zijn, waardoor in wat nattere perioden grote wateroverlast zou optreden. Ook de draagkracht van de grond zou zodanig zijn dat het niet mogelijk is haar met machines te berijden. Dit middel om droogte te bestrijden moet dan ook worden afgewezen.

De moderne machinale bedrijfsvoering stelt hoge eisen aan de grond. De kostbare machines moeten ten alle tijden ook gebruikt kunnen worden

om het bedrijf rendabel te houden. Welke maatregelen er ook aan de grond of de ontwatering worden genomen, zij mogen niet ten koste gaan van de opbrengst.

Om wateroverlast te voorkomen zal dus diep ontwaterd moeten worden. Om droogteschade te voorkomen of te beperken zal gezorgd moeten worden dat de planten over een grotere diepte van het beschikbare vocht in het profiel kunnen profiteren door de omstandigheden zo te maken dat een goede doorwortelbaarheid van het gehele profiel mogelijk is.

HET PROEFVELD TE DE KRIM

In de ruilverkaveling 'Schuinesloot-Lutterscheiding' werd in de herfst van 1964 onder goede weersomstandigheden een proefveld voor machinale grondverbetering aangelegd.

Het proefveld is gelegen op een bedrijf dat op dat moment in eigendom was van de Stichting Beheer Landbouwgronden.

Het profiel is zodanig dat het representatief geacht kan worden voor genoemde ruilverkaveling. In afwijking van het profiel van een eerder aangelegd proefveld te Borgercompagnie komt er te De Krim direct onder de bouwvoor veelal nog bolsterachtig veen voor. Ook hier echter een grote variatie in de totale veendikte (0 tot 80 cm). Plaatselijk komt keileem vrij ondiep in het profiel voor.

PROEFOPZET EN BOUWPLAN

De proefopzet kwam tot stand in overleg tussen diverse instanties. Er werd een zogenaamde technische commissie gevormd bestaande uit vertegenwoordigers van de plaatselijke commissie van de ruilverkaveling; de Cultuurtechnische Dienst te Zwolle; de Rijkslandbouw Voorlichtingsdienst te Hengelo; de Vereniging tot Exploitatie van Proefboerderijen in de Veenkoloniën te Veendam en de Instituten voor Bodemvruchtbaarheid te Groningen en Cultuurtechniek en Waterhuishouding te Wageningen.

De grondverbeteringswerkzaamheden werden uitgevoerd door M. VAN DAMME te Middenmeer onder directie van de 'N.V. Grontmij', De Bilt. Gedurende de zes proefjaren werd het bedrijf geëxploiteerd door de Vereni-

ging tot Exploitatie van Proefboerderijen in de Veenkoloniën.

Het gehele proefveld is ± 10 ha groot. Er werden in lengte richting drie verbeteringsmethoden toegepast bestaande uit het diepploegen met en zonder behoud van de bestaande bouwvoor en mengwoelen. Een strook van ± 25 meter langs de wijk bleef als vergelijkens object in onbehandelde toestand.

De indeling wordt weergegeven in fig. 1.

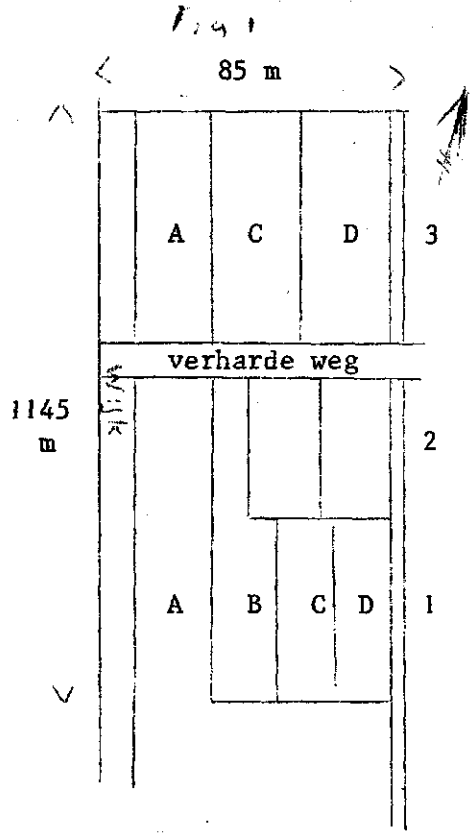

Fig. 1.

A = onbehandeld

B = gemengwoeld

C = gediepploegd alles gemengd

D = gediepploegd met behoud van bouwvoor

Over dwars werd het proefveld verdeeld in drie percelen waarop ieder jaar een verschillend gewas werd verbouwd. Naast de drie hoofdgewassen aardappelen, haver en zomertarwe werden elk jaar op een klein gedeelte nog suikerbieten en zomergerst verbouwd. Het proefveld werd grotendeels gedraineerd met plastic buizen. Deze drainage werd in proefvakken aangebracht met drainafstanden van 10, 20 en 30 meter. De diepte bedroeg steeds ca. 90 cm - maaiveld. Er werden twee vakken van 100 meter lengte niet gedraineerd.

Om te kunnen nagaan of het na deze grondverbetering noodzakelijk is een hogere fosfaat en/of kalibemesting te geven, werd op perceel 1 een proefveld aangelegd met verschillende fosfaat en kalitrappen. Dit proefveld bestaat per object uit 27 veldjes, welk ieder jaar per drie veldjes eenzelfde hoeveelheid fosfaat en kali hebben ontvangen.

Elk jaar zijn in minstens twee gewassen stikstoftrappen proefvelden aangelegd. Deze lagen elk jaar op een ander gedeelte van het proefveld.

UITVOERING VAN DE BEWERKINGEN

Gezien de grote variatie in de profielopbouw die als regel op de veenkoloniale percelen voorkomt is het noodzakelijk alvorens men tot een grondverbetering overgaat eerst een nauwkeurige kartering uit te voeren. Bij deze kartering dient men in de eerste plaats te letten op de dikte van het nog aanwezige veenpakket. Deze dikte van het veenpakket is het hoofdcriterium voor de bepaling van de bewerkingsdiepte. Daarnaast zal ook het humusgehalte van de bouwvoor en dat van de zandondergrond van belang zijn. In het algemeen kan men stellen dat de nieuwe bouwvoor een humusgehalte moet hebben van 10 tot 15 %. Bij een lager humusgehalte bestaat er kans op stuifgevaar. Bij een al te hoog humusgehalte van de bouwvoor zal de draagkracht van de grond afnemen. Als vuistregel zal men voor de bewerkingsdiepte kunnen aanhouden dat de meest ideale bewerkingsdiepte bij volledige menging van de grond overeenkomt met 2 x de veendikte plus 1 x de bouwvoordikte. De eventueel aanwezige gliede laag wordt hierbij de veendikte gerekend.

Te De Krim werden de grondverbeteringswerkzaamheden uitgevoerd door de Firma Van Damme uit de Wieringermeer onder directie van de N.V. Grontmij. Gezien de grote variatie in de veendikte op korte afstand ontvingen de uitvoerders voortdurend aanwijzingen van een achter de ploeg lopende opzichter. Zo werd voorkomen dat er plaatselijk te diep of te ondiep gewerkt werd.

De grondverbeteringsmachines zijn veelal zo gemaakt dat de werkdiepte vanaf de trekker tijdens het rijden geregeld kan worden. Voor een juiste uitvoering van de grondverbetering is het goed om aan de hand van de kartering de bewerkingsdiepten zichtbaar voor de uitvoerders op het veld aan te geven.

Bij object D werd de oude bouwvoor teruggezet met een zogenaamde Eispee-ploeg (ontwerp Eising en Speelman te Westerbork). Dit apparaat is in staat de bouwvoor over de open ploegvoor bij diepploegen te brengen naar het reeds geploegde. Object B werd behandeld met een mengwoeler (fig. 2). Met deze woeler is goed werk geleverd. De werkdiepte bedroeg hier ± 100 cm. Om na de bewerkingen met de diepploeg de ploegruggen vlak te krijgen is gebruik gemaakt van de verzwaarde eg, welke achter de diepploeg werd bevestigd.

De eindvoor werd gedicht met grond welke vrijkwam bij het opschonen

en uidiepen van de zwetsloot aan de oostzijde van het perceel.

RESULTATEN VAN DE GRONDVERBETERING

Zoals in het voorgaande reeds werd opgemerkt is de beworteling op het niet verbeterde veenkoloniale profiel zeer ondiep. Zij beperkt zich meestal tot de bouwvoor. Voor de vochtvoorziening tijdens de groei zijn de planten hier dan ook in hoge mate afhankelijk van de hoeveelheid en regelmaat van de neerslag.

Na een goed uitgevoerde grondverbetering kunnen de plantenwortels diep in de grond doordringen en zodoende profiteren van de waterrijkdom van het veen. De planten zijn dan in veel mindere mate afhankelijk van de regenval.

Uit de proeven welke tot nu toe zijn genomen is dan ook gebleken dat de grootte van de meeropbrengsten door een grondverbetering sterk afhankelijk is van de hoeveelheid neerslag welke tijdens de groeiperiode van de gewassen valt.

In normale zomers is de verdamping groter dan de hoeveelheid regen. Zo bedraagt voor de maanden mei tot en met juli de verdamping ongeveer 150 mm meer dan de hoeveelheid regen die in die periode valt. Dit tekort zal door de grond moeten worden aangevuld wil men een maximale opbrengst kunnen verwachten.

De hoeveelheid water welke door de grond kan worden geleverd hangt af van het aantal mm beschikbaar vocht in de doorwortelbare laag, aangevuld met een hoeveelheid water die door capillaire opstijging tot in die bewortelbare laag komt. Dit laatste is bij het onbehandelde veenkoloniale profiel waarschijnlijk vrij laag omdat het capillair geleidingsvermogen van veen bij enige uitdroging sterk afneemt. Zo zijn de planten op het onbehandelde veenkoloniale profiel tijdens droogte dan ook nagenoeg geheel aangewezen op het vocht in de bouwvoor.
In de vaak dunne bouwvoor is deze vochtvoorraad echter zeer beperkt. Tijdens droge perioden droogt zij daarom dan ook snel uit, waarna de gewassen aan droogte gaan lijden. Alleen door voldoende en tijdige aanvulling door regenval kan dan droogteschade aan de gewassen worden voorkomen. Belangrijk is daarom in hoeverre de bovenkant van de veenlaag nog enigszins doorwortelbaar is. Dit hangt af van de pH en de

structuur van het veen. Te De Krim is de laag van 20 tot 30 cm onder de bouwvoor voor de granen nog redelijk goed doorwortelbaar.

De pH (KCl) van dit vaak bolsterachtige veen is ± 3,8. Te Borgercompagnie bestaat de veenlaag direct onder de bouwvoor meestal uit spalterachtig veen. De structuur van deze veensoort is sterk horizontaal gelaagd. De pH (KCl) is te Borgercompagnie 3,6. De beworteling in deze laag is zeer slecht.

Op een goed verbeterde grond kan worden gesteld dat de bewortelingsdiepte gelijk is aan de bewerkingsdiepte van de grondverbetering. Droogteschade na de grondverbetering zal dan ook zelden meer voorkomen. Deze grondverbetering moet dan ook in de eerste plaats gezien worden als een middel om droogteschade te bestrijden.

De meeropbrengst is dus afhankelijk van de mate van droogteschade op de onbehandelde grond.

Nu liggen de perioden waarin de gewassen hun grootste vochtbehoeften hebben niet voor alle gewassen in dezelfde tijd van het jaar. Zomergranen hebben hun grootste vochtverbruik in de groeiperiode vanaf de uitstoeling tot het in aar of pluim komen. Deze periode valt in de maanden mei en juni. Bij een gewas suikerbieten zal het grootste verbruik van water later zijn. Daarom kan het voorkomen dat in eenzelfde jaar het ene gewas wel en het andere geen meeropbrengst door grondverbetering te zien geeft.

NEERSLAG

Bij de beoordeling van de resultaten van de grondverbetering moet dan ook rekening worden gehouden met de weersomstandigheden tijdens de groeiperioden van de gewassen.

In tabel 1 worden de neerslaghoeveelheden te De Krim weergegeven voor de maanden april tot en met september. De normaal cijfers hebben betrekking op het nabijgelegen weerstation te Dedemsvaart.

Tabel 1. Neerslag in mm te De Krim in de maanden april tot en met september in de jaren 1965 tot en met 1970

Jaar / Maand	1965	1966	1967	1968	1969	1970	normaal
april	84	78	41	14	91	90	49
mei	85	40	69	84	77	30	54
juni	152	150	38	78	83	21	61
juli	170	124	56	90	28	153	89
augustus	62	49	73	76	116	29	90
september	35	47	92	162	17	61	69
Totaal	588	488	369	504	412	384	412

De totale hoeveelheid neerslag gedurende deze maanden was in drie van de zes proefjaren hoger dan normaal.

In het voorgaande is reeds gesteld dat het vooral de weersomstandigheden in de maanden meti tot en met juli zijn die in hoge mate de meeropbrengsten door grondverbetering bepalen.

Zowel voor granen als ook voor aardappelen is de weerssituatie tijdens deze maanden van essentieel belang voor de grootte van de meeropbrengsten van deze gewassen. Alleen bij een gewas als suikerbieten zal ook de weersgesteldheid in de nazomer nog van grote invloed kunnen zijn op de resultaten van de grondverbetering. In tabel 2 worden de gesommeerde hoeveelheden neerslag weergegeven in de maanden mei tot en met juli alsmede dat getal dat aangeeft hoe vaak het volgens de waarschijnlijkheids rekening per 100 jaar zal voorkomen dat het in deze drie maanden droger zal zijn.

Tabel 2. Neerslag in mm te De Krim in mei, juni en juli in de jaren 1965 tot en met 1970

Jaar	Normaal	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1967 t/m 1970
Hoeveelheid	194	407	314	163	252	188	204	202
Kans op droger in %	50	99,8	99	22	83	44	58	57

De jaren 1965 en 1966 waren wel zeer nat. Zo zal er in 400 jaren slechts 1 jaar zijn dat even nat of nog natter is dan het jaar 1965. Zo nat als 1966 komt eens in de 100 jaar voor. Ook het jaar 1968 was nog zeer nat. Het jaar 1967 daarentegen was erg droog.

Voor de beoordeling van de resultaten is het dus beter om de wel zeer extreme jaren 1965 en 1966 buiten beschouwing te laten.

De neerslag in de jaren 1967 tot en met 1970 gemiddeld, benadert de normale hoeveelheid. Hoewel deze jaren gemiddeld nog iets te nat zijn is het toch verantwoord de gemiddelde meeropbrengsten van deze jaren als normaal te beschouwen.

OPBRENGSTEN

De gemiddelde opbrengsten in de jaren 1967 tot en met 1970 zijn dus normaal te noemen.

In onderstaande tabel worden deze opbrengsten per gewas per object weergegeven.

Tabel 3. Gemiddelde opbrengsten te De Krim van de jaren 1967 tot en met 1970 van graan en hakvruchten, respectievelijk in $kg.ha^{-1}$, respectievelijk $ton.ha^{-1}$

	Onbehandeld	Gemengwoeld	Gediepploegd alles gemengd	Gediepploegd met behoud van bouwvoor
Haver	5290	5660	5540	5460
Zomertarwe	4450	4880	4780	4560
Zomergerst	3820	4010	4120	4080
Aardappelen	59,8	66,2	66,5	66,1
Suikerbieten	53,7	60,2	60,1	57,9

Uit tabel 3 blijkt dat alle gewassen op alle objecten gemiddeld over deze jaren een meeropbrengst hebben gegeven.

Mengwoelen heeft de beste resultaten gegeven. Het verschil met de opbrengsten op de gediepploegde objecten is echter klein te noemen.

Tabel 6. Opbrengsten van zomergerst in kg/are bij 17 % vocht

Object	1965		1966		1967		1968		1969		1970	
	zaad	stro	zaad	stro	zaad	stro	zaad	stro	zaad	stro	zaad	stro
Onbehandeld	45,5	56,5	44,2	42,0	43,2	47,0	31,2	51,1	36,8	54,4	41,7	42,7
Mengwoelen	40,6	57,9	43,8	39,6	44,8	74,5	33,1	52,8	44,7	56,8	37,7	40,8
Diepploegen	41,2	63,7	41,9	45,2	44,3	49,4	33,9	46,0	44,2	61,9	42,6	41,6
Gediepploegd m.behoud van bouwvoor	43,5	44,3	43,7	38,9	45,2	53,8	33,1	49,9	45,7	60,5	39,4	38,7

Tabel 7. Opbrengsten van fabrieksaardappelen in ton/ha
Uitbetalingsgewicht (....) ton/ha veldgewicht

Onbehandeld	35,2	(28,0)	44,1	(38,1)	58,8	(51,9)	60,4	(48,3)	51,6	(47,3)	68,5	(53,7)
Mengwoelen	37,3	(32,1)	43,4	(36,8	-	(-)	60,6	(48,9)	62,7	(57,0)	-	(-)
Diepploegen	29,0	(24,5)	46,1	(37,1)	66,0	(55,6)	61,1	(49,3)	63,9	(56,2)	75,2	(61,4)
Gediepploegd m.behoud van bouwvoor	35,0	(30,6)	46,9	(39,5)	66,4	(57,3)	66,8	(52,4)	57,9	(52,8)	73,3	(57,2)

Tabel 8. Opbrengsten van suikerbieten in ton/ha (....) loof + kop

Onbehandeld	38,3	(20,7)	34,1	(17,9)	56,6	(27,8)	54,1	(30,8)	58,0	(30,3)	46,0	(32,4)
Mengwoelen	44,7	(23,9)	47,6	(29,0)	59,4	(32,5)	55,7	(27,5)	71,9	(38,1)	54,0	(33,2)
Diepploegen	40,2	(24,2)	29,7[x]	(13,6)	53,3	(23,6)	63,7	(39,1)	65,5	(33,0)	58,0	(37,3)
Gediepploegd m.behoud van bouwvoor	40,1	(20,8)	35,2[x]	(20,0)	57,0	(24,1)	58,1	(28,3)	62,2	(31,8)	54,3	(31,9)

xzwaar beschadigd door verstuiving

Bij de zomergranen zien we in de natte jaren 1965 en 1966 geen positieve resultaten van de grondverbetering. De zomergerst reageerde zelfs duidelijk negatief. Voor een deel zal dit echter ook geweten kunnen worden aan de grotere pH-gevoeligheid van de gerst. In 1967 reageerden

Er zijn echter andere belangrijke punten waardoor aan de woelmethode toch de voorkeur moet worden gegeven.

In de tabellen 4 tot en met 6 worden de zaadopbrengsten weergegeven met de daarbijbehorende stro-opbrengsten in kg/are.

De tabellen 7 en 8 geven respectievelijk de knol en bietopbrengsten weer in ton/ha. Omdat alle gewassen zeer sterk reageerden op de hoogte van de stikstofbemesting en niet op ieder object op gelijke wijze, is in deze tabellen de opbrengst gegeven bij de voor het betreffende object optimale stikstofgift. Meestal was deze op de geploegde objecten hoger dan op het onbehandelde en op het gemengwoelde object lager of gelijk. Hierover volgt meer in het hoofdstuk bemesting.

Tabel 4. Opbrengsten van zomertarwe in kg/are bij 17 % vocht

Object	1965		1966		1967		1968		1969		1970	
	zaad	stro	zaad	stro	zaad	stro	zaad	stro	zaad	stro	zaad	stro
Onbehandeld	45,8	71,7	39,7	58,6	45,3	77,1	36,6	48,6	46,7	58,6	49,4	47,8
Mengwoelen	-	-	38,5	54,9	48,0	79,8	-	-	48,8	55,5	57,2	63,0
Diepploegen	49,1	66,3	34,2	47,6	50,9	84,5	36,8	48,9	47,3	54,9	56,2	53,4
Gediepploegd m.behoud van bouwvoor	43,5	69,2	38,5	49,0	45,6	83,0	40,9	60,4	49,0	57,8	46,8	53,9

Tabel 5. Opbrengsten van haver in kg/are bij 17 % vocht

Object	1965		1966		1967		1968		1969		1970	
	zaad	stro	zaad	stro	zaad	stro	zaad	stro	zaad	stro	zaad	stro
Onbehandeld	52,9	63,8	48,8	44,6	49,6	55,6	54,8	58,3	49,2	48,6	58,0	45,5
Mengwoelen	54,5	76,6	-	-	56,5	61,1	57,6	60,6	-	-	62,2	52,5
Diepploegen	52,8	55,6	51,1	42,6	57,4	56,5	57,3	56,7	48,9	59,9	58,2	48,6
Gediepploegd m.behoud van bouwvoor	58,2	63,7	44,1	39,6	55,6	60,3	55,6	55,8	48,8	48,7	58,5	48,3

de zomergranen na een te droge juni en juli maand zeer positief op de grondverbetering.

Ook in de jaren 1968, '69 en '70 reageerden de granen overwegend positief op de grondverbetering. In 1967 deed zich bij de tarwe een ernstige aantasting van voetziekte voor. Vooral de tarwe-opbrengst op het gediepploegde met behoud van bouwvoor was hierdoor lager. In 1968 en 1969 was de hoeveelheid regen in de maanden mei en juni groter dan normaal. In 1969 trad bij de haver omstreeks half juli sterke legering op. Door zeer ongunstige weersomstandigheden in de tweede helft van augustus zijn er grote verliezen ontstaan in de zaadopbrengst. In het laatste proefjaar (1970) waren de maanden mei en juni zeer droog. De tweede en derde decade van juli waren echter zeer nat.

In 1970 werden de haveropbrengsten op dezelfde plaats bepaald als die in 1967. De in tabel 5 vermelde opbrengsten van deze jaren zijn gemiddelden van 12 veldjes per object. De reactie van de haver op de grondverbetering komt in deze jaren echter weinig overeen, hoewel er juist veel overeenkomst was in de weersgesteldheid.

Bij de neerslagverdeling in de zomermaanden van beide jaren valt het op dat er verschillen zijn in de perioden 10 - 31 mei en 1 - 31 juli. De neerslaghoeveelheid in de maand juni was in beide jaren laag. Vanaf 10 mei tot 31 mei viel er in 1967 65 mm meer regen dan in 1970 tijdens dezelfde periode, vanaf 1 juli tot 31 juli was er een groot verschil van 125 mm in het voordeel van 1970. Bekijken we nu de opbrengsten dan valt allereerst op dat de zaadopbrengsten in 1970 belangrijk hoger zijn dan die van 1967. De stro-opbrengsten zijn echter in 1970 lager. Dit is eigenlijk volkomen in overeenstemming met de weersomstandigheden.

Zo was het vochttekort in de periode waarin een zomergraan vanuit het uitstoelingsstadium doorschiet tot het in aar of pluim komen in 1967 kleiner dan in 1970. Tijdens het afrijpingsstadium in de maand juli was de hoeveelheid neerslag in 1970 veel groter dan die in 1967. Ook op het onbehandelde konden de korrels in 1970 volledig uitgroeien. Het 1000-korrelgewicht van de haver op het onbehandelde in 1970 gaf dit duidelijk weer.

Tabel 9. 1000-korrelgewichten van haver bij 17 % vocht in 1967 en 1970

Object	Jaar	
	1967	1970
Onbehandeld	31,8	37,3
Mengwoelen	32,5	32,8
Diepploegen	31,5	31,5
Gediepploegd met behoud van bouwvoor	32,5	35,2

In het 1000-korrelgewicht zien we dus een groot verschil bij het object onbehandeld tussen 1967 en 1970.

Bij eenzelfde kg-opbrengst per ha betekent een hoger 1000-korrelgewicht dat het aantal korrels per ha kleiner moet zijn geweest. In beide jaren is dat het geval op het onbehandelde object.

In 1970 kon de lagere korrelzetting nog worden gecompenseerd door een hoger korrelgewicht doordat het nog tijdig ging regenen. In 1967 was dat niet het geval.

In 1967 was de haver op het onbehandelde als gevolg van een vochttekort eerder rijp dan die op de behandelde objecten. De haver op het onbehandelde werd toen min of meer noodrijp waardoor de korrels de kans niet hebben gehad om volledig uit te groeien.

Ook bij de zomertarwe zien we in 1967 hogere stro-opbrengsten en lagere korrelopbrengsten dan in 1970. Bij de tarwe werden ook de hoogste 1000-korrelgewichten gevonden op het object onbehandeld. Desondanks kon de tarwe op het onbehandelde zich ook in 1970 toch niet zover herstellen dat de zaadopbrengst weer ongeveer gelijk kwam met die van de behandelde objecten. Dit wijst erop dat tarwe in haar groeiperiode meer water nodig heeft dan haver. Bij de vochtbemonstering in de grond bleek ook steeds dat de bouwvoor van een onbehandelde grond bij het gewas tarwe eerder droog is dan bij haver.

Te Borgercompagnie waar vooral de zomergranen sterker reageerden op de grondverbetering dan te De Krim, zien we dan ook steeds in de tarwe niet alleen de grootste verschillen tussen wel en niet verbeterde grond, maar ook eerder droogteverschijnselen dan bij de haver. Bij aanhoudende droogte kunnen dan zeer grote visuele verschillen in lengte-

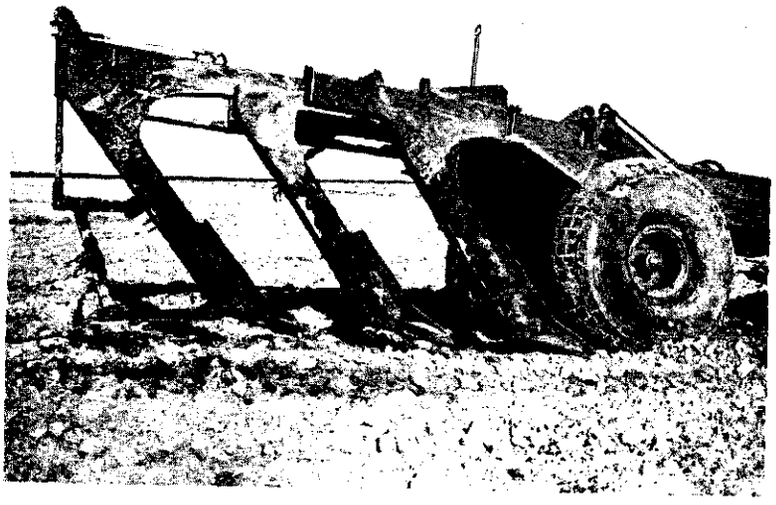

Fig. 2 Grote mengwoeler in actie

Fig. 3 Groot verschil in gewaslengte bij zomertarwe in 1970 te Borger-compagnie; links onbehandeld, rechts gemengwoeld

groei ontstaan. Reeds in de eerste week van juni 1970 bleef de groei van het tarwegewas op de onbehandelde grond te Borgercompagnie duidelijk achter bij die op de verbeterde objecten. Ongeveer 10 dagen later was ook bij de haver een duidelijk groeiverschil ten nadele van het onbehandelde object te zien. De verschillen werden in 1970 als gevolg van het aanhoudende droge weer zeer groot. Op 6 juli bedroeg de lengte van de tarwe op de onbehandelde grond slechts 55 cm, tegen gemiddeld 110 cm op behandelde stroken (fig. 3). Bij de haver was dit verschil kleiner namelijk 100 cm tegen 125 cm.

Te De Krim was eerst op 22 juni in de tarwe op het onbehandelde plaatselijk enige droogte te zien. Een duidelijk verschil in gewaslengte trad echter nauwelijks op.

VOCHTHUISHOUDING IN DE GROND

De maanden mei en juni 1970 waren zowel te Borgercompagnie als te De Krim droger dan normaal. In mei viel echter te De Krim toch nog 10 mm meer regen dan te Borgercompagnie.

Te De Krim was enig groeiverschil in de tarwe tussen wel en niet verbeterde grond eerst ± 3 weken later zichtbaar. Deze drie weken zijn echter uitermate belangrijk geweest. Zo kon de tarwe hier op het onbehandelde ongestoord door vochtgebrek het stadium van in aar komen bereiken. De verdamping van dit gewas kan in het stadium van doorschieten tot in aar komen gesteld worden op ± 3 mm per dag. Gedurende 20 dagen is dit 60 mm.

Tussen 6 en 22 juni 1970 viel er noch te De Krim noch te Borgercompagnie enige regen.

Gedurende de proefjaren zijn tijdens de belangrijkste groeiperiodes van de gewassen periodiek vochtbemonsteringen in de grond gedaan. Het jaar 1970 is voor de vergelijking van het grondverbeteringseffect bij de granen tussen Borgercompagnie en De Krim zeer geschikt omdat de maanden mei en juni voor beide plaatsen zeer droog waren. De neerslaghoeveelheden in april 1970 waren op beide proefvelden aanzienlijk groter dan normaal. De verdamping (Eo) was in april 1970 zeer laag namelijk 56 tegen 77 normaal.

Berekend kan worden dat de bouwvoor op beide proefvelden op 1 mei

nog op veldcapaciteit was.

Uit de pF-kromme valt af te leiden dat op 1 mei 1970 in de bouwvoor, te De Krim 67,2 mm en te Borgercompagnie 66,9 mm voor de plant beschikbaar water aanwezig moet zijn geweest. Rekening houdende met de hoeveelheid neerslag en verdamping (Eo = 106 mm) kan worden berekend hoeveel water in de maand mei 1970 door het gewas tarwe werd verbruikt op de onbehandelde objecten van beide proefvelden. In mei 1970 viel te De Krim 29,5 mm en te Borgercompagnie 19,5 mm regen.

Bij deze berekening is ervan uitgegaan dat de verdamping van het gewas 0,75 maal die van een open wateroppervlak (Eo) is geweest. Op 1 juni 1970 was er nog geen verschil in gewaslengte te zien tussen de tarwe van De Krim en Borgercompagnie, zodat aangenomen kan worden dat de verdamping tot 1 juni op beide objecten gelijk geweest is.

Tabel 10. Overzicht van het waterverbruik door een gewas zomertarwe op onbehandelde grond in mei 1970

	De Krim			Borgercompagnie		
Verdamping mei 0,75 x 106 mm			79,5			79,5
Neerslag mei		29,5			19,5	
Beschikbaar in bouwvoor 1 mei	67,2			66,9		
Beschikbaar in bouwvoor 1 juni	53,8			18,7		
Verdamping uit bouwvoor		- 13,4			- 48,2	
			+ 42,9			+ 67,7
Verdamping uit ondergrond			36,6			11,8

Het blijkt nu dat het voor de verdamping nodige water in de maand mei te De Krim voor slechts 17 % uit de bouwvoor werd onttrokken, voor 37 % door de regen werd verzorgd en voor 46 % uit het onder de bouwvoor liggende veen werd geleverd. Te Borgercompagnie moest het water voor bijna 60 % door de bouwvoor worden geleverd, hier werd 25 % geleverd door de neerslag en slechts 15 % door de ondergrond.

Hier was het gewas dus wel zeer sterk aangewezen op de vochtcapaciteit van de bouwvoor. Door de aanhoudende droogte in de maand juni bleef het gewas hier dan ook sterk achter bij de tarwe te De Krim.

Een verdere reële vergelijking van de vochthuishouding in de maand juni is niet mogelijk omdat uiteraard ook de verdamping van het gewas te Borgercompagnie toen kleiner was dan die te De Krim.

Uit het bovenstaande blijkt echter duidelijk dat een veenlaag van 10 à 20 cm bolsterachtig veen zoals die te De Krim nog vrij veel voorkomt en door een niet al te lage pH (± 3,8) voor de granen nog redelijk bewortelbaar is, aanzienlijk meer bijdraagt tot de vochthuishouding, dan een sterk gelaagde spalterveen laag (pH ± 3,6) zoals te Borgercompagnie voorkomt. Dit zou tevens de verklaring kunnen zijn dat de granen te De Krim in de afgelopen jaren veel minder sterk op de grondverbetering hebben gereageerd dan die te Borgercompagnie.

Niettemin was er bij de zomertarwe te De Krim in 1970 nog een meeropbrengst van gemiddeld 11 % door grondverbetering. Te Borgercompagnie was de meeropbrengst in 1970 bij de tarwe groter dan ooit tevoren, namelijk gemiddeld 60 %.

Eind juni was ook te De Krim de bouwvoor zowel als de bovenste veenlaag sterk uitgedroogd. Een neerslaghoeveelheid van ruim 20 mm in de eerste decade en ruim 130 mm in de rest van de maand juli maakte aan de droogte een einde.

Het 1000-korrelgewicht van de tarwe was te De Krim op het onbehandelde hoger dan op de behandelde objecten, namelijk 49,5 op het onbehandelde tegen gemiddeld 46,2 op de verbeterde objecten.

De verschillen in opbrengst zijn dus in 1970 veroorzaakt door een groter aantal korrels per ha na de grondverbetering.

In 1969 was dit te De Krim omgekeerd. Toen trad er een droogte periode in tijdens het afrijpingsstadium waardoor het 1000-korrelgewicht op het onbehandelde lager was dan dat op de behandelde objecten.

De grondwaterstand ter plaatse van het tarwegewas was te De Krim lager dan die te Borgercompagnie respectievelijk 1,53 en 1,24 m onder maaiveld. Opvallend was dat deze vanaf half juni tot half juli constant bleef. De aardappelen en suikerbieten reageerden te De Krim overwegend zeer positief op de grondverbetering. Een verschil in reactie tussen De Krim en Borgercompagnie zoals bij de granen is bij deze gewassen niet aanwezig. Ook bij deze gewassen is de meeropbrengst door grondverbetering sterk afhankelijk van de hoeveelheid en verdeling van de neerslag tijdens de groeiperioden. Voor de aardappelen zijn 1969 en 1970 de geschikte jaren voor een vergelijking tussen de reacties te De Krim en

Borgercompagnie. In 1970 was de neerslaghoeveelheid en verdeling in de maanden juni en juli op beide proefvelden nagenoeg gelijk.

De meeropbrengsten door grondverbetering waren op beide proefvelden gemiddeld 10 %. In beide gevallen was het opbrengstniveau zeer hoog. In 1969 was de meeropbrengst sterk in het voordeel van het proefveld te De Krim. Vooral in dit jaar bleek hoe sterk de aardappelen op deze grond in onverbeterde toestand afhankelijk zijn van de weersomstandigheden. Te De Krim was de eerste decade van juni zeer nat (55 mm). Daarna volgde hier een tot 18 augustus zeer droge periode. Te Borgercompagnie viel er in juli regelmatig regen. Vanaf 1 juli tot 18 augustus 1969 viel er te De Krim slechts 37 mm regen tegen 73 mm te Borgercompagnie. De meeropbrengsten door grondverbetering waren in dat jaar te De Krim gemiddeld 19 % tegen 4 % te Borgercompagnie.

Bij de suikerbieten werd herhaaldelijk waargenomen dat het loof van de bieten op de onbehandelde grond op zonnige dagen slap was, terwijl op de verbeterde stroken het loof recht overeind bleef. Dit verschijnsel treedt reeds op wanneer ook de bouwvoor van het onbehandelde nog vrij vochtig is. Blijkbaar is het ondiepe wortelstelsel van de bieten op de onbehandelde stroken niet in staat tijdig voldoende water aan te voeren. Op de verbeterde stroken kunnen de bieten door een diepere beworteling ongehinderd door vochtgebrek doorgroeien. Zelfs in de nattere jaren zijn bij de bieten nog meeropbrengsten door grondverbetering verkregen. Door de lange groeiperiode van de bieten zijn er echter in bijna elk jaar tussen 1 juli en 1 oktober wel min of meer droge periodes geweest, en daarom moet de kans op meeropbrengst bij de suikerbieten dan ook groot geacht worden. In 1969 bleek op de gewoelde strook te De Krim dat de bieten in staat zijn de grond tot op grote diepte flink uit te laten drogen. Zo werd dat jaar na een zeer droge septembermaand op het gewoelde object op 50 cm onder maaiveld nog zeer droge grond aangetroffen, hoewel er in augustus nog 116 mm water was gevallen.

Hieruit blijkt wel dat bieten, wanneer de grond hun daartoe in staat stelt, een zeer grote hoeveelheid water kunnen verdampen.
Gezien het feit dat de hoeveelheid verdampt water door een gewas vaak recht evenredig is met de totale opbrengst is grondverbetering voor de verbouw van bieten ook in nattere jaren vaak succesvol (tabel 8).

Gesteld kan worden dat het effect van deze grondverbetering op de opbrengst van de gewassen voortkomt uit een betere vochtvoorziening

van de plant doordat na een goed uitgevoerde verbeteringsmaatregel de plantenwortels dieper in het profiel kunnen doordringen en zodoende kunnen profiteren van de vochtrijkdom van het veen.

Worden de planten op een ondiep doorwortelbaar profiel tijdig hetzij door neerslag hetzij door kunstmatige beregening van voldoende vocht voorzien dan is in principe geen meeropbrengst door deze grondverbetering te verwachten.

Zowel de resultaten in de nattere jaren als de opbrengst van de tarwe van de onbehandelde grond in 1964 op een gedeelte dat in dat jaar kunstmatig werd beregend leveren hiervan het bewijs. Te Dedemsvaart werd in de winter 1969/1970 een grondverbeteringsproefveld aangelegd, waarop in 1970 tomaten werden verbouwd, welke regelmatig werden beregend. Ook hier werd geen meeropbrengst door grondverbetering geoogst. Niettemin kunnen er, vooral in de tuinbouw, ook andere motieven zijn om tot profielwijziging over te gaan. We denken dan vooral aan een verlaging van het vaak hoge humusgehalte van de bovengrond.

Omdat een wat schralere bouwvoor wat minder water kan vasthouden behoudt deze grond na regen of een beregening een betere draagkracht, waardoor zij eerder weer bewerkt en bereden kan worden. Verder zal het losmaken van eventueel voorkomende dichte lagen de verticale doorstroming van het overtollige water bevorderen.
In de tuinbouw moet de grond regelmatig worden doorgespoeld om een teveel aan zouten in de bovengrond te verwijderen. In de Nederlandse landbouw speelt dit laatste aspect uiteraard geen rol.

Met behulp van de gegevens in de tabellen 4 tot en met 8 kan een gemiddelde geldelijke meeropbrengst per jaar voor elke grondverbeteringsmethode per gewas worden weergegeven. Gezien de extreem natte weersomstandigheden in de jaren 1965 en 1966 is het reëler de resultaten in deze twee jaren hier buiten beschouwing te laten. Voor die jaren waarin een gewas niet op het object gemengwoeld voorkwam, werd een opbrengst geschat aan de hand van de reacties van het gewas op de gediepploegde objecten. De geldswaarde wordt weergegeven in tabel 11. Hierbij werden de volgende prijzen aangehouden; zomertarwe 0,32; haver 0,27; gerst 0,28, aardappelen (fabrieksgewicht) 0,080 en suikerbieten 0,063 gld.kg^{-1}+

Tabel 11. Geldswaarde van de gemiddelde proefveld meeropbrengsten per jaar in gld/ha over de jaren 1967 tot en met 1970 te De Krim

Object gewas	Gemengwoeld	Diepploegen	Gediepploegd met behoud van bouwvoor
Zomertarwe	138	106	35
Haver	100	68	46
Gerst	53	84	73
Fabrieksaardappelen	512	536	504
Suikerbieten	410	403	265
Gemiddeld	364	364	310
Correctie voor N-bemesting	+ 16	- 47	- 13
Netto	380	317	297

De gemiddelden zijn berekend naar een bouwplan van zes jaren waarin 3 keer het gewas aardappelen voorkomt en steeds één keer zomertarwe, haver en suikerbieten.

ONTWATERING

Voor een goede ontwatering is het een vereiste dat er goede en diepe sloten aanwezig zijn, waarin een laag peil gehandhaafd kan worden. Op een goed verbeterde grond kunnen de planten door een diepere beworteling in voldoende mate profiteren van het vocht dat vooral door het veen in het profiel kan worden vastgehouden. Daarom kunnen deze gronden na de verbetering dan ook in de meeste gevallen zonder nadelige gevolgen diep ontwaterd worden. In de praktijk heerst nog vaak de gedachte dat men met deze grondverbetering het probleem van te natte grond kan oplossen. Men gaat er dan vanuit dat de oorzaak van te natte grond moet worden toegeschreven aan het voorkomen van zogenaamde vaste en/of harde lagen in het profiel. Door het losmaken van deze lagen zal zeker het verticale watertransport door de grond kunnen worden verbeterd.

Het af te voeren water moet echter in min of meer horizontale richting door de grond naar de sloten of drains toestromen. Deze horizontale doorlatendheid van de grond wordt echter door een grondverbetering niet altijd beter. Na een grondverbetering kan deze doorlatendheid zelfs weleens kleiner zijn.

Belangrijk voor de ontwatering is dan ook vooral de doorlatendheid van de ondergrond en vooral de dikte van de laag waardoor water kan stromen. Te De Krim komt plaatselijk een keileem laag voor op ongeveer 90 cm onder maaiveld. Deze laag is slecht doorlatend. Het af te voeren water zal dan in hoofdzaak door de laag boven dit keileem naar de sloot moeten afstromen.

Een diepe ontwatering door middel van sloten is daarom hier niet mogelijk. Voor een goede ontwatering heeft men in zo'n geval de keus tussen een zeer kleine slootafstand of een drainage. Daar te kleine percelen voor een rendabele bedrijfsvoering nadelig zijn zal een drainage noodzakelijk zijn. Het proefveld te De Krim is voor het overgrote deel gedraineerd op een drainafstand van 20 meter. Op het zuidelijk deel, waar de keileem eerst op zeer grote diepte voorkomt bedraagt de drainafstand 30 meter. Bij wijze van proef is zowel op een gedeelte waar de keileem hoog in het profiel voorkomt als op een deel waar zij niet of op grote diepte voorkomt geen drainage aangelegd. Ook zijn er twee gedeelten waar op 10 meter afstand is gedraineerd. De draindiepte bedroeg steeds 90 cm.

Door de Cultuurtechnische Dienst te Zwolle werden onder meer in de winter van 1966/'67 waarnemingen gedaan inzake het verloop van de grondwaterstand en de drainafvoer bij de verschillende drainafstanden en op het niet gedraineerde (Rapport B43 oktober 1967).

Daar waar het keileem op geringe diepte onder maaiveld voorkomt blijkt drainage noodzakelijk te zijn. Op het niet gedraineerde gedeelte trad zeer regelmatig plasvorming op (fig 4). Vaak kon hier pas laat gezaaid of gepoot worden. Tijdens veel regen in de zomer leed het gewas aan wateroverlast. Vooral in augustus 1969 is hier grote schade ontstaan aan het gewas aardappelen.

Uit waarnemingen blijkt dat de grondwaterstanden op het gediepploegde alles gemengd hoger oplopen dan die op de vorige objecten. Gezien de ligging van dit object namelijk in het midden van het perceel is

het ook te verwachten dat na veel regen de grondwaterstanden hier hoger zullen oplopen dan die aan de kanten van het perceel. Toch is hier sprake van een duidelijk verschil in het grondwaterstandsverloop tussen de verschillende bewerkingen die niet alleen verklaard kan worden uit de ligging ten opzichte van de sloten. Zo werd na 46 mm regen van 8, 12 en 13 december 1966 op het gedraineerde een verschil in grondwaterstijging gemeten tussen die op het gemengwoelde en gediepploegd met behoud van bouwvoor enerzijds en het onbehandelde en gediepploegd alles gemengd anderzijds van gemiddeld 22 cm. Na 18 mm regen van 28 tot 30 december bedroeg dit verschil gemiddeld 16 cm. Ditzelfde verschijnsel werd ook te Borgercompagnie waargenomen in de winter van 1968/'69. Ook hier na regen een duidelijke kleinere stijging op het gediepploegde met behoud van bouwvoor.

Hieruit werd geconcludeerd dat de berging voor water na diepploegen alles gemengd, kleiner is dan bij diepploegen met behoud van de bouwvoor en mengwoelen waarbij ook een groot gedeelte van de bouwvoor in de bovenste lagen van het nieuwe profiel werd gevonden (PERDOK, 1969). Een kleinere bergingscapaciteit in de grond na diepploegen alles gemengd houdt in dat het totale volume aan poriën in de grond hier kleiner moet zijn dan na mengwoelen of diepploegen met behoud van de bouwvoor.

Na diepploegen alles gemengd komt bij een iets minder goede ontwatering een deel van de oude humeuze bouwvoor regelmatig en/of langdurig in het grondwater. Het moet dan ook zeer goed mogelijk geacht worden dat de humus van vaak matige kwaliteit uit de oude bouwvoor onder die omstandigheden gaat vervloeien en zodoende bijdraagt tot een verdichting van de grond.

Te De Krim ligt het maaiveld op een niet gedraineerd gedeelte met keileem in de ondergrond dan ook duidelijk lager dan het maaiveld van de andere objecten en daar waar wel gedraineerd werd.

Wordt er na grondverbetering niet tijdig voor een goede ontwatering gezorgd dan bestaat de kans dat deze grond na enige jaren zo dicht zal zijn dat zij zelfs met een drainage alleen niet meer te herstellen is. De verdichtingen kunnen ook optreden wanneer er tijdens te natte omstandigheden met zware machines een grondverbetering wordt uitgevoerd. Deze verdichting is niet zozeer een gevolg van het gewicht van de bulldozers als wel van de trillingen welke de zware motoren op de grond uitoefenen. Door DE HAAN en WIND (1966) werd vastgesteld dat verdich-

Fig. 4

Wateroverlast in aardappelen in 1969 op een niet gedraineerd gedeelte te De KRIM waar keileem voorkomt op ± 80 cm onder maaiveld

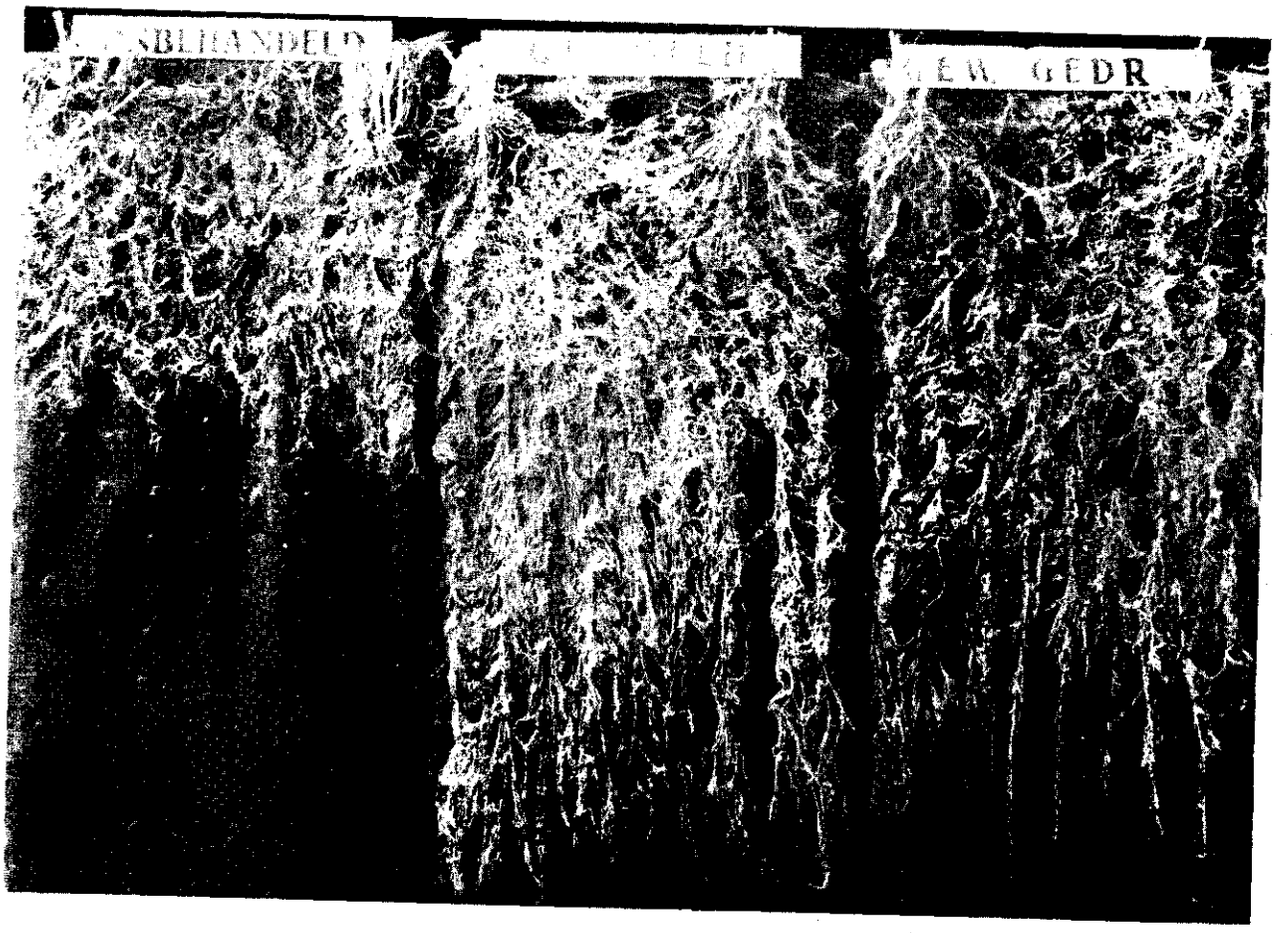

Fig. 5 Wortelbeeld van zomertarwe in 1966 te Nieuw Buinen. "Onbehandeld; in 1960 gediepploegd waarbij grond werd afgeschoven voor wijkdemping. Hierdoor werd de grond sterk verdicht waardoor geen diepe beworteling meer mogelijk was. In de herfst 1965 werd hier alleen gedraineerd. "Gewoeld"; in herfst 1965 alleen gewoeld met de mengwoeler. "Gew. Gedr."; in herfst 1965 gewoeld en tevens gedraineerd.

tingen kunnen optreden tot ± 50 à 70 cm diepte afhankelijk van het aantal keren dat er over de grond gereden werd.

Op een grondverbeteringsproefveld te Nieuw Buinen ontstond reeds kort na de uitvoering grote wateroverlast. In 1965 werd hier bij wijze van proef een gedeelte opnieuw gedraineerd. Het resultaat hiervan was nagenoeg nihil zowel voor de ontwatering als voor de opbrengst. Als gevolg van veelvuldig berijden met bulldozers tijdens de uitvoering (egalisatie en wijkdemping), was een te dichte grond met een geringe doorlatendheid en kleine bergingscapaciteit ontstaan.

De bewortelingsdiepte beperkte zich evenals bij een niet verbeterde grond wederom tot ongeveer de bouwvoordikte (zie fig. 5). Op een gedeelte dat werd gemengwoeld en ook opnieuw werd gedraineerd gaf een tarwegewas een meeropbrengst van 50 % ten opzichte van het wel gedraineerde doch niet gewoelde gedeelte.

Het is dus zaak om direct na de grondverbeteringswerkzaamheden te zorgen voor een prima ontwatering. Het rijden met bulldozers over het reeds behandelde gedeelte moet nagelaten worden.

Beter een iets minder egaal liggend perceel zonder ontwateringsmoeilijkheden dan een vlak perceel dat regelmatig te nat is.

BEMESTING

Stikstofhuishouding

Een van de grootste problemen bij de bemesting is de grootte van de hoeveelheid stikstof welke jaarlijks aan de diverse gewassen moet worden gegeven. De stikstofgift waarbij een maximale opbrengst mag worden verwacht, kan van jaar tot jaar sterk verschillen. De grootte van de gift is onder meer afhankelijk van de weersomstandigheden tijdens de groeiperiode van de gewassen. Zo zal bij sterke uitdroging van de grond de werking van de gegeven stikstof minder goed zijn; bovendien zal mineralisatie van stikstof in de grond trager verlopen dan wanneer de grond vochtig blijft.

Daar de hoeveelheid neerslag niet op langere termijn is te voorspellen zal op grond hiervan geen advies kunnen worden gegeven.

Voor de landbouwer blijft het een kwestie van ervaring, die hij in

in de loop van de tijd op zijn grond heeft opgedaan.

Een tweede aspect, waarvan de grootte van de gift mede afhankelijk is, is de hoeveelheid overgebleven stikstof van het voorgaande jaar, welke zich in het voorjaar nog in de grond bevindt. Deze is afhankelijk van de hoeveelheid regen die gedurende de wintermaanden is gevallen. Na veel regen zal de grond in het voorjaar door uitspoelingen van stikstof, arm zijn. Na weinig regen in de winter kan er veel stikstof in de bewortelbare zone zijn achtergebleven.

Door VAN DER PAAUW is dit proces uitvoerig bestudeerd. Door tijdelijke afdekking van de grond met plastic tijdens de wintermaanden konden proefveldjes worden aangelegd waarop gedurende de winter verschillende hoeveelheden regen was gevallen. Uit de opbrengstresultaten met stikstoftrappen op deze proefvelden kon na enige jaren in het voorjaar een advies worden gegeven omtrent de stikstofgift voor het komende jaar. Daar de optimale stikstofgift echter voor elke grond verschillend is werd dit voor de praktijk toch belangrijke advies uitgedrukt in zoveel % meer of zoveel % minder dan normaal. Met normaal werd bedoeld de gift die elke boer voor zijn grond als normaal heeft gesteld.

Na een zo ingrijpende maatregel als een grondverbetering is het echter niet meer bekend, welke hoeveelheid voor deze nieuwe grond als normaal moet worden gezien. Daarom werden dan ook op het grondverbeteringsproefveld te De Krim als ook te Borgercompagnie jaarlijks in enkele gewassen stikstoftrappen-proefvelden aangelegd.

De aanleg van stikstoftrappen-proefvelden is in de eerste plaats bedoeld om inzicht te krijgen in de eventuele verschillen in de stikstofhuishouding tussen een onbehandelde grond en de verbeterde objecten.

Te De Krim kwamen jaarlijks stikstoftrappen-proefvelden voor in het gewas aardappelen en in minstens één zomergraangewas. De proefvelden werden elk jaar op andere plaatsen op het bedrijf aangelegd. De aardappelen werden bemest met 0,70, 140, 210 en 280 kg/ha stikstof. Bij de zomergranen kwamen als regel zes stikstoftrappen voor telkens met 30 kg/ha stikstof verschil oplopend van 0 tot en met 150 kg/ha. Elke stikstoftrap was per object in drievoud aanwezig.

Uit de reacties van de gewassen op de stikstofgift blijkt dat er grote jaarverschillen voorkomen. Berekend kan worden dat een maximale opbrengst op de onbehandelde grond bij aardappelen zowel bereikt kan

worden bij 133 kg N/ha in 1966 als na 314 kg N/ha in 1967. Bij de zomergranen zou in 1969 de maximale korrelopbrengst zijn bereikt na 78 kg N/ha,terwijl in 1970 140 kg N/ha nodig was om de maximale opbrengst te bereiken. Ook op de verbeterde objecten werden deze grote jaarverschillen gevonden. Het niveau was echter duidelijk verschillend. Voor de maximale opbrengst bleek op de gediepploegde objecten steeds meer stikstof nodig te zijn en op het gemengwoelde object meestal minder dan op de onbehandelde grond.

De gemiddelden van de jaren 1967 tot en met 1970 worden weergegeven in tabel 12. Tussen haakjes is vermeld het afgerond percentage meer of minder stikstof ten opzichte van dat op het onbehandelde object dat nodig was om een maximale opbrengst te oogsten.

Tabel 12. Gemiddelde hoeveelheid stikstof in kg/ha van de jaren 1967 tot en met 1970 waarbij de maximale opbrengst zou zijn verkregen

Object gewas	Onbehandeld	Mengwoelen	Diepploegen	Gediepploegd met behoud van bouwvoor
Aardappelen	247	220 (- 10)	340 (+ 35)	270 (+ 10)
Zomergranen	104	87 (- 15)	125 (+ 20)	108 (+ 5)

De berekende stikstofgiften waarbij de hoogste opbrengst zou zijn verbouwd zijn vrij hoog. Deze cijfers zijn dan ook niet bedoeld om als richtlijn te gebruiken bij de bepaling van de te geven hoeveelheid stikstof. In jaren met zeer gunstige stikstofwerking in de grond zouden de gewassen te zwaar worden met alle gevolgen van dien. Bovendien zal een gedeelte van de gegeven stikstof niet meer rendabel zijn. Wel dient hier te worden opgemerkt dat voor aardappelen, als gevolg van betere bestrijdingsmiddelen voor de phytophora, waardoor de groeiperiode langer wordt, meer stikstof rendabel gemaakt kan worden.

Belangrijker is het feit dat uit de cijfers blijkt dat na bijvoorbeeld diepploegen zonder behoud van bouwvoor belangrijk meer stikstof gegeven moet worden om een topopbrengst te oogsten en dat na mengwoelen met minder stikstof kan worden volstaan dan op de onbehandelde grond.

De hogere of lagere kosten van de stikstofbemesting na respectievelijk diepploegen of mengwoelen zijn in tabel 11 bij de geldelijke resultaten van de grondverbetering verrekend.

Bij deze correctie werd uitgegaan van een stikstofprijs van *f* 1,- per kg zuivere stikstof. De stikstofbehoefte van de verbeterde objecten werd gebaseerd op een onbehandelde grond van 180 kg N/ha voor hakvruchten en 80 kg N/ha voor granen.

In fig. 6 wordt de reactie weergegeven van de stikstofbemesting op de korrelopbrengst van zomertarwe in 1970. De uit de opbrengstgegevens berekende curves geven te zien dat de maximale opbrengst op het gediepploegde object bij een hogere stikstofbemesting werd bereikt dan die op de onbehandelde grond.

BEKALKING NA GRONDVERBETERING

Na elke methode van grondverbetering blijkt dat de pH van de nieuwe bouwvoor lager is dan die van de oorspronkelijke oude bouwvoor. De mate van de daling van de pH na een verbeteringsmaatregel is afhankelijk van de hoeveelheid zuurdere ondergrond die in de bovengrond is terecht gekomen. Te De Krim bleek na de grondverbetering de pH-KCl van de eerste 20 cm op alle objecten nog 4,0 of iets daarboven te zijn. Op andere proefvelden zijn na grondverbetering waarden gemeten ver onder pH-KCl 4,0. Na een grondverbetering is het zaak om de pH-KCl zo spoedig mogelijk weer op een gewenst peil te brengen. Afhankelijk van het ontstane organisch-stofgehalte van de nieuwe bouwvoor en de gemeten pH werden te De Krim direct na de grondverbeteringswerkzaamheden hoeveelheden kalkmergel gegeven die varieerden van 7 tot 10 ton per ha; berekend voor een bouwvoordikte van 20 cm. In het najaar van 1965 werden dan ook weer pH-KCl waarden gemeten tussen 4,6 en 5,1. Ook te Borgercompagnie werden op verbeterde objecten grote hoeveelheden kalkmergel gegeven. In de praktijk is gebleken dat er vaak veel minder kalk wordt gegeven. De pH blijkt op deze objecten dan ook vaak te laag te zijn.

Goede opbrengsten na een grondverbetering kunnen dan pas worden verwacht wanneer onder meer ook de pH-KCl van de nieuwe bouwvoor in orde is.

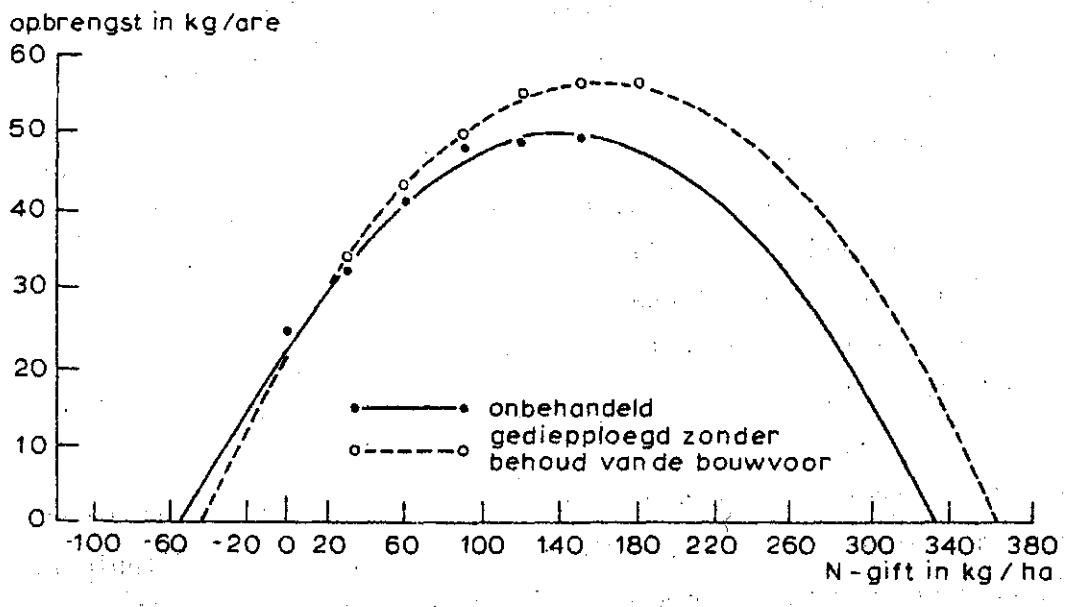

Fig. 6 Invloed van stikstofbemesting op de korrelopbrengst van zomertarwe te De KRIM in 1970.

SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Op een veenkoloniale grond te De Krim in de ruilverkaveling 'Schuinesloot-lutterscheiding' werd in de herfst van 1964 een proefveld aangelegd voor machinale grondverbetering. Deze grond bestaat globaal uit een dunne zandige bouwvoor met daaronder een restveen pakket op een zandondergrond.

In de profielopbouw komen vaak grote variaties voor op korte onderlinge afstand. Zo varieerde de dikte van de veenlaag te De Krim van 0 tot 80 cm. Plaatselijk kwam keileem voor op een diepte van ± 80 cm onder maaiveld. De bewortelingsdiepte van de gewassen berkt zich meestal tot de bouwvoordikte waardoor in droge zomers droogteschade optreedt. Tijdens de uitvoering van de grondverbetering werd de bewerkingsdiepte voortdurend aangepast aan de profielopbouw.

Op dit proefveld werden de volgende verbeteringsmethoden gedurende zes jaren met elkaar vergeleken: diepploegen, mengwoelen en diepploegen waarbij de bestaande bouwvoor werd bovengehouden. Langs de wijkkant bleef een strook van 25 meter breedte onbehandeld.

Kort na de uitvoering werd het proefveld voor het grootste gedeelte gedraineerd met een drainafstand van 20 meter. Bij wijze van proef werden gedeelten gedraineerd met afstanden van 10 en30 meter. De draindiepte bedroeg steeds 90 cm onder maaiveld. Op twee stukken van ieder 100 meter lengte werd de drainage achterwege gelaten.

Jaarlijks werden drie hoofdgewassen verbouwd namelijk aardappelen, zomertarwe en haver. Op een klein deel werden suikerbieten en zomergerst verbouwd.

Uit de opbrengstresultaten blijkt dat elk van de hier beproefde methoden een gunstig effect heeft gehad op de opbrengst van de gewassen. Dit positief effect blijkt te worden veroorzaakt door een betere vochtvoorziening van de gewassen op de verbeterde objecten. Door de grondverbetering is een diepere doorwortelbaarheid van de grond mogelijk gemaakt waardoor ook in droge zomers de gewassen niet meer aan droogte lijden. De grootte van de meeropbrengst na grondverbetering blijkt dan ook sterk afhankelijk te zijn van de mate waarin droogteschade optreedt in het gewas op de niet verbeterde grond.
Na de grondverbetering bleek dat de vruchtbaarheid van de nieuwe bouwvoor aanzienlijk geringer was dan die van de oorspronkelijke oude bouwvoor.

Vooral na diepploegen waarbij de bestaande bouwvoor werd meegeploegd. Door de dieper gaande beworteling na grondverbetering zijn de gewassen in staat ook voedingsstoffen uit de diepere ondergrond op te nemen. De pH van de nieuwe bouwvoor bleek na elke methode van grondverbetering te zijn gedaald. Om deze weer op peil te brengen werd te De Krim kort na de bewerkingen 7 tot 10 ton kalkmergel gestrooid.

Het blijkt dat zowel door diepploegen als door mengwoelen een goed resultaat is te bereiken. Te De Krim heeft mengwoelen gemiddeld een iets hogere meeropbrengst gegeven dan het diepploegen. Het boven houden van de oude bouwvoor bleek niet rendabel te zijn. Gerekend over de jaren met gemiddeld normale weersomstandigheden werd te De Krim door de grondverbetering bij de hakvruchten een meeropbrengst van gemiddeld 12 % en bij de zomergranen van gemiddeld 7 % verkregen.

Naast de iets hogere meeropbrengsten na mengwoelen verdient deze methode van grondverbetering ook om andere redenen de voorkeur boven die van het diepploegen. Zo zijn de kosten van mengwoelen lager dan die van diepploegen. Bij mengwoelen is de kans bij de veel voorkomende onregelmatige veendiktes op plaatselijk een te humusarme bovengrond minder groot, omdat de oude bouwvoor bijna geheel in de bovenste 50 cm van het nieuwe profiel terecht komt. Na woelen kan met minder stikstof worden volstaan. Bij woelen is geen nawerk nodig zoals het dichtmaken van eindvoren en egaliseren van een beginvoor.

Gesteld kan worden dat op deze veenkoloniale gronden door grondverbetering een dusdanige meeropbrengst kan worden bereikt dat de kosten van de verbetering als een rendabele investering kunnen worden beschouwd.

Wordt een grondverbetering achterwege gelaten dan zal de produktiecapaciteit van grote delen van de Veenkoloniën verder afnemen, door aanploegen en vertering van het nog aanwezige veen. Is in het profiel geheel geen veen meer aanwezig dan zal de vochtwinst door grondverbetering veel kleiner zijn en daarmee ook de meeropbrengst. Wordt wel grondverbetering toegepast dan zal het veen grotendeels in de ondergrond bewaard blijven en kunnen de gewassen blijven profiteren van de waterrijkdom van het veen.

LITERATUUR

BROEZE, H.G., 1967. De ontwatering in de winter van 1966 op 1967 van het proefveld voor machinale grondverbetering in De Krim. Rapport Cultuurtechnische Dienst, Dir. Overijssel nr B43.

BURINGH, P., 1962. Bodemvernieuwing in de Veenkoloniën. Tijdschr. Kon. Ned. Heidemaatschappij 73.6 177-180.

HAAN, F.A.M. DE en G.P. WIND, 1966. Bodemverdichting als gevolg van de wijze van uitvoering van grondverbeteringswerkzaamheden. Tijdschr. Kon. Ned. Heidemaatschappij 77.6 243-249.

PAAUW, F. VAN DER, 1964. Invloed van diepploegen op de stikstofhuishouding. Tijdschr. Kon. Ned. Heidemaatschappij 75.2 105-117.

PERDOK, U.D., 1969. De grondlegging van de mengrotor en de menggootwoeler op het veenkoloniale profiel. Tijdschr. Kon. Ned. Heidemaatschappij 80.1 8 pp.

SCHOTHORST, C.J. en G.H. REINDS, 1961. Het effect van profielwijziging op de opbrengst van enige gewassen in de Groninger Veenkoloniën. Rapport I.C.W. nr 13.

WIEBING, R. en D. VAN DER HEIJ, 1965. Grondverbetering Borgercompagnie. Tijdschr. Kon. Ned. Heidemaatschappij 76.10 496-503.

——— 1967. Resultaten van grondverbetering. Tijdschr. Kon. Ned. Heidemaatschappij 78.10 7 pp.

——— 1965 tot en met 1969. Het grondverbeteringsproefveld te De Krim. Jaarverslagen Overijsselse Veenkoloniën.

WIND, G.P. en J.R. WILLET, 1967. De proefboerderij voor machinale bodemverbetering te Borgercompagnie. Cultuurtechniek 4.6: 166-173.

——— en D.J. Pattyi, 1963. De opbrengsten op de proefboerderij voor machinale bodemverbetering te Borgercompagnie in 1962. Tijdschr. Kon. Ned. Heidemaatschappij 74.1: 26-32.

——— 1964. Resultaten van diepploegen en woelen te Borgercompagnie in 1963. Tijdschrift Kon.Ned. Heidemaatschappij 75.3: 175-181.