BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

NN31545.0291

INSTITUUT VOOR CULTUURTECNIEK EN WATERHUISHOUDING

NOTA 291, d. d. 1 maart 1965

Ontwatering van verbeterde en onverbeterde veenkoloniale grond

ir. G. P. Wind

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.
Aan gebruikers buiten het Instituut wordt verzocht ze niet in publikaties te vermelden.
Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking.

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS
0000 0031 5867

ISN 187 382 - 01

Inleiding

Van ouds gold de opinie, dat veenkoloniale grond met de voeten in het water moet staan, dat wil zeggen dat de ontwateringsbasis niet dieper mag zijn, dan de onderzijde van de veenhorizont. Veronachtzaming van deze regel zou grote droogte-schade betekenen en vermindering van de kwaliteit van het bodemprofiel door irreversibele indroging en afbraak van humus.

Wellicht is deze 'natte-voeten-regel' wel iets te stringent, maar toch is duidelijk dat men niet straffeloos zeer diepe ontwateringen kan toelaten. In de meeste jaren komt op het veenkoloniale profiel enige droogte-schade voor. Die kan men uiteraard opheffen door een kleinere ontwateringsdiepte te kiezen, waarbij echter nog niet vaststaat of deze maatregel geen andere, belangrijker, schaden doet ontstaan.

Heeft dus de onbehandelde veenkoloniale grond behoefte aan een niet te diepe ontwatering, niet alzo de gediepploegde of gewoelde grond. Het aldus behandelde profiel is geheel bewortelbaar. Het bevat veen met een vochtcapaciteit van 40 á 50 mm per 10 cm. Was voor het ploegen 30 cm veen aanwezig dan bevat de grond een hoeveelheid van 120 mm beschikbaar water uit het veen, 30 mm uit het zand, 30 mm uit de bouwvoor en nog een zekere hoeveelheid uit de niet bewortelde ondergrond. Totaal dus meer dan 180 mm.

Deze grond heeft geen enkele behoefte aan een hoge waterstand, wat dat betreft kan men hem vergelijken met een kleigrond.

In deze nota is berekend hoe in het veenkoloniale profiel de opbrengsten samenhangen met de grondwaterstand. Dit uitsluitend voor het droge traject. De theorie is achterwege gelaten, daar deze vrijwel gelijk is aan die van de plaatgronden. Ook de berekeningsmethode is geheel ontleend aan G.P.WIND en A.P.HIDDING, The soil physical basis of the improvement of clay cover soils. I.C.W. Techn.Bull. 25 en G.P. WIND, Het theoretisch te verwachten effect van plaatgrondverbetering I.C.W. Verspreide overdrukken no. 8.

De overeenkomst tussen veenkoloniale grond en plaatgrond is, dat beide een beperkte bewortelingsdiepte hebben. In de plaatgrond is slechts de kleilaag beworteld, het onderliggende zand niet. In de veenkoloniën is de beworteling beperkt tot de bouwvoor; er is geen beworteling, althans geen effectieve in het veen.

Het meest essentiële verschil is, dat het niet bewortelde milieu bij de plaatgrond zeer arm is aan vocht (± 8%) en in het veenkoloniale profiel zeer rijk (± 40%). Daardoor zijn de hoeveelheden vocht, die uit het veen en het on-

derliggende zand ter beschikking van het gewas komen vrij groot, terwijl de capillaire aanvoer in de plaatgronden veel kleiner is.

Benodigde hoeveelheid vocht

De verdamping te Eelde (voor reductiefactoren zie plaatgronden) bedraagt gemiddeld over de laatste 8 jaar 342 mm. Dit is berekend voor een graangewas, de maanden augustus tot april tellen dus niet of nauwelijks mee. De hoogste verdamping was 407 mm in 1959 en de laagste 296 mm in 1962.

De neerslag varieert veel sterker. Concrete bedragen hiervoor op te geven is weinig zinvol. In vele april-maanden (58, 59, 61, 62, 63, 64) is er overmaat regen, soms zelfs in mei (64) en vaak ook in juli (57, 58, 60, 62) en bijna steeds in augustus, behalve in 1959. Bepaling van het verschil tussen verdamping en neerslag over een constante periode geeft dan ook een onjuiste indruk.

Beter is per decade dit verschil te bepalen. Is de verdamping groter dan de neerslag dan ontstaat een vochttekort. Sommatie van deze vochttekorten leert wanneer het grootste vochttekort voorkomt en hoe groot dat is. In de jaren '57 tot '64 was dit achtereenvolgens 192, 65, 301, 162, 146, 97, 124 en 161 mm, gemiddeld 156 mm.

De opbrengst is ongeveer evenredig met de reële verdamping. Dat betekent dat in 1958 reeds de maximale opbrengst werd bereikt bij een grond, die in staat is 65 mm vocht te leveren. In 1964 was hiervoor 161 mm nodig. De opbrengst, uitgedrukt in % van de maximale, is gelijk aan de verhouding tussen werkelijke en potentiële verdamping. De reële verdamping is uiteraard afhankelijk van de vochtvoorraad, die in het bodemprofiel ter beschikking staat.

De betrekking tussen vochtvoorraad en relatieve opbrengst wordt gegeven in tabel 1.

Tabel 1. De opbrengst van graangewassen in % van de maximale opbrengst in afhankelijkheid van de hoeveelheid beschikbaar vocht in de grond (Eelde)

Beschikbaar vocht mm	Relatieve opbrengst %
40	67
60	73
80	79
100	84
120	88
140	91
160	94
180	96
200	97
240	98
300	100

Verhoging van de vochtvoorraad van 140 naar 160 mm werpt minder profijt af dan van 40 naar 60 mm, omdat de laatstgenoemde 20 mm elk jaar nodig zijn en de eerstgenoemde niet altijd. De wet van de afnemende meer-opbrengsten is hier blijkbaar van toepassing.

Beschikbaar water bij constante grondwaterdiepte

De hoeveelheid water die de plant ter beschikking staat bij constante grondwaterdiepte bestaat uit twee gedeelten.

1. De capillaire stijgsnelheid, vermenigvuldigd met het aantal dagen.
2. De hoeveelheid vocht, die het profiel moet afstaan om die stijgsnelheid te bereiken.

De som van beide moet, ter bereiking van een maximale opbrengst gelijk zijn aan het grootste gesommeerde verschil tussen verdamping en neerslag. Bij kleinere vochthoeveelheden daalt de opbrengst in overeenstemming met tabel 1.

Een capillaire opstijgingssnelheid van 2 mm/dag kan worden verkregen bij constante grondwaterdiepten van 67, 77, 90 en 90 cm voor respectievelijk 12,5, 25, 50 en 75 cm veendikte. Voor een maximale produktie is dat niet helemaal voldoende, de capillaire aanvoer moet iets groter zijn. Dat kan worden bereikt door de grondwaterstand 5 cm hoger te stellen.

In tabel 2 zijn, uitgaande van tabel 1 en de berekende hoeveelheden vocht, genoemd in de aanhef van deze paragraaf, de relatieve opbrengsten berekend, die bij sub-irrigatie zullen voorkomen. De beheerste grondwaterstand moet bij een veendikte van 50 en 75 cm op 80 cm onder maaiveld liggen, bij 25 cm veen op 70 cm diepte. Is er slechts 12,5 cm veen, dan is 60 cm de aangewezen grondwaterdiepte.

Deze gegevens betreffen dus grondwaterstanden, geen stuwpeilen. Afhankelijk van bestaande Kd-waarden en radiale weerstanden zullen de stuwpeilen nog iets hoger behoren te liggen.

Tabel 2. Relatieve opbrengsten bij sub-irrigatie met constante grondwaterstanden in afhankelijkheid van veendikte en waterstand voor veenkoloniale profielen

Grondwaterstand	Veendikte (cm)			
cm-mv	12,5	25	50	75
60	100	100	100	100
70	95	100	100	100
80	89	94	100	100
90	85	89	97	97
100	82	86	90	93
110	80	84	86	88
120	78	83	85	86

In deze tabel is geen rekening gehouden met eventuele schade, die aan de opbrengst kan ontstaan bij hoge waterstanden door late zaai, gebrek aan aëratie, uitspoeling van meststoffen enz. Het verbruik aan irrigatiewater is vermeld in tabel 3. Het is berekend voor gemiddelde omstandigheden, dat wil zeggen een vochttekort van 156 mm voor graan. In drogere jaren zal het waterverbruik uiteraard groter zijn. Bij de constante grondwaterdiepten, voor welke tabel 2 een relatieve opbrengst van 100% aangeeft is de werkelijke verdamping gelijk aan de potentiële. De hoeveelheid water, die aan het profiel wordt onttrokken (tabel 3) is kleiner naarmate de grondwaterstand hoger is.

De benodigde hoeveelheden irrigatiewater zijn dus groter naarmate de grondwaterstand hoger is. Het bedrag van de verhoging is gelijk aan de potentiële verdamping verminderd met de som van de neerslag en 156 mm.

Tabel 3. Vochtonttrekking aan het profiel (P) benodigde hoeveelheid irrigatiewater (I) bij constante grondwaterstanden in veenkoloniale profielen, alles in mm

Constante grondwaterdiepte cm	Gemiddeld jaar met 156 mm vochttekort Veendikte (cm)											
	12,5			25			50			75		
	P	I	T	P	I	T	P	I	T	P	I	T
50	18	138	156	10	146	156	4	152	156	4	152	156
60	26	130	156	16	140	156	8	148	156	8	148	156
70	66	90	156	25	131	156	12	144	156	12	144	156
80	80	46	126	64	92	156	18	138	156	18	138	156
90	93	13	106	97	31	126	27	129	156	27	129	156
100	93	0	93	108	4	112	59	71	130	58	86	144
110	84	0	84	102	0	102	74	37	111	65	55	120
120	76	0	76	95	0	95	87	15	102	73	34	107

Men ziet in tabel 3, dat 130 à 140 mm irrigatiewater nodig is ter bereiking van de maximale opbrengst (onderstreepte getallen). Stelt men de grondwaterstand 10 cm lager, dan blijkt het totale vochtverbruik van het gewas nog gelijk te blijven. Dat betekent, dat in een gemiddeld jaar de opbrengst nog maximaal is. De van 100 afwijkende opbrengsten in tabel2,bij deze grondwaterdiepten worden veroorzaakt doordat alleen in droge jaren droogte-schade gaat optreden.

Men ziet in tabel 3 dat bij stijgende grondwaterstand, dus bij toenemende irrigatiehoeveelheden het verbruik uit het profiel afneemt. De grond droogt dus minder sterk uit. Dat betekent, dat de irrigatie niet alleen een aanvulling moet geven op de hoeveelheid water die de regen en de grond leveren.

Een belangrijk deel van het irrigatiewater wordt hier inefficiënt gebruikt omdat het in de plaats komt van gratis beschikbaar bodemvocht.

Hetzelfde effect als 131 mm water door sub-irrigatie geeft beregening met 54 mm op het 25 cm veenprofiel. De sub-irrigatie werkt dus waterverspillend doordat de natuurlijke voorraad in de grond inefficiënt wordt gebruikt.

Vergelijkt men de opbrengsten uit tabel 2 met de hoeveelheden irrigatiewater uit tabel 3, dan ziet men dat 1 mm irrigatiewater ongeveer 0,14% opbrengstverhoging geeft. Bij een totale opbrengst van 1410 gld/ha levert 1 mm extra water dus als voordeel 2 gld/ha. Bedenkt men daarbij, dat de totale verdamping gemiddeld 342 mm/groeiseizoen is, dan blijkt per mm regen en bodemvocht een

effect van 4 gld/ha te bestaan. Sub-irrigatiewater geeft dus slechts de helft van het effect van regen en bodemvocht.

Daar komt nog bij, dat de hoge waterstanden die nodig zijn zowel opbrengst- als bedrijfsschade kunnen veroorzaken. Bovendien blijkt uit onderzoek van VAN DER PAAUW, dat door voortdurend natte omstandigheden belangrijke opbrengstdalingen voorkomen tengevolge van achteruitgang van de bodemvruchtbaarheid.

Ik acht sub-irrigatie door grondwaterbeheersing in de zomer dus om de volgende redenen af te raden:

1. Inefficiënt watergebruik, dus verspilling
2. Kans op opbrengstschade door hoge waterstand
3. Kans op bedrijfsschade door hoge waterstand
4. Afname van bodemvruchtbaarheid.

De te bereiken voordelen wegen onvoldoende op tegen de bovengenoemde nadelen. Met beregening vervallen de nadelen 1, 2 en 3 geheel en 4 voor de helft. Daartegenover staat dat die methode van irrigatie arbeidsintensief is en deswegen nauwelijks tot toepassing komt.

Beschikbaar water bij 's zomers niet beheerste grondwaterdiepte

Met behulp van de niet stationaire benaderingsmethode van WIND en HIDDING is berekend hoeveel vocht het veenkoloniale profiel kan leveren, met als variabelen de veendikte en de voorjaars-grondwaterstand. Bij deze berekening is aangenomen, dat er geen infiltratie vanuit sloten of wijken plaatsvindt.

Door de uitdroging van de bewortelde bouwvoor zal er een verschil in vochtspanning ontstaan tussen deze laag en de niet bewortelde veen- en zandlagen van het profiel. Deze potentiaal gradiënt kan zich in de loop van het jaar gaan uitstrekken tot aan het grondwater niveau. Op dat moment gaat de grondwaterstand dalen tengevolge van vochtonttrekking door capillaire opstijging. De bepaling van dat moment is van groot belang, omdat het grondwater ook door andere oorzaken daalt, door afvloeiïng naar de sloten en kanalen en door wegzijging naar lagere gebieden. Men vindt dit moment doordat van daaraf een tijdelijk versterkte daling in de grondwaterstanden optreedt. Het valt meestal tussen begin en eind mei. Dat is ook de tijd waarin de verdamping de neerslag in belangrijke mate begint te overtreffen.

Wordt in het vervolg dus over grondwaterstand of voorjaars-grondwaterstand gesproken, dan wordt bedoeld de waterstand omstreeks half mei. De grondwaterstand, die wij bedoelen, dus juist voordat ze door capillaire onttrekking gaat dalen,

zal in het algemeen nagenoeg gelijk zijn aan de slootwaterstand, de slootbodem of het kanaalpeil. De grondwaterstanden in winter en vroege voorjaar zullen meestal aanmerkelijk hoger zijn.

Capillair geleidingsvermogen

Voor de berekening is momenteel slechts de beschikking over het capillair geleidingsvermogen van bolsterveen. Uit veldgegevens en laboratoriummetingen hebben wij de indruk, dat het capillair geleidingsvermogen van spalterveen niet belangrijk verschilt van dat van bolsterveen.

In de praktijk is zoals bekend een groot verschil tussen deze beide venen. Dat wordt veroorzaakt doordat bolsterveen enige beworteling toelaat. Spalterveen heeft voor de wortels een te hoge mechanische weerstand. Bolsterveen is veel te zuur (pH $< 3,5$) voor beworteling. De bovenste laag heeft door de voortdurende percolatie met vocht uit de bouwvoor een iets hogere pH gekregen, waardoor er wel wortels kunnen bestaan.

De hier uitgevoerde berekeningen gelden dus streng genomen slechts voor bolsterveen, waarin absoluut geen beworteling voorkomt. Naar onze indruk, die we later hopen te staven met bewijzen, gelden ze even goed voor spalterveen. De berekeningen kunnen niet zonder meer worden gebruikt voor bolsterveen. Daarvoor moeten de hoeveelheden beschikbaar water worden verhoogd met 20 à 40 mm tengevolge van een beworteling van 5 à 10 cm in het veen.

Het gebruikte capillair geleidingsvermogen K voldoet aan onderstaande vergelijking:

$$K = 50\ 000\ \psi^{-2,5}$$

Daarin is ψ de vochtspanning in cm; K wordt uitgedrukt in mm per dag. Door substitutie van deze vergelijking in de wet van Darcy ontstaat de bekende differentiaal vergelijking, waaruit na integratie de ingewikkelde vorm met arctg- en ln-componenten wordt gevonden.

Met de benaderingsmethode, beschreven door WIND en HIDDING, wordt uitgerekend hoeveel water de onbewortelde grond kan afstaan en met welke snelheid. Daaruit vindt men de totale hoeveelheid beschikbaar vocht die in een groeiseizoen uit de niet bewortelde veen- en zandlagen ter beschikking kan komen. Door hierbij de neerslaghoeveelheid te tellen en het vocht uit de wel bewortelde bouwvoor

vindt men de werkelijke verdamping.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor de 8 jaren voorafgaande aan 1965 afzonderlijk. Het is namelijk van belang of een periode met grote verdamping en weinig neerslag valt in een tijd dat al een zekere uitputting van de vochtreserve heeft plaatsgevonden of bij grote vochtvoorraad. In het eerste geval zal de grond niet in staat zijn de benodigde hoeveelheid vocht met de vereiste snelheid te leveren, in het tweede wel. Bij het gebruik van gemiddelden zou dit belangrijke aspect wegvallen.

In tabel 4 zijn de gevonden waarden voor de werkelijke verdamping gemiddeld over de 8 jaar van onderzoek.

Tabel 4. Werkelijke verdamping door een graangewas bij verschillende veendikten en grondwaterstanden in een veenkoloniaal profiel

	Grondwaterstand				
Veendikte	40	65	90	115	140
12,5 cm	304	294	278	259	254
25 cm	316	304	290	272	261
50 cm	321	315	295	279	264
75 cm	324	320	306	282	271

De over 8 jaar gemiddelde potentiële verdamping bedroeg 342 mm. De grondwaterstand is die van ± half mei. Men ziet, dat zelfs een grondwaterstand van 40 cm nog geen 100% voldoende watervoorziening geeft. De hoogte van het grondwater blijkt overigens van groot belang te zijn, getuige de afname van de werkelijke verdamping bij dalende grondwaterstand. De veendikte speelt niet zo'n belangrijke rol, pas bij minder dan 25 cm begint hij een factor van betekenis te worden.

In tabel 5 zijn de verdampingen omgerekend tot opbrengsten, onder de aanname dat bij een werkelijke verdamping van 342 mm een relatieve opbrengst van 100 ontstaat en dat de opbrengst nul is als ook de verdamping nul is.

Tabel 5. Relatieve opbrengsten bij verschillende veendikten en voorjaars-grondwaterstanden in veenkoloniale profielen

Veendikte (cm)	Voorjaars-grondwaterstand (half mei)				
	40	65	90	115	140
12,5	89	86	81	76	74
25	92	89	85	80	76
50	93	92	86	82	77
75	95	94	89	83	79

Deze tabel brengt niet in rekening de schade, die door een hoge grondwaterstand aan de opbrengst wordt toegebracht. En uiteraard helemaal niet de bedrijfsschade, die door een zo ondiepe ontwatering wordt teweeggebracht. Deze schade zal in het algemeen ertoe leiden, dat men geen ondiepere grondwaterstanden dan 90 cm kiest. Men bedenke daarbij, dat het hier waterstanden omstreeks half mei betreft.

Uit tabel 5 blijkt wel, dat de droogte-schade bij diepe ontwatering niet onaanzienlijk is.

Ontwatering en opbrengst van gediepploegde of gewoelde grond

Ook hier wordt met de grondwaterstand bedoeld, de stand omstreeks half mei. Voor de berekening wordt uitgegaan van de volgende gegevens:

1. Ploeg- en woeldiepte zijn gelijk aan de bewortelingsdiepte. Het profiel met 12,5 cm veen wordt gewoeld tot 60 cm; dat met 25 cm tot 70 cm en het profiel met 50 cm veen wordt tot 110 cm diepte geploegd.
2. 10 cm beworteld veen bevat 30 mm beschikbaar vocht. De hoeveelheid beschikbaar vocht in beworteld zand volgt uit onderstaande lijst

Grondwaterstand	Beschikbaar vocht vol %	Grondwaterstand	Beschikbaar vocht
0	38	60	11
10	36	70	10
20	33	80	9
30	29	90	8
40	24	100	8
50	17	> 100	8

3. Elke bouwvoor is 15 cm dik en levert 30 mm beschikbaar vocht.
4. De vochthoeveelheden, die door capillaire opstijging uit de bewortelde ondergrond ter beschikking kunnen komen (maximaal) volgen uit onderstaande lijst

Grondwaterstand in cm onder de bewortelde zone	Max. capillaire opstijging	Grondwaterstand	Capillaire opstijging
0	88	90	37
10	87	100	31
20	86	110	26
30	84	120	23
40	81	130	20
50	78	140	18
60	74	150	16
70	65	160	14
80	48	170	13
		180	12

Uit deze gegevens volgt dat het 12,5 cm veenprofiel 1,25 x 30 mm = 38 mm vocht uit het bewortelde veen heeft en uit 60 - 15 - 12,5 = 32,5 cm beworteld zand vocht kan opnemen, zoals onder (2) staat aangegeven. De totale hoeveelheden beschikbaar vocht voor de drie profielen staan in onderstaande tabel 6.

Tabel 6. Beschikbaar vocht in gediepploegde of gewoelde veenkoloniale grond bij verschillende veendikten en grondwaterstanden

		Voorjaars-grondwaterstand (half mei)								
veen-dikte	ploeg-diepte	40	60	80	100	120	140	160	180	200
12,5	60	263	237	208	189	170	142	125	117	112
25	70	294	274	249	226	210	194	166	155	149
50	110	418	395	371	347	324	305	295	281	253

Deze hoeveelheden blijken wel zeer groot te zijn in gediepploegde grond, tenminste, wanneer er niet te weinig veen aanwezig was, of bij hoge waterstanden. Wanneer men uitgaat van een dikke veenlaag, bijvoorbeeld 50 cm, kan men zelfs zeer diepe grondwaterstanden toelaten zonder ook maar de minste kans op verdroging te hebben. Daarom is de veendikte 75 cm hier ook weggelaten. In tabel 7 zijn de vochthoeveelheden met behulp van tabel 1 omgezet in relatieve opbrengsten.

Deze liggen uiteraard zeer hoog. Vergelijking van de opbrengsten op onbehandelde grond uit tabel 5 met die van verbeterde grond uit tabel 7 bij een waterstand van 90 cm geeft een winst te zien van 15, 13 en 14%. Bij 140 cm is de opbrengstverhoging 18, 20 en 23%.

Tabel 7. Relatieve opbrengsten op verbeterde veenkoloniale grond bij verschillende oorspronkelijke veendikten en grondwaterstanden

		Voorjaars grondwaterstand (half mei)								
veen-dikte	ploeg-diepte	40	60	80	100	120	140	160	180	200
12,5	60	99	98	97	96	95	92	89	87	86
25	70	100	99	98	98	97	96	95	93	92
50	110	100	100	100	100	100	100	100	99	98

Discussie

De gegeven tabellen laten steeds zien, dat de hoogste waterstand ook de hoogste opbrengst geeft. Dat is logisch omdat uitgegaan is van de vochtbehoefte van de gewassen. Het is echter duidelijk, dat bij hoge waterstanden de opbrengst schade lijdt door onvoldoende aëratie en late zaaitijd. Ook is duidelijk, dat de exploitatiekosten van een veenkoloniaal akkerbouwbedrijf sterk toenemen bij hoge grondwaterstand. Het is echter niet erg duidelijk hoe groot de som van deze schaden precies is en hoe deze afhangt van de grondwaterstand.

Daar de tot dusverre gegeven tabellen slechts zeer betrekkelijke praktische waarde hebben moet er toch een zekere invloed van schade door hoge waterstanden worden ingebouwd. Deze schade is geschat op de hieronder volgende wijze. Zij is zeer waarschijnlijk niet geheel juist, maar laat wellicht toch enige conclusies toe.

Er zijn twee schadegraden geschat. Een lage, die zou kunnen gelden voor een weinig gemechaniseerd bedrijf en een hoge voor een sterk gemechaniseerd bedrijf. De schade moet men zich denken als een gevolg van opbrengstderving, oogstrisico en verhoging van exploitatiekosten. Hier is uitsluitend gedacht aan de exploitatie als bouwland.

Voor de lage schadegraad gaan we uit van de veronderstelling, dat een grondwaterstand van 100 cm - mv omstreeks half mei nog juist geen schade geeft. Deze waterstand zal overeenkomen met 60 à 70 cm - mv in maart en oktober.

wanneer de meeste hinder van natte grond wordt ondervonden. Gesteld is voorts dat de schade bij een waterstand van 40 cm (half mei) 300 gld/ha bedraagt. De hoge schadegraad wordt geacht eerst nul te zijn bij 140 cm grondwaterstand (half mei). Bij 40 cm grondwaterstand wordt de schade gesteld op 500 gld/ha.

Tussen de schades nul en die bij 40 cm is een vloeiende kromme lijn getrokken, zoals uit tabel 8 blijkt.

Tabel 8. Geschatte schadebedragen in gld/ha.jaar door onvoldoende ontwatering bij lage en hoge mechanisatiegraad

	Grondwaterstand half mei									
	40	60	65	80	90	100	115	120	140	160
Laag	300	160	130	60	30	0	0	0	0	0
Hoog	500	310	270	180	130	90	50	30	0	0

Deze getallen zijn geschat, maar we mogen aannemen dat de werkelijkheid er wel ergens tussenin zal liggen. Een schadebedrag van 500 gulden bij 40 cm ontwateringsdiepte, maakt bouwland exploitatie onmogelijk, het is 1/3 deel van de bruto-opbrengst. Ook in werkelijkheid ligt 40 cm net iets onder de grens van het mogelijke. Dat bij een ontwateringsdiepte van 130 cm nog net enige schade optreedt ligt zowat aan de andere kant van de grens van het mogelijke.

Stellen we de bruto-opbrengst per ha op 1500 gulden en incorporeren we de schattingen uit tabel 8 op de tabellen 2, 5 en 7, dan ontstaan twee optimale waterstanden voor elk geval. Waar deze dichtbij elkaar liggen kan de werkelijke optimale stand moeilijk ver afwijken van onze bedragen.

Tabel 9. Bruto-opbrengsten in guldens per ha voor veenkoloniale grond met beheerste waterstand (sub-irrigatie) waarin geschatte schadebedragen voor onvoldoende ontwatering zijn verwerkt

veen-dikte	schade hoog/laag	Grondwaterstand (constant) 40	60	80	100	120
12,5	L	1200	1340	1270	1230	1170
	H	1000	1190	1150	1140	1140
25	L	1200	1340	1350	1290	1240
	H	1000	1190	1230	1200	1210
50	L	1200	1340	1440	1350	1280
	H	1000	1190	1320	1260	1250
75	L	1200	1340	1440	1400	1290
	H	1000	1190	1320	1310	1260

In tabel 9 (sub-irrigatie) blijken inderdaad de optimale waterstanden voor hoge en lage schade gelijk te zijn. Voor de zeer dunne veenlaag komen ze op 60 cm - mv, de andere profielen op 80. De opbrengsten zijn wel zeer matig vooral bij de hoge schadegraad en het dunne veenprofiel.

Tabel 10. Bruto-opbrengsten in gld/ha voor veenkoloniale grond zonder beheerste grondwaterstand waarin geschatte bedragen voor schade door onvoldoende ontwatering zijn verwerkt

veen-dikte	schade-graad H/L	Grondwaterstand (half mei) 40	65	90	115	140
12,5	L	1030	1160	1180	1140	1110
	H	830	1020	1080	1090	1110
25	L	1080	1200	1240	1200	1140
	H	880	1060	1140	1150	1140
50	L	1100	1250	1260	1230	1150
	H	900	1110	1160	1180	1150
75	L	1130	1280	1300	1240	1180
	H	930	1140	1200	1190	1180

In tabel 10 staan de bruto geldopbrengsten voor veenkoloniale grond zonder sub-irrigatie. Vergelijking van de tabellen 9 en 10 laat zien dat bij de lage schadegraad door sub-irrigatie meeropbrengsten in de orde van 110 tot 180 gulden zijn te verkrijgen (met handhaving van het bestaande bouwplan!).

Bij de hoge schadegraad lopen de meeropbrengsten door sub-irrigatie uiteen tussen 80 en 140 gulden. Zoals reeds eerder betoogd lijken de investeringen hiervoor dus weinig rendabel. Blijkens tabel 10 moeten de grondwaterstanden liggen tussen 90 en 115 cm -mv omstreeks half mei. Dat is te bereiken door de ontwateringsdiepte in sloten en wijken op dat peil af te stemmen. Naarmate de mechanisatie voortschrijdt en dus de 'schadegraad' stijgt zal men dichter bij de 115 cm moeten komen. Opvallend is dat het dunne veenprofiel geen hogere waterstanden verlangt dan de dikkere. Dat komt omdat elke waterstand voor dat profiel al te diep is. Iets meer of minder te diep geeft dan ook geen belangrijk grotere droogteschade dan er al is.

Tabel 11. Bruto geldopbrengsten van verbeterde veenkoloniale grond na aftrek van schadebedragen voor onvoldoende ontwatering

		Grondwaterstand (half mei)						
oorspr. veen-dikte	schade-graad	40	60	80	100	120	140	160
12,5	L	1180	1310	1390	1440	1420	1380	1330
	H	980	1170	1270	1350	1390	1380	1330
25	L	1200	1320	1410	1470	1450	1440	1420
	H	1000	1170	1290	1380	1420	1440	1420
50	L	1200	1340	1440	1500	1500	1500	1500
	H	1000	1190	1320	1410	1470	1500	1500
75	L	1200	1340	1440	1500	1500	1500	1500
	H	1000	1190	1320	1410	1470	1500	1500

Tabel 11 geeft de gegevens voor gediepploegde- of gewoelde grond. Voor de profielen met 50 cm en meer veen geldt: hoe dieper de ontwatering des te beter. Voor de dunnere profielen moeten ontwateringen van 100 à 140 cm worden aanbevolen. Behalve bij de veendikte van 12,5 cm heeft de vaststelling van de ontwateringsdiepte bij de verbeterde gronden niet zulke zware consequenties als bij de onverbeterde.

Met betrekking tot de proefboerderij in Borgercompagnie wordt vaak opgemerkt, dat de ontwatering daar te diep is voor de onbehandelde grond en optimaal voor de gediepploegde. In tabel 12 zijn voor het betreffende profiel (25 cm veen) de geldopbrengsten vergeleken.

Tabel 12. Geldopbrengsten op niet en wel verbeterde veenkoloniale grond met 25 cm veen bij verschillende ontwateringsdieptes en twee mechanisatieniveau's

		Grondwaterstand (half mei)						
Behandeling	'schade-graad'	40	60	80	100	120	140	160
Onbehandeld	L	1080	1180	1230	1230	1190	1140	
Gediepploegd	L	1200	1320	1410	1470	1450	1440	1420
Onbehandeld	H	880	1030	1120	1150	1150	1140	
Gediepploegd	H	1000	1170	1290	1380	1420	1440	1420

Men ziet dat bij de lage schadegraad bij de optimale waterstand voor het onbehandelde (90 cm, opbrengst 1250) de opbrengst voor het gediepploegde ongeveer 1440 bedraagt. Dit is louter een kwestie van bruto-opbrengst, de schade door onvoldoende ontwatering speelt hier geen rol. De meeropbrengst door diepploegen is dus 190 gld = 15%. Bij de bestaande ontwatering van 140 cm is de meeropbrengst 1440 - 1140 = 300 gld = 26%. Bij een hogere mechanisatiegraad blijkt een ontwatering van 140 cm voor het onbehandelde profiel nauwelijks nadelig te zijn. In de moderne landbouw mogen we dus de resultaten van Borgercompagnie zeker representatief noemen!

In het algemeen lopen de optimale waterstanden bij de gekozen schadegraden niet ver uit elkaar. Meestal bedragen ze niet meer dan 20 cm. In een enkel geval iets meer, doch dan zijn de consequenties niet groot. De waarheid zal wel ongeveer in het midden liggen, waarschijnlijk wat meer naar de diepe dan de ondiepe kant. Daarop zijn de conclusies gebaseerd:

Conclusies

1. Ontwateringsdiepte zonder waterbeheersing door sub-irrigaties: Alle veenkoloniale grond ontwateren tot 100 cm - mv
2. Constante grondwaterstand bij sub-irrigatie: Ondiepe profielen (12,5 cm veen en minder) 60 cm - mv. Dikkere profielen (25 cm veen en meer)

80 cm - mv. Waterverbruik ± 130 mm irrigatiewater, gemiddeld per jaar. Sub-irrigatie af te raden.

3. Ontwateringsdiepte van gediepploegde veenkoloniale grond. Tot 110 cm - mv bij oorspronkelijke veendikten < 25 cm. Tot 140 cm - mv of dieper bij grotere veendikten. Grondverbetering aan te bevelen.