

32/446 (254) 2^{eer}.

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

Effecten van ontwatering op de draagkracht in komkleigrasland

J. Beuving
J.J.B. Bronswijk

Rapport 254

DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1993



18 AUG. 1993

18n 581017 ⁴

REFERAAT

Beuving J. en J.J.B. Bronswijk, 1993. *Effecten van ontwatering op draagkracht in komkleigrasland*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 254. 41 pag.; 12 fig.; 5 tab.

De gebruiksmogelijkheden van grasland voor beweiding en berijding wordt grotendeels bepaald door de draagkracht van de zode. Van 1988 tot en met 1992 is onderzoek uitgevoerd naar de relatie tussen ontwatering en draagkracht in grasland op zware kleigronden. Het bleek dat greppels geen bijdrage leveren aan een betere draagkracht, terwijl drainage de draagkracht aanzienlijk verbetert.

Trefwoorden: kleigronden, ontwatering, drainage, begreppeling, draagkracht, beweiden, berijden.

ISSN 0927-4499

©1992 DLO-Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO)
Postbus 125, 6700 AC Wageningen
Tel.: 08370-74200; telefax: 08370-24812; telex: 75230 VISI-NL

DLO-Staring Centrum is een voortzetting van: het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW), het Instituut voor Onderzoek van Bestrijdingsmiddelen, afd. Milieu (IOB), de Afd. Landschapsbouw van het Rijksinstituut voor Onderzoek in de Bos- en Landschapsbouw "De Dorschkamp" (LB), en de Stichting voor Bodemkartering (STIBOKA).

DLO-Staring Centrum aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO-Staring Centrum.

INHOUD	blz.
WOORD VOORAF	7
SAMENVATTING	9
1 INLEIDING	11
2 METHODEN	13
2.1 Aanleg en inrichting van het proefveld	13
2.2 Meting van grondwaterstand	15
2.3 Meting van waterbalans	15
2.4 Meting van draagkracht	17
3 RESULTATEN	19
3.1 Weersinvloeden	19
3.2 Het verloop van de grondwaterstand	21
3.3 Debietmetingen	24
3.4 Het verloop van de gemiddelde draagkracht	27
3.5 Het verloop van het oppervlaktepercentage met voldoende draagkracht voor beweiden	32
3.6 De draagkracht in diploid en tetraploid Engels raaigra	36
3.7 De relatie tussen grondwaterstand en draagkracht	37
4 CONCLUSIES	39
LITERATUUR	41
FIGUREN	
1 Plattegrond van het proefveld	14
2 Gemeten neerslag per decade in de proefperiode. Het langjarig gemiddelde is eveneens weergegeven.	16
3 Dwarsdoorsnede van de vijf percelen	17
4 Gemiddelde grondwaterstanden (van alle buizen) in voorjaar en najaar in de vijf percelen	22
5 Enkele voorbeelden van grondwaterspiegels in de verschillende percelen	23
6 Relatie tussen grondwaterstand bij de greppel/drain en midden tussen de greppels/drains	24
7 Gemiddelde draagkracht (van alle meetpunten) in voorjaar en najaar in de vijf percelen.	28
8 Vergelijking van de gemiddelde draagkracht van de vijf percelen. De weergegeven lijnen zijn regressielijnen	31
9 Het oppervlaktepercentage met voldoende draagkracht in voorjaar en najaar in de vijf percelen	33

		blz.
10	Relatie tussen de draagkracht bij de greppel/drain en midden tussen de greppels/drains	35
11	Vergelijking tussen de gemiddelde draagkracht (alle meetpunten, alle percelen) in het diploide gras en het tetraploide Engels raaigras	36
12	De relatie tussen gemiddelde grondwaterstand en gemiddelde draagkracht in de vijf percelen	38

TABELLEN

1	Dagelijkse registratie neerslag ROC "De Vlierd" van 1986 t/m juni 1992 en langjarig gemiddelde (1961-1990)	20
2	Debietmetingen van alle drains en greppels op vier data met het slootpeil beneden de uitstroomopening	25
3	Opbolling van drains en greppels, en de debietmetingen midden tussen de ontwateringsmiddelen	26
4	Aantal dagen per maand met voldoende draagkracht voor beweiden	29
5	Aantal dagen per maand met voldoende draagkracht voor berijden	30

WOORD VOORAF

In de intensieve melkveehouderij zijn hoge grasopbrengsten en een goede draagkracht van het grasland voor beweiden en berijden van groot belang. Een aanzienlijk deel van de melkveehouderij in Nederland is gesitueerd op kleigronden. Gedurende grote delen van het jaar zijn kleigronden gevoelig voor vertrapping en versmering als gevolg van een slechte draagkracht van de bodem. De draagkracht kan verbeterd worden door een betere ontwatering. Deze betere ontwatering kan in principe via drainage of begreppeling bereikt worden. Hoewel vanuit bedrijfsmatig oogpunt drainage de voorkeur heeft boven begreppeling, wordt in de praktijk nogal eens verondersteld dat de met drainage gepaard gaande lagere grondwaterstanden tot vermindering van de grasopbrengst in droge perioden leiden.

DLO-Staring Centrum en het Proefstation voor de Rundveehouderij (PR) zijn in 1988 gestart met een gezamenlijk onderzoek naar de relatie tussen ontwatering, grasopbrengst en draagkracht van grasland op zware kleigrond. Hierbij heeft DLO-Staring Centrum de relatie tussen ontwatering en draagkracht onderzocht (waarvan dit rapport een verslag is). Het onderzoek naar de relatie tussen ontwatering en grasopbrengst wordt door het PR gerapporteerd.

Het onderzoek is tussen 1988 en 1992 uitgevoerd op een vijftal proefpercelen bij het Regionaal Onderzoek Centrum "De Vlierd" te Bruchem in de Bommelerwaard. De medewerkers van deze proefboerderij hebben een aantal van de hier gerapporteerde metingen uitgevoerd.

SAMENVATTING

Een goede draagkracht van grasland is belangrijk voor de bedrijfsvoering in de intensieve melkveehouderij. Zowel voor beweiding als berijding van grasland is een bepaalde draagkracht van de graszode noodzakelijk omdat anders schade aan gras en bodem ontstaat.

Een betere ontwatering kan zowel door de aanleg van greppels als door de installatie van drains plaatsvinden. In de praktijk wordt vaak verondersteld dat in zware kleigronden greppels beter werken dan drains vanwege de vermeende lage doorlatendheden van zware kleigronden, en het veronderstelde positieve effect van de bolle ligging van begreppelde percelen op snelle oppervlakkige afvoer van water.

Op het Regionaal Onderzoek Centrum "De Vlierd", bij Bruchem, is tussen 1988 en 1992 onderzoek uitgevoerd naar de effecten van ontwatering van zware kleigronden op draagkracht. Hiertoe werden metingen verricht op vijf percelen van elk ongeveer 1,6 ha. De percelen zijn in 1986 aangelegd. Elk van de vijf percelen heeft een ander ontwateringssysteem:

perceel 1: Nulveld, geen drains of greppels;

perceel 2: Drains op 10 m afstand en 1,0 m diepte, greppels op 20 m;

perceel 3: Greppels op 20 m, geen drains;

perceel 4: Drains op 10 m afstand en 1,0 m diepte;

perceel 5: Drains op 20 m afstand en 1,2 m diepte.

Van elk perceel is de ene helft ingezaaid met diploid Engels raaigras en de andere helft met tetraploid Engels raaigras om te onderzoeken of, behalve ontwatering, ook het grastype van invloed is op draagkracht en grasopbrengst.

Uit het onderzoek is gebleken dat drains in komklei zeer effectief zijn in het verlagen van de grondwaterstand, het afvoeren van water en het verbeteren van de draagkracht van de zode. Greppels hadden nauwelijks effect op waterhuishouding en draagkracht. Gemiddeld hadden de gedraineerde percelen zowel in voorjaar als najaar 13 dagen met voldoende draagkracht voor beweiden meer dan niet gedraineerde percelen. Begreppelen van gedraineerde percelen werkte contra-productief omdat de lage delen langs de greppels een slechte draagkracht krijgen. Er is geen verschil in draagkracht geconstateerd tussen diploid en tetraploid Engels raaigras.

1 INLEIDING

Een goede draagkracht van grasland is belangrijk voor de bedrijfsvoering in de intensieve melkveehouderij. Zowel voor beweiding als berijding van grasland is een bepaalde draagkracht van de graszode noodzakelijk omdat anders schade aan gras en bodem ontstaat (Beuving et al., 1989). Een voldoende draagkracht van het vroege voorjaar tot diep in de herfst resulteert in een lange weideperiode. Voldoende draagkracht buiten het weideseizoen maken ook het uitrijden of injecteren van mest eenvoudiger.

De draagkracht van de toplaag in grasland hangt nauw samen met het vochtgehalte hiervan. Een droge toplaag heeft een goede draagkracht, een te natte toplaag heeft op nagenoeg alle grondsoorten een slechte draagkracht. Eerder onderzoek heeft kwantitatieve informatie opgeleverd over de relatie tussen vochtgehalte en draagkracht (van Wijk, 1984). Het vochtgehalte van de toplaag, en daarmee de draagkracht, zijn in principe te verbeteren door een betere ontwatering. Andere positieve gevolgen van een betere ontwatering zijn minder structuurbederf, het behoud van een beter grasbestand, diepere beworteling en een betere benutting van toegediende meststoffen. Daartegenover staat dat, als gevolg van diepere grondwaterstanden, watertekorten in droge perioden kunnen optreden, resulterend in lagere grasopbrengsten.

Een betere ontwatering kan zowel door de aanleg van greppels als door de installatie van drains plaatsvinden. In de praktijk wordt vaak verondersteld dat in zware kleigronden greppels beter werken dan drains vanwege de vermeende lage doorlatendheden van zware kleigronden, en het veronderstelde positieve effect van de bolle ligging van begreppelde percelen op snelle oppervlakkige afvoer van water.

Op het Regionaal Onderzoek Centrum (ROC) "De Vlierd", bij Bruchem, hebben DLO-Staring Centrum en het Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij (PR) een meerjarig onderzoek uitgevoerd naar de effecten van ontwatering van zware kleigronden op draagkracht en grasgroei. Hiertoe werden metingen verricht op vijf percelen van elk ongeveer 1,6 ha. De percelen zijn in 1986 aangelegd. Elk van de vijf percelen heeft een ander ontwateringssysteem:

perceel 1: Nulveld, geen drains of greppels;

perceel 2: Drains op 10 m afstand en 1,0 m diepte, greppels op 20 m;

perceel 3: Greppels op 20 m, geen drains;

perceel 4: Drains op 10 m afstand en 1,0 m diepte;

perceel 5: Drains op 20 m afstand en 1,2 m diepte.

Van elk perceel is de ene helft ingezaaid met diploid Engels raaigras en de andere helft met tetraploid Engels raaigras om te onderzoeken of, behalve ontwatering, ook het grastype van invloed is op draagkracht en grasopbrengst.

Tussen 1988 en 1992 zijn op elk van de vijf percelen metingen verricht. DLO-Staring Centrum heeft in samenwerking met het ROC grondwaterstanden en draagkracht gemeten. Het PR heeft grassamenstelling en grasgroei gemeten. In dit rapport worden

de resultaten van de grondwaterstands- en draagkrachtmetingen besproken. In de winter is de draagkracht over het algemeen slecht, staat het vee op stal en mag er geen mest worden uitgereden. In de zomer is de draagkracht bijna altijd goed. Daarom zijn de metingen uitgevoerd in het voorjaar, wanneer de draagkracht verandert van slecht in goed, en in het najaar wanneer de omgekeerde trend plaatsvindt.

2 METHODEN

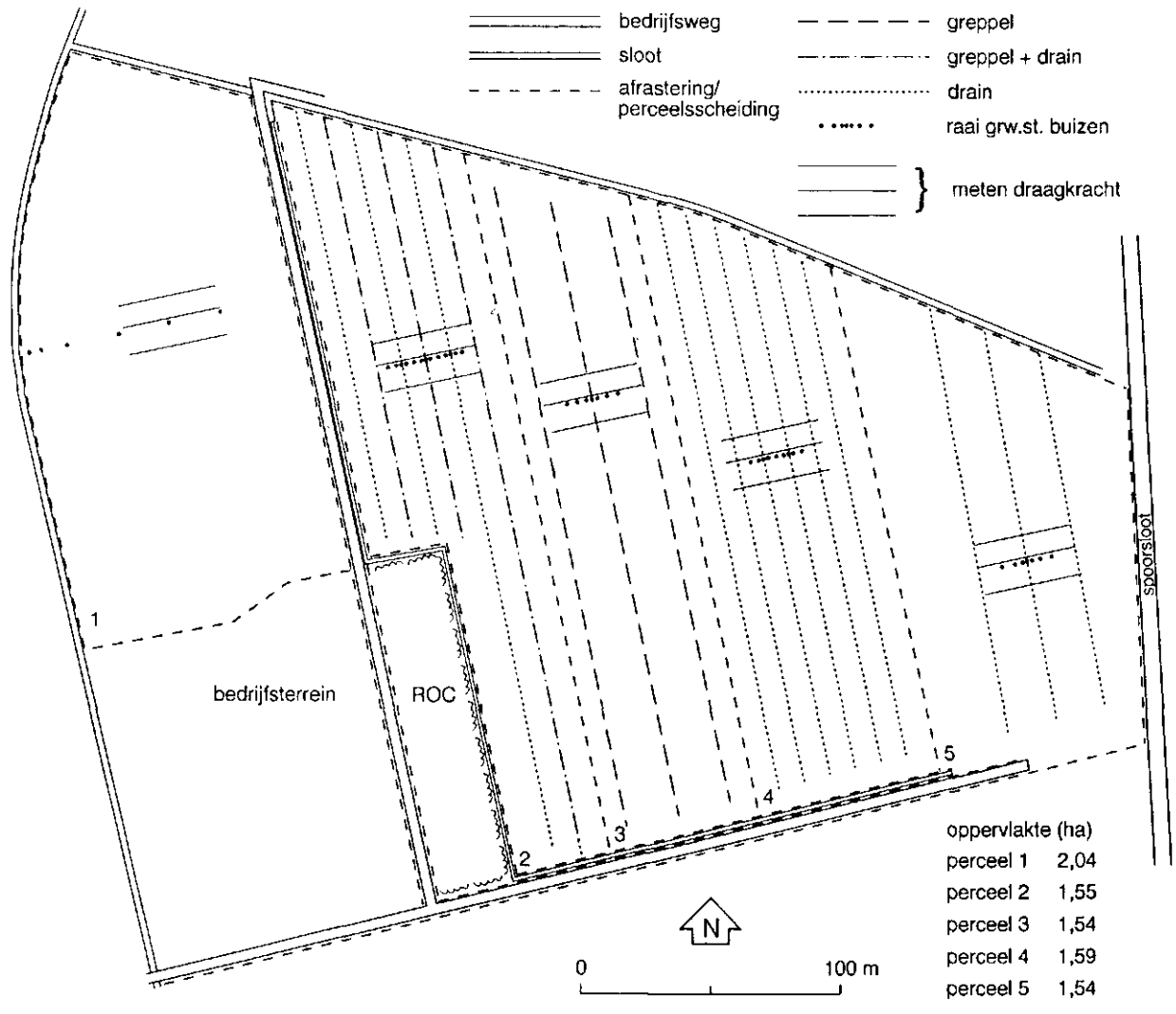
2.1 Aanleg en inrichting van het proefveld

Op het ROC "De Vlierd" is in de zomer van 1986 een demonstratieproefveld aangelegd met verschillende afwateringssystemen. De huiskavel (blok 5) is hiervoor opnieuw ingericht. De grondsoort ter plekke is een kalkloze poldervaaggrond en bestaat uit homogene zeer zware rivierklei (profielverloop 4) met een lutumgehalte van circa 60%.

Voor de aanleg van de vijf proefpercelen was de ontwatering van de huiskavel onvoldoende. Enkele lager gelegen natte plekken waren gedraineerd. Ook in het perceel voor de bedrijfsweg (het toekomstige perceel 1) lagen twee drains. Verder zorgden enkele greppels voor oppervlakkige afvoer in natte perioden. Op laag gelegen gedeelten van de huiskavel stonden ook langdurig plassen. De huiskavel was, voor de aanleg van de proefpercelen, op basis van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) in te delen in grondwatertrap (Gt) II/III, terwijl voor een kleine oppervlakte Gt I van toepassing was. Op zware kleigronden met onvoldoende ontwateringsmogelijkheden geldt in het algemeen dat naast plasvorming onder natte omstandigheden, in droge perioden na het droogvallen van de oppervlakte de grondwaterstand snel kan dalen. Hierdoor doen zich grote fluctuaties in grondwaterstand voor. De totale oppervlakte van de kavel bedraagt 8,3 ha. Zowel in de oude als in de nieuwe situatie is 2,0 ha door een bedrijfsweg gescheiden van de rest van de kavel (fig. 1).

Tijdens de aanleg van de vijf proefpercelen zijn van de bestaande situatie deze bedrijfsweg, de bermsloot aan de westzijde, en de spoorloot aan de oostzijde van de kavel intact gelaten. Aan de noordzijde is een nieuwe ruime afwateringssloot gegraven met een verlaagd slootpeil waarin de ontwateringssystemen (drains en greppels) uitkomen. Aan de zuidzijde is de bedrijfsweg opnieuw aangelegd en verhard en zijn opnieuw sloten gegraven. De greppels zijn op de sloot tussen de bedrijfsweg en de kavel aangesloten. Ook aan de oostzijde van het bedrijfsterrein en de bestaande bedrijfsweg binnen de kavel is de sloot opnieuw gegraven of verbeterd. De sloten rondom het proefveld en langs genoemde bedrijfsweg worden onderbemalen tot 1,20 m beneden maaiveld. Alleen de spoorloot kon niet worden aangesloten op de onderbemaling en heeft een beduidend hoger peil.

Aan de aanleg van het proefveld in de zomer van 1986 ging met uitzondering van een zeer natte derde decade in maart een droog voorjaar vooraf (tabel 1). Ook tijdens de uitvoering waren de weersomstandigheden gunstig. Bij de aanleg van de vijf proefpercelen is de oude zode van de huiskavel doodgespoten. Daarna is dunne mest uitgereden en is gefreesd en geploegd. Op het gedeelte oostelijk van de bedrijfsweg is in de laagten de vrijkomende grond uit de sloten verwerkt en geëgaliseerd. Eind juni/begin juli werden de proefpercelen gedraineerd, opnieuw geploegd (waar nodig op akkers), begreppeld en ingezaaid. Op het nulveld werden de twee aanwezige drains zodanig verstoord dat hierdoor geen waterafvoer meer kon plaats vinden. Na de inzaai deed zich een periode voor met regelmatig regen.



Figuur 1 Plattegrond van het proefveld

De grootste breedte van perceel 1 bedraagt inclusief bedrijfsweg circa 114 m (de slootafstand). Dit perceel is het nul-object en wordt alleen door sloten ontwaterd. Aan de andere kant van de bedrijfsweg is de kavel eerst verder opgedeeld in twee blokken van 3,1 ha. Het eerste blok met de percelen 2 en 3 is op akkers geploegd van 20 m breed waar de eindvoor als griepel fungeert. Op perceel 2 zijn voor het ploegen op een diepte van 1,0 m zes drains gelegd, drie in of bij de griepels en drie midden tussen de griepels. In het tweede blok liggen de percelen 4 en 5. Perceel 4 is gedraineerd door op 20 m vanaf de laatste griepel de eerste drain en daarna om de 10 m zes drains te leggen. Het resterende deel van 1,5 ha, perceel 5, geert naar twee zijden. Hierin zijn drie nieuwe drains gelegd om de 20 m. De draindiepte op de

percelen 4 en 5 bedraagt 1,0 respectievelijk 1,2 m. Tussen de twee laatste percelen met drainage is een gerend gedeelte niet opnieuw gedraineerd omdat hier van een oude drain nog voldoende afvoer werd verwacht. Op deze wijze is een demonstratieproefveld ontstaan, bestaande uit vijf percelen (zie fig. 1) met de volgende ontwateringssystemen:

Perceel	Ontwaterings- middelen	Drain/greppel-		Perceels- breedte (m)	Perceels- oppervlakte (ha)	Grondwater- trap (Gt)
		afstand (m)	diepte (m)			
1	sloten	114	>1,2	114	2,0	III
2	greppels	20		70	1,6	VI
	drainage	10	1,0			
3	greppels	20		60	1,5	III
4	drainage	10	1,0	70	1,6	VI
5	drainage	20	1,2	100	1,5	VI

Het proefveld heeft een demonstratiekarakter om bezoekende boeren direct naast elkaar verschillende vormen van ontwatering van grasland op zware kleigrond te laten zien. Bij het vaststellen van de effecten van ontwatering op de draagkracht van de zodelaag is er rekening mee gehouden dat de verschillende ontwateringssystemen elkaar kunnen beïnvloeden. Elk perceel is voor de helft ingezaaid met di- en tetraploid Engels raaigras wat mogelijk als gevolg van verschillen in zodedichtheid, grasaanbod of grasopname van invloed is op de te meten draagkracht.

2.2 Meting van grondwaterstand

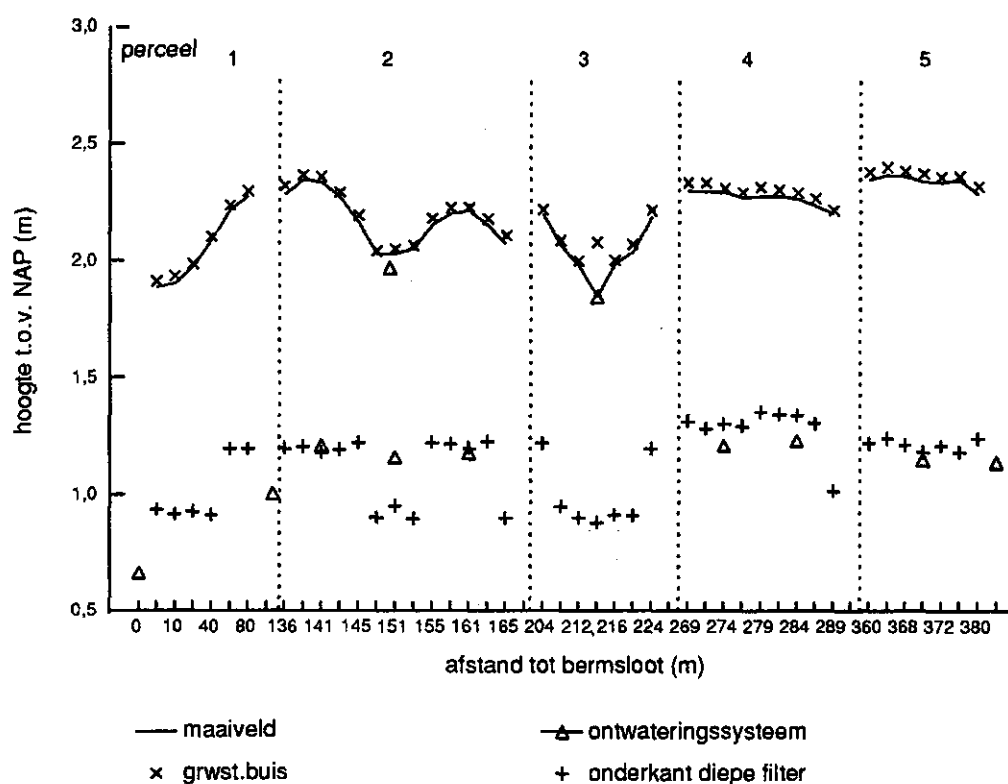
Voor het meten van de grondwaterstand zijn grondwaterstandsbuizen gemaakt met elk drie filters met een lengte van 10 cm en op een regelmatige afstand van 30 cm. Met behulp van bentoniet zijn de filters van elkaar gescheiden zodat ze onderling niet beïnvloed worden. De buizen zijn in het veld zodanig in een boorgat geplaatst dat alle filters zich op dezelfde hoogte ten opzichte van NAP bevinden. In het boorgat is tussen de filters opnieuw een bentoniet afdichting aangebracht. De bovenkant van het bovenste filter begint tussen 20 en 50 cm beneden het maaiveld. Alle raaien met grondwaterstandsbuizen staan loodrecht op de drains/greppels en gemiddeld 90 m uit het hart van de onderbemalen sloot aan de oostzijde van de proefpercelen waar de drains/greppels in uitkomen. De plaats van de grondwaterstandsbuizen is weergegeven in figuur 1 en 3.

2.3 Meting van waterbalans

Op het ROC "de Vlierd" is de neerslag gemeten met een zelfregistrerende regenmeter. Vanaf de eerste vorstdreiging tot het vroege voorjaar zijn de neerslaggegevens

2.4 Meting van draagkracht

Voor intensief gebruik van grasland is de draagkracht van de zodelaag van veel belang. Bij onvoldoende draagkracht doen zich zichtbare beschadigingen voor aan de oppervlakte in de vorm van vertrapping tijdens beweiden en sporen bij berijden. Daarnaast treedt op zware kleigrond versmering van de oppervlakte bij beweiden tijdens regen op, en een wasbord-effect na berijden onder te natte omstandigheden. De draagkracht van de zodelaag is met een penetrometer snel en eenvoudig vast te stellen. De draagkrachtmetingen zijn vooral in voor- en najaar uitgevoerd, omdat de draagkracht met name in die perioden vaak tekort schiet. Bij gebruik van een penetrometer, wordt de kracht welke nodig is om een conus van 5 cm² met een tophoek van 60° 3 cm in de top laag te drukken afgelezen als indringingsweerstand (IW in MPa).



Figuur 3 Dwarsdoorsnede van de vijf percelen

Per ontwateringssysteem zijn drie raaien van 40 m uitgezet dwars over de drains of greppels (fig. 1). Eén raai is 2 m noordelijk, één raai 10 m noordelijk, en één raai 10 m zuidelijk van de grondwaterstandsbuizen gelegen. In de raaien wordt vanaf een greppel of drain op 0,5 m en daarna elke meter gemeten tot de volgende greppel of drain. Op perceel 1 (alleen sloten) is van 40,5 m tot 79,5 m van de bermsloot gemeten. De laatste waarneming is ongeveer 35 m van de sloot aan de andere zijde van het perceel gemeten. Het totale aantal waarnemingen op het proefveld bedraagt per meetdag $5 \times (3 \times 40) = 600$, of 120 per perceel. Dat niet altijd precies in het midden van een perceel is gemeten hangt samen met de vorm van het perceel en met het feit

dat de halve oppervlakte is ingezaaid met di- en de andere helft met tetraploid Engels raaigras. In de raaien zijn op alle percelen 60 draagkrachtwaarnemingen in diploid gras en 60 draagkrachtwaarnemingen in tetraploid gras uitgevoerd.

3 RESULTATEN

3.1 Weersinvloeden

De weersomstandigheden zijn op zware klei van meer invloed op de draagkracht dan op de meeste andere grondsoorten. Zware klei is onder natte omstandigheden namelijk snel plastisch en gemakkelijk te vervormen. Bij een geringe vochtonttrekking echter, bijvoorbeeld door verdamping, krimpt klei en wordt hard waarbij de stevigheid snel groter wordt. Slechte draagkracht is op kleigrasland vooral een probleem in voor- en najaar wanneer de neerslag de verdamping overtreft. Ook een goede ontwatering en diepe grondwaterstanden kunnen niet altijd voorkomen dat in tijden van neerslag de grond plastischer wordt. Een goede ontwatering resulteert echter wel in een betere bodemstructuur, waardoor grotere neerslaghoeveelheden sneller afgevoerd worden zodat de oppervlakte minder lang nat wordt.

Uit het bovenstaande volgt dat, naast een betere ontwatering, vooral de neerslagverdeling in voor- en najaar en in natte zomerperioden, van invloed is op de gebruiksmogelijkheden en het ontstaan van schade. In tabel 1 zijn de weersgegevens van de proefperiode samengevat. In 1988 zijn de maanden maart, juli en gedeelten van augustus, september en aansluitend de eerste decade van oktober natter dan "normaal". De totale neerslagsom is 150 mm hoger dan gemiddeld. In 1989 zijn alleen maart en de tweede decade van april en september nat. Het jaar kenmerkt zich als een droog jaar met een neerslagtekort van 100 mm. In 1990 doen zich bij hetzelfde neerslagtekort geen natte perioden voor in voor- en najaar. In dit jaar kent nagenoeg elke maand (april, mei, juni, juli, september, oktober en november) een decade waarin het tekort van voorgaande periode enigszins wordt aangevuld. In 1991 herhaalt zich de droge situatie van twee voorgaande jaren in versterkte mate. In juni wordt veel regen gemeten na een droog voorjaar. Daarna zijn de maanden juli, augustus en de eerste helft van september droog. Het voorjaar van 1992, tenslotte, kenmerkt zich vanaf de tweede decade van maart tot in mei als natter dan normaal.

Wanneer bij een slootpeil van dieper dan 1,20 m - mv., zoals op de proefpercelen, de weersomstandigheden droger zijn dan het langjarig gemiddelde, komt op geen enkel perceel tussen mei en half september vertrapping en visueel waar te nemen structuurbederf voor. Verschillen in ontwatering, en dus in draagkracht en gebruiksmogelijkheden, treden enkel op in relatief natte perioden. Voor de beschouwde proefperiode zijn dat:

- 1988: in het voorjaar en in het najaar, met name de maanden maart en september met uitloop naar april en oktober;
- 1989: in het voorjaar maart en april en in het najaar september en oktober;
- 1990: mogelijk midden april, eind september en oktober;
- 1991: mogelijk begin oktober en anders pas in november;
- 1992: alleen in maart en april (de rest van het jaar is niet in het onderzoek opgenomen).

Tabel 1 Dagelijkse registratie neerslag ROC "De Vlierd" van 1986 t/m juni 1992 en langjarig gemiddelde (1961-1990)

Decade	Neerslag per decade (mm)								
	1961/1990 gem.	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	
januari	1	27,3	31,0	52,9	52,0	15,9	5,2	60,0	20,8
	2	16,5	68,2	0,0	9,1	11,1	13,1	9,0	3,9
	3	23,4	23,0	7,3	72,7	1,8	35,8	1,9	0,5
februari	1	23,7	0,5	7,6	54,9	4,7	22,9	1,8	13,0
	2	15,9	0,0	18,7	18,1	33,2	42,2	17,7	13,2
	3	9,4	0,0	12,3	6,9	19,7	38,9	2,8	3,2
maart	1	16,1	11,7	25,5	31,6	51,9	11,2	14,9	7,6
	2	22,5	6,8	27,0	35,0	26,4	3,3	6,8	39,8
	3	25,9	59,9	34,7	48,4	18,4	10,8	2,9	28,8
april	1	18,0	15,7	6,3	6,6	15,4	5,4	8,1	10,4
	2	16,2	15,1	17,1	8,7	39,1	36,1	8,8	28,1
	3	13,8	16,6	2,4	5,1	11,2	6,5	9,8	33,9
mei	1	20,7	25,3	11,3	15,0	0,3	1,9	22,9	30,7
	2	18,7	8,8	30,0	29,5	11,0	35,5	13,6	4,3
	3	26,1	10,4	30,0	20,5	0,1	0,0	0,5	2,5
juni	1	22,4	33,2	37,0	11,4	27,3	37,3	10,9	64,0
	2	22,3	13,9	14,5	0,8	0,4	1,3	55,1	4,5
	3	22,6	11,4	27,2	0,2	12,4	20,4	68,0	0,8
juli	1	23,6	17,8	0,1	69,2	27,2	43,1	22,1	
	2	25,2	0,7	24,5	39,7	0,0	9,2	25,3	
	3	26,5	21,4	48,8	30,9	21,3	8,7	14,2	
augustus	1	17,5	10,3	14,7	2,8	15,6	2,4	0,7	
	2	24,7	11,8	11,6	15,8	13,7	20,9	13,1	
	3	22,0	43,4	32,2	51,1	17,8	4,3	3,1	
september	1	19,5	14,2	4,8	10,1	20,5	22,0	0,0	
	2	25,0	30,8	11,0	29,0	71,6	9,8	12,1	
	3	19,2	0,0	7,8	66,4	5,6	32,5	45,3	
oktober	1	24,9	1,6	57,6	38,3	24,5	6,9	18,8	
	2	21,4	10,6	21,7	18,4	17,3	7,2	29,3	
	3	22,7	80,1	15,0	20,0	25,6	42,8	1,9	
november	1	19,6	6,8	0,6	4,1	26,5	23,6	70,4	
	2	28,3	29,2	67,8	9,7	3,0	55,8	50,9	
	3	28,0	16,3	28,8	10,1	6,5	11,1	1,1	
december	1	24,1	7,4	0,0	43,3	1,2	2,1	0,3	
	2	27,1	44,4	28,5	31,0	63,5	29,1	36,1	
	3	24,5	67,5	11,7	14,9	19,6	40,1	23,4	
jaarsom		785,3	765,4	748,9	931,2	681,2	699,4	683,6	
01/3-10/11		537,1	477,9	513,3	608,5	501,0	403,1	478,6	
01/3-30/04		112,5	125,8	113,0	135,4	162,3	73,3	51,3	148,6
11/9-10/11		132,8	129,9	113,7	176,1	171,2	122,8	177,8	

Neerslagsom in mm per decade, per jaar en van drie perioden

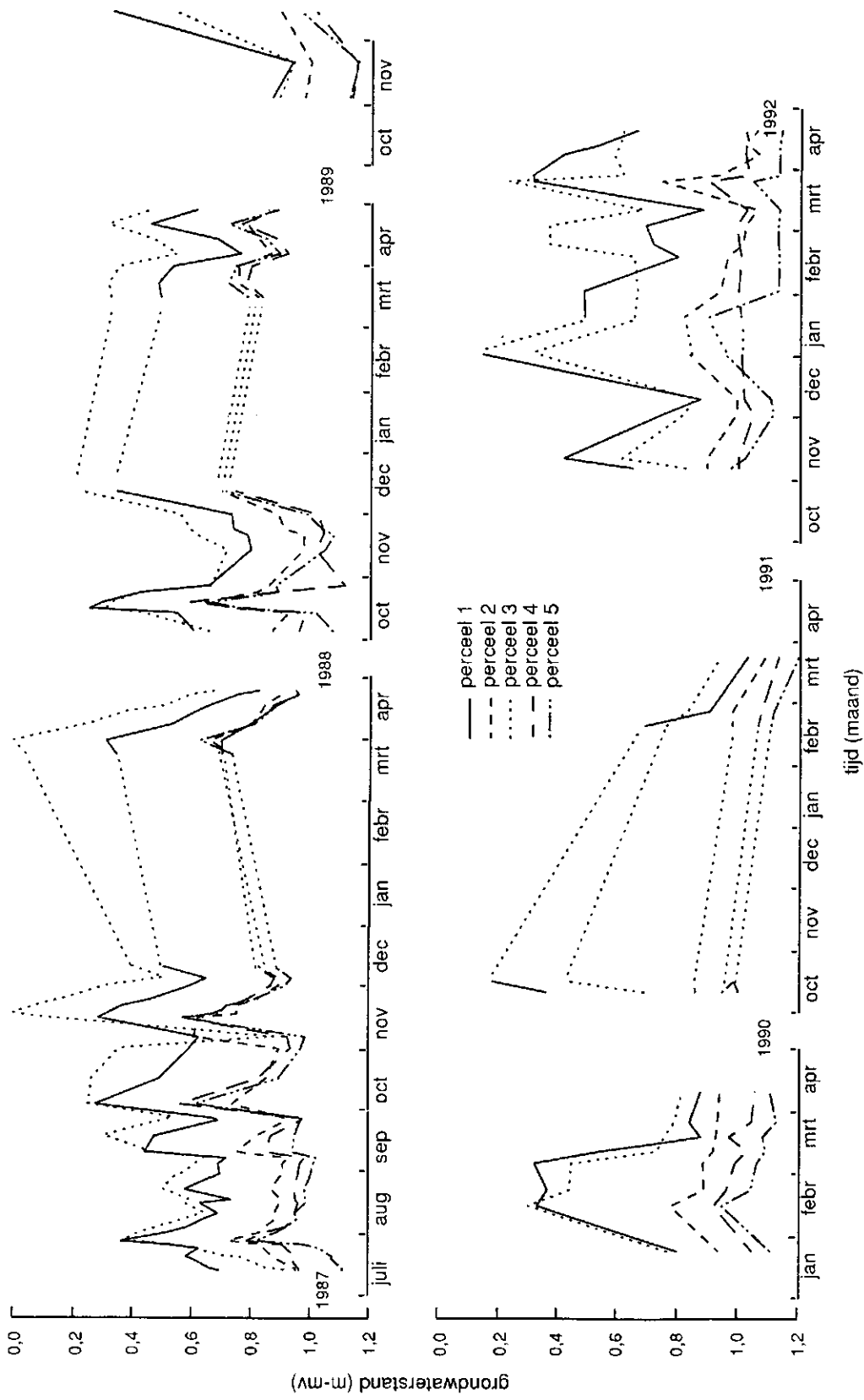
3.2 Het verloop van de grondwaterstand

De grondwaterstanden gemeten tussen januari 1988 en april 1992 staan weergegeven in figuur 4. Elk meetpunt in de grafiek is het gemiddelde van de diepste filters van alle buizen op het betreffende perceel. Uit figuur 4 blijkt dat de grondwaterstanden in de percelen 1 en 3 (zonder drains) het hoogst zijn en in percelen 4 en 5 (met drains) het laagst. Het perceel met zowel drains als greppels (perceel 2) neemt een tussenplaats in. Dit komt omdat in perceel 2 aan de ene kant de extra drains voor een lagere grondwaterstand zorgen dan in de percelen zonder drains. Aan de andere kant zijn de lagere delen rondom de greppels echter relatief slecht ontwaterd waardoor de gemiddelde grondwaterstand van het gehele perceel toch wat slechter uitkomt dan bij de vlakliggende percelen met alleen drains (percelen 4 en 5).

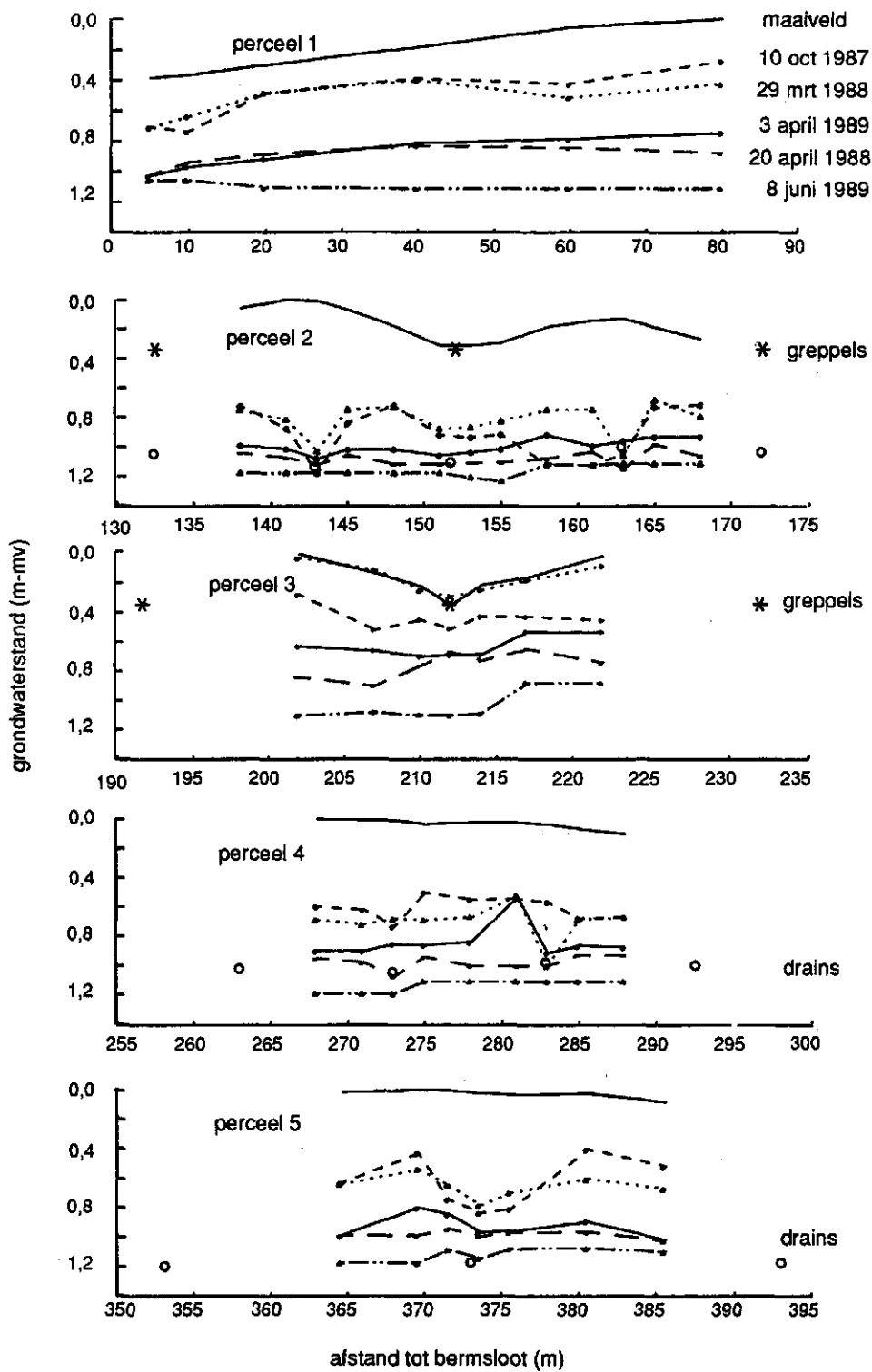
De gemeten grondwaterstanden worden uiteraard sterk bepaald door de heersende weersomstandigheden. De periode vóór de zomer van '89 bleek over het algemeen natter te zijn dan de periode erna. In de natte jaren '87 en '88 zijn de grondwaterstanden dan ook hoger dan in de daaropvolgende drogere jaren. Bij de percelen met alleen drains (4 en 5) is de ondiepste gemiddelde grondwaterstand 57 cm onder maaiveld (oktober '87). Na de zomer van 1989 is de gemiddelde grondwaterstand in de percelen 4 en 5 nooit ondieper dan 87 cm beneden maaiveld geweest. Bij de andere percelen waren de ondiepste grondwaterstanden vóór de zomer van '89, 28 cm beneden maaiveld (oktober '88, perceel 1), 62 cm beneden maaiveld (november '87, perceel 2) en 1 cm boven maaiveld (februari '88, perceel 3). Na de zomer van '89 waren de ondiepste grondwaterstanden 8 cm beneden maaiveld (januari '91, perceel 1), 67 cm beneden maaiveld (maart '92, perceel 2) en 31 cm beneden maaiveld (februari '90, perceel 3).

In figuur 5 zijn enkele dwarsdoorsneden van de percelen getekend met daarin de ontwateringsmiddelen en de grondwaterstand aangegeven. Aan de vorm van de grondwaterstanden in natte perioden is duidelijk te zien dat vooral de drains voor de afvoer van water zorgen. Ook is zichtbaar dat de greppels en hun omgeving de slechtst ontwaterde delen zijn binnen een perceel. In drogere perioden zijn de hoge delen tussen de greppels echter beter ontwaterd dan de delen midden tussen de drains.

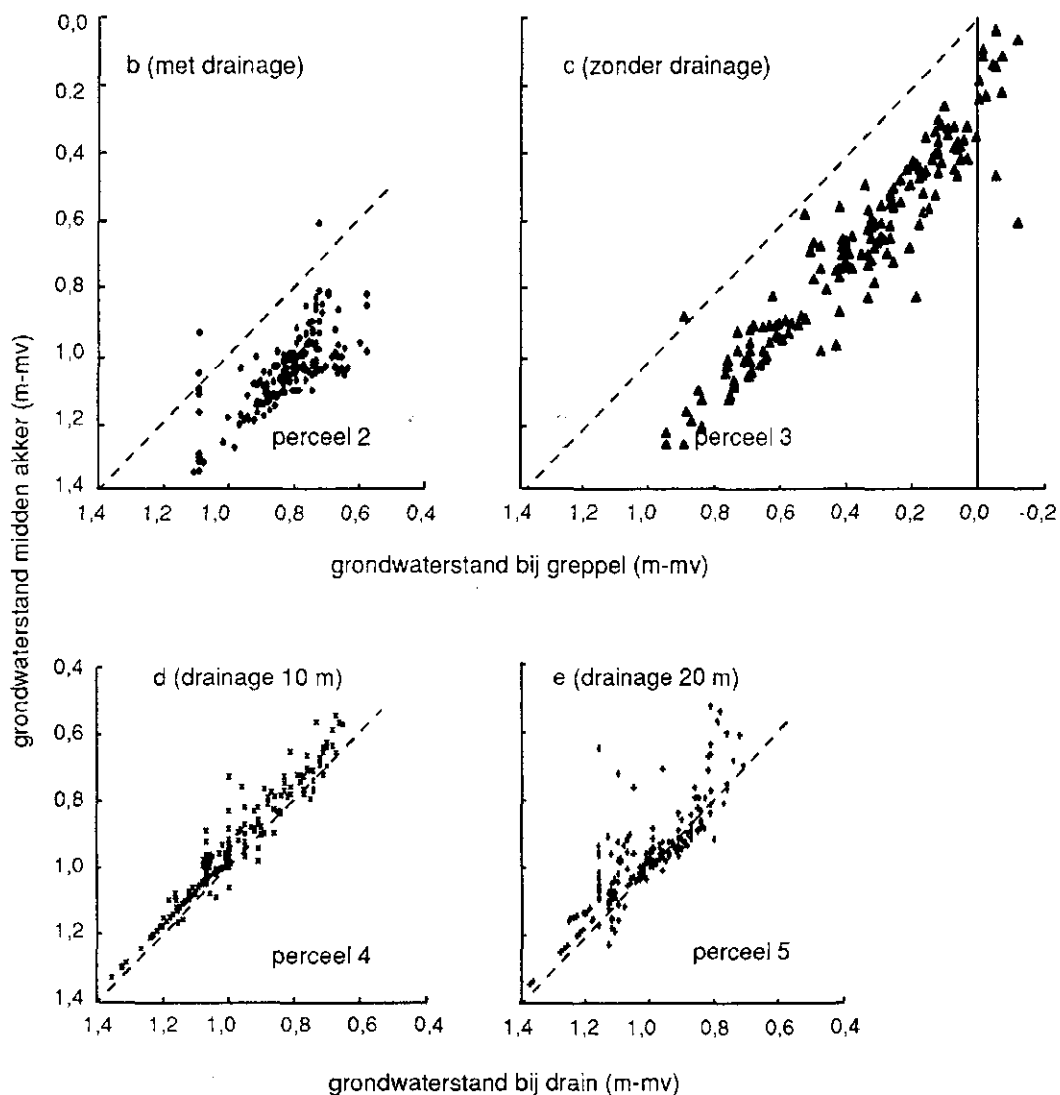
In figuur 6 zijn voor de percelen 2 t/m 5 per perceel de grondwaterstanden bij de drain/greppel vergeleken met de grondwaterstand midden tussen de drains/greppels. Voor de gedraineerde percelen 4 en 5 (figuur 6 c, d) is de grondwaterstand midden tussen de drains door opbolling van de grondwaterspiegel gemiddeld zo'n 10 cm hoger dan direct naast de drains. In de begreppelde percelen 2 en 3 is de grondwaterstand midden tussen de greppels zo'n 20 à 30 cm lager dan bij de greppels. Dit verschil wordt uiteraard veroorzaakt door de bolle ligging van de begreppelde percelen. Uit figuur 6b blijkt dat indien de grondwaterstand midden tussen de greppels circa 30 cm beneden maaiveld is, het grondwater in de omgeving van de greppels boven het maaiveld komt. Dat dit gevolgen heeft voor de verdeling van de draagkracht op het perceel zal duidelijk zijn. In een volgende paragraaf wordt hier dieper op ingegaan.



Figuur 4 Gemiddelde grondwaterstanden (van alle buizen) in voorjaar en najaar in de vijf percelen



Figuur 5 Enkele voorbeelden van grondwaterspiegels in de verschillende percelen



Figuur 6 Relatie tussen grondwaterstand bij de greppel/drain en midden tussen de greppels/drains

3.3 Debietmetingen

Over de verschillen in afvoer zijn weinig gegevens beschikbaar door het niet optimaal functioneren van de pomp in regenrijke perioden. Regelmatig is het slootpeil in de eerste jaren gestegen boven de uitstroomopeningen van drains en greppels waarna de debietmeters om schade te voorkomen zijn verwijderd.

In 1988 is drie keer, en in 1989 één keer, handmatig de afvoer gemeten van alle drains en greppels op momenten dat de uitstroomopening boven het slootpeil uitkwam

Tabel 2 Debietmetingen van alle drains en greppels op vier data met het slootpeil beneden de uitstroomopening

Perceel	Greppel	Drain	Totale afvoersom (cm ³ /sec)	% v.d. totale afvoersom (%)	Opp. (m ²)	Berekende afv. (mm/etm)			
						22/03 1988	29/03 1988	10/10 1988	8/3 1989
2		10	93	6	1600	3,6	4,1	6,0	6,3
		2	69	4	1600	3,2	3,0	3,9	4,9
	1		0		1700	0,0	0,0	0,0	0,0
		3	95	6	1500	5,6	4,3	5,2	6,7
	2	4	73	4	1500	2,8	3,3	4,4	6,2
			0		1500	0,0	0,0	0,0	0,0
		5	95	6	2700	2,0	2,9	2,6	4,7
	3	6	120	7	2650	2,2	2,8	3,0	7,6
			3	0	2650	0,0	0,4	0,0	0,0
3	4		44	3	2500	0,7	1,8	0,7	2,8
	5		46	3	2400	0,7	1,9	0,6	3,3
	6		54	3	2300	0,8	2,5	0,8	4,0
4	7	156	10	2200	5,2	5,8	3,9	9,6	
	8	72	4	2150	1,8	2,6	1,6	5,5	
	9	77	5	2100	2,1	2,7	2,4	5,4	
	10	89	5	2050	2,7	3,5	3,6	5,2	
	11	95	6	1950	3,0	4,1	3,5	6,2	
	12	101	6	1900	3,2	4,8	3,1	7,2	
5	13	143	9	3200	2,7	3,6	3,3	5,7	
	14	112	7	3000	1,4	2,9	3,2	5,3	
	15	99	6	2800	1,4	2,7	3,4	4,8	

(tabel 2). De vier metingen geven een indicatie van de ontwateringsmogelijkheden op de verschillende percelen. De afvoer is telkens gedurende één minuut gemeten. Eerst is de totale afvoersom berekend. Dit is de som van de gemeten afvoeren van alle drains en greppels op alle vier meettijdstippen. Gemiddeld voeren drain 6, 7, 13 en 14 het meeste water af. Tijdens de vier uitgevoerde metingen was dit 33% van de totale afvoersom. De drie greppels op perceel 3 (greppel 4, 5 en 6) voerden samen 9% van de totale afvoersom af.

Vervolgens is voor elke drain en greppel de oppervlakte berekend die hierop afvoert. De drains voeren slechts naar één zijde af. Bij de berekening van de oppervlakte is daarom uitgegaan van de afstand en de lengte van de drain, verminderd met 2x10 m om de invloed van de sloten in rekening te brengen. De greppels voeren water af op de sloten aan de noord- en zuidzijde. De oppervlakte welke afvoert op een greppel is berekend uit de greppelafstand (20 m) vermenigvuldigd met de halve lengte min 10 m slootinvloed. Alle percelen hellen enigszins naar de onderbemalen sloot aan de noordzijde zodat de afvoer via de greppels naar deze zijde mogelijk van een grotere oppervlakte is.

Perceel 2 is een bijzonder geval. In dit perceel wordt het water afgevoerd door drie greppels in de sloten aan de noord- en zuidzijde, door zes drains in de sloot aan de noordzijde en aan de westzijde door een drain-vervangende sloot. De drains 2, 4 en 6 liggen in of vlak naast een greppel. Door de ronde ligging op akkers kan enerzijds de aanvoer over de oppervlakte naar de drainsleuf toenemen en anderzijds de greppel de eerste neerslag afvoeren zodat de onderliggende drain juist minder afvoert. Tijdens de vier metingen voerde alleen greppel 3 eenmaal een geringe hoeveelheid water af. De drains 1, 3 en 5 liggen midden tussen de greppels waar het maaiveld hoger ligt. Het debiet van deze drains is vrijwel altijd hoger dan het debiet van de drains bij de greppels. Dit kan wijzen op greppelafvoer voorafgaande aan de meting, met name een vergelijking van het debiet tussen de drains 3 en 4 wijst in die richting.

Perceel 4 heeft bij een vlakke ligging van het maaiveld dezelfde drainafstand als perceel 2, terwijl perceel 5 de halve drainafstand heeft. De aanvullende ontwateringsmogelijkheden in de vorm van greppels van perceel 2 ontbreken op perceel 4 en 5. De percelen 2 en 4 worden aan de oost- en de zuidzijde ingeklemd tussen percelen met minder afvoermogelijkheden. De berekende afvoer via de zes drains op perceel 4 is lager of ongeveer gelijk aan de drainafvoer op perceel 2. Op perceel 5 is de afvoer in mm/etmaal ook lager, hoewel het debiet van de drie drains tijdens het meten altijd een factor 1,5 tot 1,9 hoger is als gevolg van de grotere oppervlakte.

Perceel 3 wordt uitsluitend ontwaterd door drie greppels op onderlinge afstand van 20 m, met de eerste en de laatste greppel op 20 m afstand van een drain in respectievelijk perceel 2 en perceel 4. De afvoer van de drie greppels is per meetdatum vrijwel gelijk. Alleen in maart 1989 wordt een greppelafvoer gemeten gelijk aan, of iets meer dan de helft van, de drainafvoer. Een vergelijking tussen drain- en greppelafvoer mag echter niet worden gemaakt wanneer niet continu de afvoer wordt geregistreerd. Een greppel komt immers na neerslag vrijwel direct tot afvoer, terwijl voor de drainafvoer eerst de grondwaterspiegel tussen de drains moet stijgen. De opbolling van de grondwaterstand midden tussen de drains/greppels in tabel 3 is berekend boven de onderkant van de drain of de bodem van de greppel.

Tabel 3 *Opbolling (h) van drains en greppels, en de debietmetingen (mm/etm) midden tussen de ontwateringsmiddelen*

Perc./sys	22/03 1988		29/03 1988		10/10 1988		08/03 1989	
	h(m)	mm/etm	h(m)	mm/etm	h(m)	mm/etm	h(m)	mm/etm
2 dr.03	0,36	5,6	0,44	4,3	0,44	5,2	0,22	6,7
2 dr.04	0,42	2,8	0,48	3,3	0,48	4,4	0,45	6,2
2 dr.05	0,41	2,0	0,43	2,9	0,47	2,6	0,54	4,7
3 gr.05	0,29	0,7	0,39	1,9	0,02	0,6	0,09	3,3
4 dr.09	0,44	2,1	0,44	2,7	0,29	2,4	0,30	5,4
4 dr.10	0,43	2,7	0,44	3,5	0,28	3,6	0,42	5,2
5 dr.14	0,56	1,4	0,61	2,9	0,39	3,2	0,34	5,3

De grondwaterstand is op de gedraineerde percelen (2, 4 en 5) altijd dieper dan 0,50 m - mv. met uitzondering van drain 5 op 8 maart 1989 met 0,43 m - mv. Op perceel 3 met alleen greppels staat de grondwaterstand midden tussen de greppels altijd hoger dan de bodem van de greppel. Tussen de opbolling en de afvoer is zowel bij de greppels als de drains geen relatie aanwezig. Dit is begrijpelijk omdat van de drainreeksen de drainafstand en drainlengte verschillen. De afvoer van de greppels is altijd laag en wanneer de afvoer een keer hoger is, wordt een kleine opbolling gemeten. Ook voor de drainagepercelen geldt als belangrijkste conclusie dat alle drains ongeacht de opbolling, oppervlakte, aanvullende afvoer door greppels en akkers ongeveer gelijk functioneren. Hierbij kan worden opgemerkt dat drain 3 en 4 bij dezelfde opbolling van een kleinere oppervlakte vaak meer en drain 14 met een grotere opbolling door de diepere ligging van de drain en een grotere oppervlakte vaak minder per tijdseenheid afvoeren.

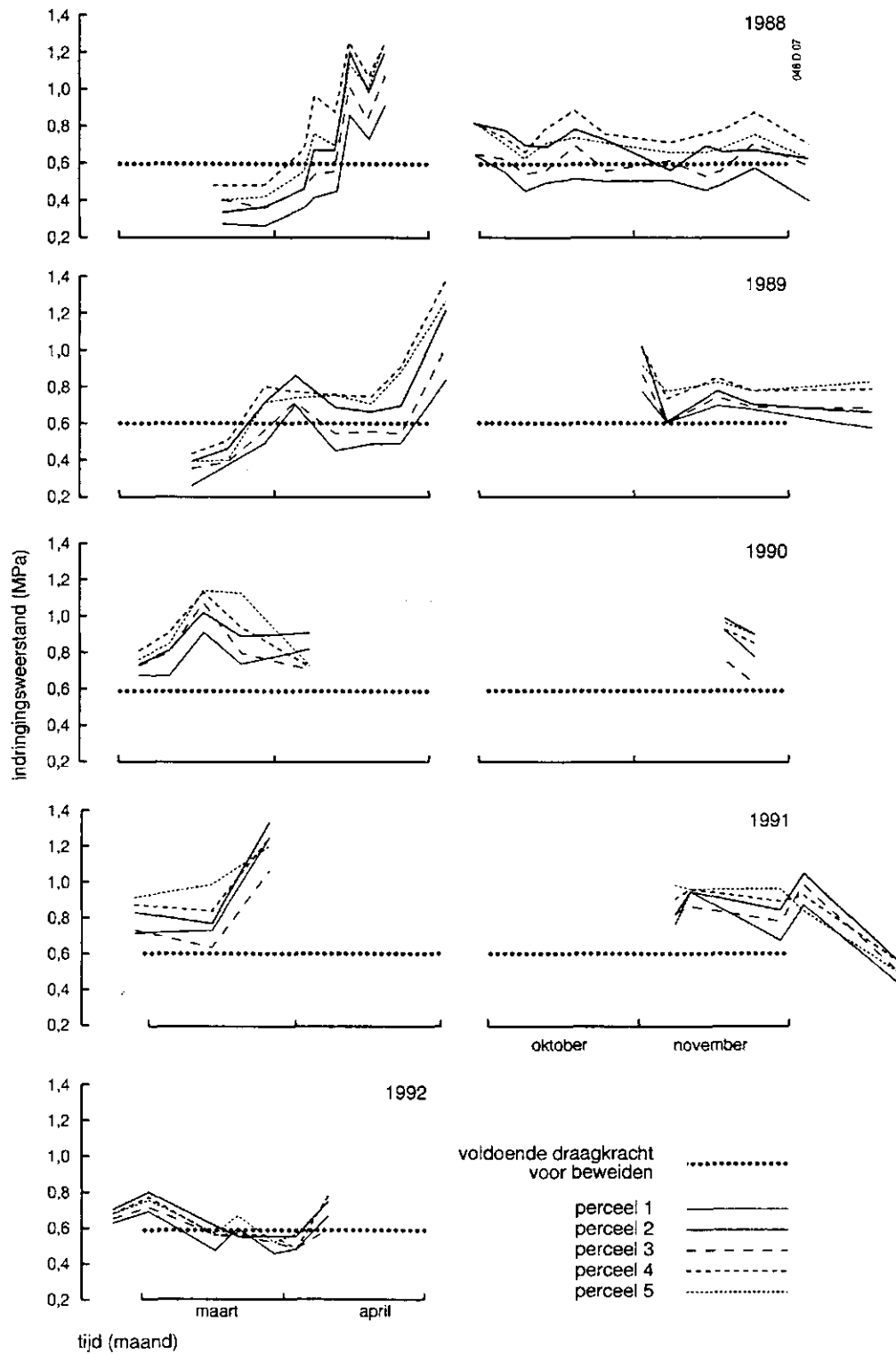
3.4 Het verloop van de gemiddelde draagkracht

Bij het interpreteren van de draagkracht is, zoals gebruikelijk, in eerste instantie uitgegaan van de gemiddelde draagkracht en van drempelwaarden waarbij wordt verondersteld dat geen schade ontstaat bij gebruik:

- beweiding is mogelijk boven een draagkracht van 0,6 MPa;
- berijden is mogelijk boven een draagkracht van 0,5 MPa.

Deze grenzen zijn afgeleid van draagkrachtonderzoek in grasland ongeacht grasmat en grondsoort. Het draagkrachtonderzoek is echter vooral uitgevoerd op humeuze zand- en veengronden met of zonder een venige klei in de zodelaag (Schothorst, 1982). Binnen het huidige onderzoek is niet getracht deze grenzen opnieuw vast te stellen. Zodebeschadigingen zijn waargenomen als vertrapping bij beweiden en sporen bij berijden wanneer genoemde grenzen onder natte omstandigheden niet worden bereikt. Wanneer deze grenzen voor matig humusarme, zeer zware klei iets verschuiven veranderen de hierna genoemde uitkomsten in kwantitatieve zin. Zo is bijvoorbeeld het aantal dagen met goede draagkracht uiteraard afhankelijk van de drempelwaarde die gekozen wordt voor een goede draagkracht. De *verschillen* tussen de vijf percelen zijn echter onafhankelijk van de gekozen drempelwaarden voor draagkracht en zullen ook bij een andere keuze van drempelwaarden hetzelfde blijven. Een gemiddeld goede draagkracht is bovendien geen garantie dat zich bij gebruik geen schade voordoet. Ook bij een gemiddeld goede draagkracht kunnen plaatselijk nog slechte stukken voorkomen.

In figuur 7 zijn per jaar de gemeten gemiddelde draagkrachten op elk van de 5 percelen weergegeven. Over het algemeen zien we in het voorjaar een verbetering van de draagkracht totdat alle percelen een voldoende draagkracht hebben. In het najaar daalt de draagkracht, die in de zomer goed was, weer tot lage waarden. In het droge jaar 1990 en het voorjaar van 1991 was de draagkracht voortdurend voldoende om te beweiden en te berijden op alle percelen.



Figuur 7 Gemiddelde draagkracht (van alle meetpunten) in voorjaar en najaar in de vijf percelen

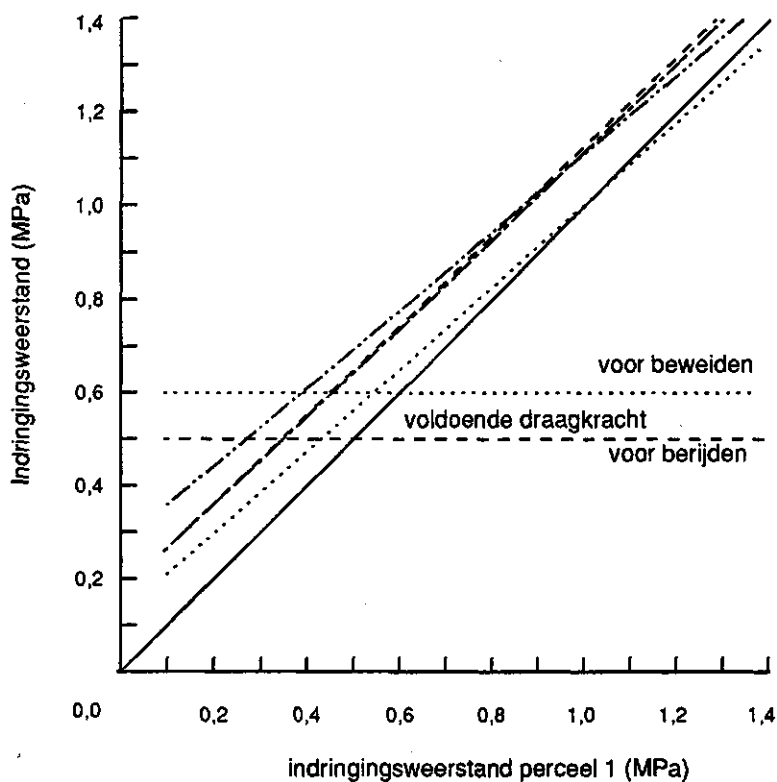
Over het algemeen is de gemiddelde draagkracht op de percelen 4 en 5 (alleen drains) het beste en op de percelen 1 en 3 (zonder drains) het slechtste.

Tabel 4 Aantal dagen per maand met voldoende draagkracht voor beweiden (= gemiddelde draagkracht hoger dan 0,6 MPa)

	Perceel				
	1	2	3	4	5
1988					
febr	0	0	0	0	0
mrt	0	0	0	0	0
apr	17	28	18	30	28
mei	31	31	31	31	31
sept	30	30	30	30	30
okt	3	31	7	31	31
nov	0	24	9	31	31
1989					
febr	0	0	0	0	0
mrt	0	4	0	6	2
apr	8	30	13	30	30
mei	31	31	31	31	31
sept	30	30	30	30	30
okt	31	31	31	31	31
nov	29	29	30	30	30
1990					
febr	17	27	16	28	28
mrt	31	31	31	31	31
apr	30	30	30	30	30
mei	31	31	31	31	31
sept	30	30	30	30	30
okt	31	31	31	31	31
nov	30	30	30	30	30
1991					
febr	28	28	28	28	28
mrt	31	31	31	31	31
apr	30	30	30	30	30
mei	31	31	31	31	31
sept	30	30	30	30	30
okt	31	31	31	31	31
nov	30	30	30	30	30
1992					
febr	13	29	29	29	29
mrt	6	14	9	9	12

Tabel 5 Aantal dagen per maand met voldoende draagkracht voor berijden (= gemiddelde draagkracht hoger dan 0,5 MPa)

	Perceel				
	1	2	3	4	5
1988					
febr	0	0	0	0	0
mrt	0	0	0	1	0
apr	18	28	28	30	30
mei	31	31	31	31	31
sept	30	30	30	30	30
okt	9	31	31	31	31
nov	0	30	30	31	31
1989					
febr	0	0	0	0	0
mrt	1	4	4	8	5
apr	15	30	30	30	30
mei	31	31	31	31	31
sept	30	30	30	30	30
okt	31	31	31	31	31
nov	30	30	30	30	30
1990					
febr	28	28	28	28	28
mrt	31	31	31	31	31
apr	30	30	30	30	30
mei	31	31	31	31	31
sept	30	30	30	30	30
okt	31	31	31	31	31
nov	30	30	30	30	30
1991					
febr	28	28	28	28	28
mrt	31	31	31	31	31
apr	30	30	30	30	30
mei	31	31	31	31	31
sept	30	30	30	30	30
okt	31	31	31	31	31
nov	30	30	30	30	30
1992					
febr	29	29	29	29	29
mrt	22	31	26	28	31



-----	perc. 2	$0,9656X + 0,1619$ ($r = 0,92$)
.....	perc. 3	$0,8808X + 0,1237$ ($r = 0,92$)
- . - . - . - . - .	perc. 4	$0,8499X + 0,2670$ ($r = 0,92$)
- - - - -	perc. 5	$0,9455X + 0,1764$ ($r = 0,90$)

Figuur 8 *Vergelijking van de gemiddelde draagkracht van de vijf percelen. De weergegeven lijnen zijn regressielijnen*

Perceel 2 (drains en greppels) neemt weer een tussenpositie in. In tabel 4 is voor elk perceel per maand het aantal dagen met voldoende draagkracht voor bewerden aangegeven. In tabel 5 staat per maand het aantal dagen met voldoende draagkracht voor berijden. Deze tabellen zijn verkregen door de draagkracht per dag te berekenen via lineaire interpolatie tussen de dagen waarop gemeten is. Uit deze tabellen blijkt dat op de gedraineerde percelen 4 en 5 langer en meer geweid en gereden kan worden zonder de zode te beschadigen. Uit tabel 4 is af te leiden dat, in de maanden februari tot en met mei, de gedraineerde percelen (perceel 2, 4 en 5) gemiddeld 13 dagen langer een goede draagkracht hadden voor bewerden dan de niet gedraineerde percelen (perceel 1 en 3), waarbij tussen de diverse jaren verschillen voorkwamen van 0 tot 23 dagen. In de maanden september tot en met november hebben de gedraineerde percelen eveneens gemiddeld 13 dagen langer een goede draagkracht voor bewerden dan de niet gedraineerde percelen. In het najaar variëren de verschillen tussen wel en niet gedraineerd tussen 0 en 50 dagen.

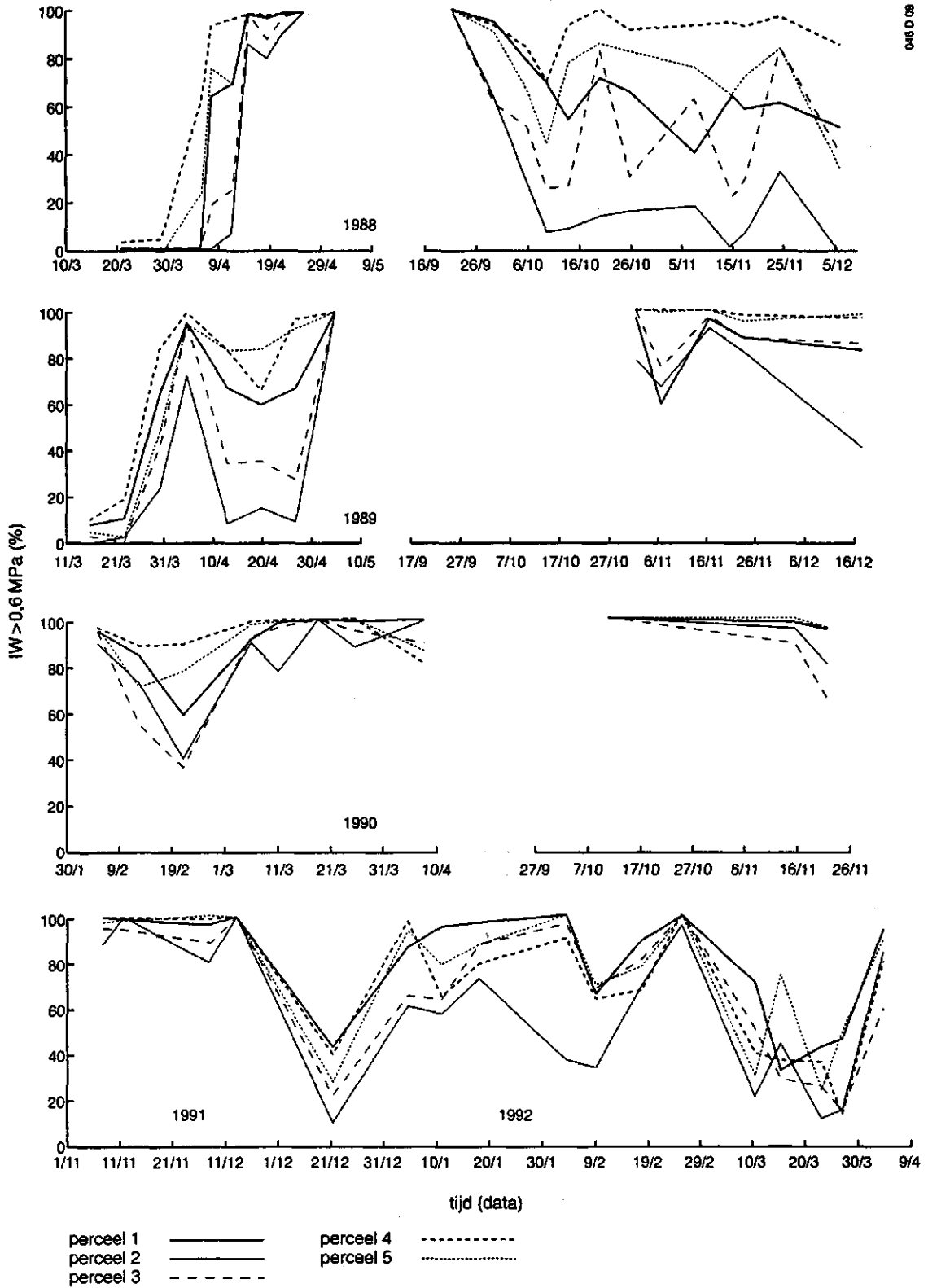
In figuur 8 is de gemiddelde draagkracht in elk perceel vergeleken met de gemiddelde draagkracht in het nulveld, perceel 1. De weergegeven lijnen zijn de berekende regressielijnen, zoals weergegeven onder de figuur. Tijdens de meetperioden hadden alle ontwaterde percelen een betere gemiddelde draagkracht dan het nulveld. Op perceel 4 (drains op 10 m) is de draagkracht altijd circa 0,2 MPa hoger. De percelen 5 (drains, op 20 m) en 2 (drains en greppels) zijn beide circa 0,15 MPa beter dan het nulveld. Van de ontwaterde percelen heeft perceel 3 (alleen greppels) gemiddeld de slechtste draagkracht, en is slechts 0,05 MPa beter dan het nulveld.

3.5 Het verloop van het oppervlaktepercentage met voldoende draagkracht voor beweiden

Het is niet alleen van belang wanneer de gemiddelde draagkracht van een perceel voldoende is om te beweiden of te berijden. Bij een gemiddeld voldoende draagkracht kunnen plaatselijk plekken voorkomen (meestal de lagere delen) met onvoldoende draagkracht. Belangrijk is dus eveneens welk percentage van het land een voldoende draagkracht voor beweiding of berijding bezit. Pas als 100% van het oppervlak een voldoende draagkracht bezit zal geen enkele schade optreden.

Van de 120 draagkrachtmetingen die per perceel per meettijdspit zijn uitgevoerd, is telkens het percentage oppervlak met voldoende draagkracht berekend. In deze paragraaf wordt er vanuit gegaan dat deze 120 metingen representatief zijn voor het gehele perceel, wat gezien de ligging van de meetpunten ten opzichte van de ontwateringsmiddelen realistisch is. Onder voldoende draagkracht wordt verstaan een draagkracht die voldoende is voor beweiden, dat is een draagkracht hoger dan 0,6 MPa.

In figuur 9 is per perceel het verloop van het oppervlaktepercentage met voldoende draagkracht voor beweiden weergegeven. In 1988 is, na drie natte maanden, in de eerste droge week van april de draagkracht in perceel 4 (drains, op 10 m) al op 60% van het oppervlak voldoende. In perceel 5 (drains, op 20 m) is dat 20%. Op de percelen 1 (nulveld), 2 (greppels en drains) en 3 (greppels) is de draagkracht over 100% van het oppervlak slecht. Na nog een paar zonnige dagen beschikken perceel 2 en 5 op circa 70% van het oppervlak over voldoende draagkracht. Op perceel 3 is dat 20%. In perceel 4 voldoet dan het gehele oppervlak aan de norm van voldoende draagkracht. Half april is deze situatie nog ongewijzigd. Als gevolg van de gunstige weersomstandigheden in de tweede helft van april verbetert de toestand in alle percelen snel en eind april is in alle percelen de draagkracht op 100% van het oppervlak voldoende. Voor de tweede helft van september doen zich geen problemen meer voor ten aanzien van de draagkracht, ondanks een extreem natte maand juli en in augustus een natte derde decade. Na de natte derde decade van september, gevolgd door een vrij natte maand oktober, loopt de draagkracht snel terug. Begin oktober zijn de percelen 1 (nulveld) en 3 (alleen greppels) voor 60% vertrappingsgevoelig, terwijl dat in de overige (gedraineerde) percelen slechts 10% is. Daarna gaat geleidelijk de draagkracht in alle percelen verder achteruit door de regelmatige regenval bij geringe verdamping.



Figuur 9 Het oppervlaktepercentage met voldoende draagkracht in voorjaar en najaar in de vijf percelen

Half oktober heeft het begreppelde perceel (perceel 3) 80% en de intensief gedraineerde percelen 2 en 4 30% onvoldoende draagkracht. Perceel 5 (drains, op 20 m) is voor 50% onvoldoende, en perceel 1 al voor 100%. Daarna treedt in alle percelen, met uitzondering van perceel 2, een licht herstel op. De gedraineerde percelen 4 en 5 hebben dan nog tot half november voor 80% of meer voldoende draagkracht, een niveau waar de andere percelen duidelijk niet meer aan toekomen.

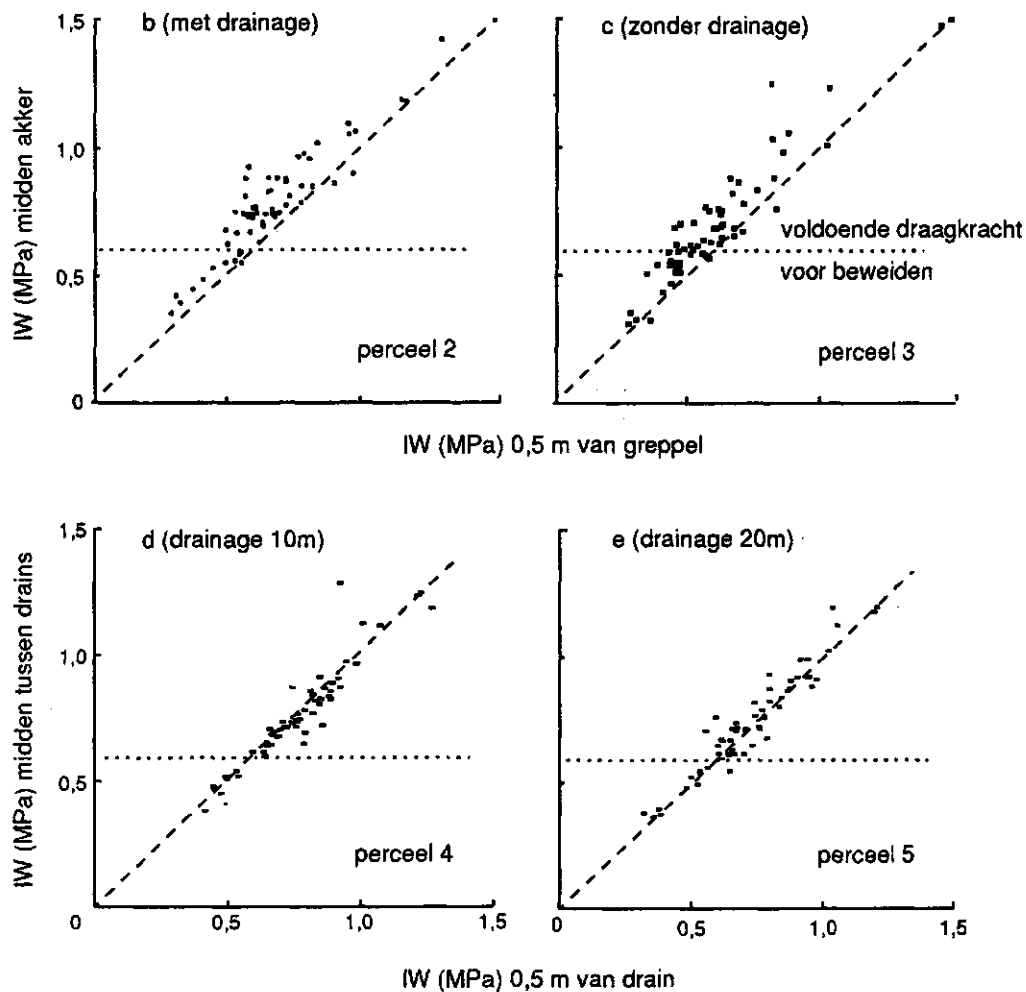
In 1989 herhaalt de bovengenoemde cyclus zich onder soortgelijke weersomstandigheden op een iets ander moment. Nu is de derde decade van maart vrij droog en regent het midden april meer dan in een gemiddeld jaar. Half maart geldt voor alle percelen dat het oppervlak met voldoende draagkracht minder dan 20% is. Onder droge omstandigheden in de tweede helft van maart verbetert de situatie snel. Deze verbetering verloopt sneller naarmate de grond droger ligt bij het inzetten van de weersverbetering. Opnieuw hebben de gedraineerde percelen 4 en 5 een voorsprong van circa 10 dagen op de andere percelen. Begin april wordt in alle percelen met drains of greppels al op meer dan 90 % van het oppervlak voldoende draagkracht gemeten, ondanks een regelmatige neerslagaanvoer hoger dan de verdamping in deze tijd van het jaar. Alleen perceel 4 (drains, op 10 m) bereikt 100%. Veel regen in de tweede decade van april doet de draagkracht van alle percelen midden april afnemen tot het niveau van eind maart in het betreffende perceel. Begin mei herhaalt zich de draagkrachtverbetering van eind maart, als gevolg van een toenemende verdamping. Kenmerkend voor het voorjaar van 1989 is dat voor eind april slechts gedurende een korte periode een voldoende draagkracht is te realiseren. In de praktijk zal beweiden tot beschadiging en structuurbederf leiden omdat binnen een perceel dezelfde (lagere) plekken telkens opnieuw beschadigd worden. In het najaar wordt opnieuw bevestigd dat de draagkracht pas te wensen over laat nadat het eerst vrij nat wordt in oktober en dan opnieuw gaat regenen in november.

In 1990 en in 1991 is de gemiddelde draagkracht voortdurend voldoende om te weiden en dus ook voor berijden (fig. 7). In februari en in mindere mate in maart en begin april van 1990 worden echter in percelen 1, 2 en 3 relatief grote verschillen binnen een perceel gemeten (fig. 9). Midden op de akkers wordt een relatief hoog draagkrachtniveau gemeten welke de lagere waarden op de hellingen en bij de greppels compenseren bij het middelen.

De tweede helft van april is droog en voor eind november doen zich nergens meer problemen voor ten aanzien van de draagkracht. Rond de jaarwisseling zijn de neerslaghoeveelheden groot, daarna kenmerkt zich het voorjaar van 1991 als uiterst droog. In de eerste decade van maart, waarin ongeveer de gemiddelde hoeveelheid neerslag valt, is drie keer de draagkracht gemeten (fig. 7 en 9). In perceel 1 en 3 was voor korte tijd op 25%, en in perceel 2 op 15% van de oppervlakte de draagkracht onvoldoende. Daarna doen zich in 1991 voor half november nergens problemen ten aanzien van de draagkracht meer voor. Juni is nat en begin november wordt opnieuw een watertekort aangevuld waardoor de eerder genoemde percelen op dezelfde wijze niet meer beschikken over voldoende draagkracht. Aan het eind van het jaar hebben de percelen in samenhang met mogelijkheden om water af te voeren op 60 tot 90% van de oppervlakte onvoldoende draagkracht. Tot in maart is 1992 vrij droog. In deze periode is er echter vrijwel geen verdamping zodat de draagkracht zich moeilijk kan

herstellen. De oppervlakte met voldoende draagkracht neemt over het algemeen duidelijk toe, maar de verschillen tussen de percelen blijven gelijk aan de situatie in december. Eind februari wordt in alle percelen een keer 100% voldoende draagkracht gemeten. Daarna zijn de maanden maart en april extreem nat en in alle percelen is een groot gedeelte van de oppervlakte onvoldoende. Doordat tijdens deze eindfase van het onderzoek het aantal waarnemingen slechts gering was, zijn kwantitatieve uitspraken over deze periode niet verantwoord.

Samenvattend kan geconcludeerd worden dat de gegevens in figuur 9 overeen komen met de resultaten in paragraaf 3.4. De gedraineerde percelen 4 en 5 hebben vroeg in het voorjaar en laat in het najaar een groter oppervlak met voldoende draagkracht voor beweiden, en zijn dus het best. Het perceel met drains en greppels (2) is soms ongeveer even goed (voorjaar 1989, voorjaar 1990, najaar 1990, voorjaar 1991, najaar 1991, voorjaar 1992) en soms wat slechter (voorjaar 1988, najaar 1988, najaar 1989) dan deze percelen. Het begreppelde perceel (perceel 3) en het nul-veld (perceel 1) zijn duidelijk het slechtste.



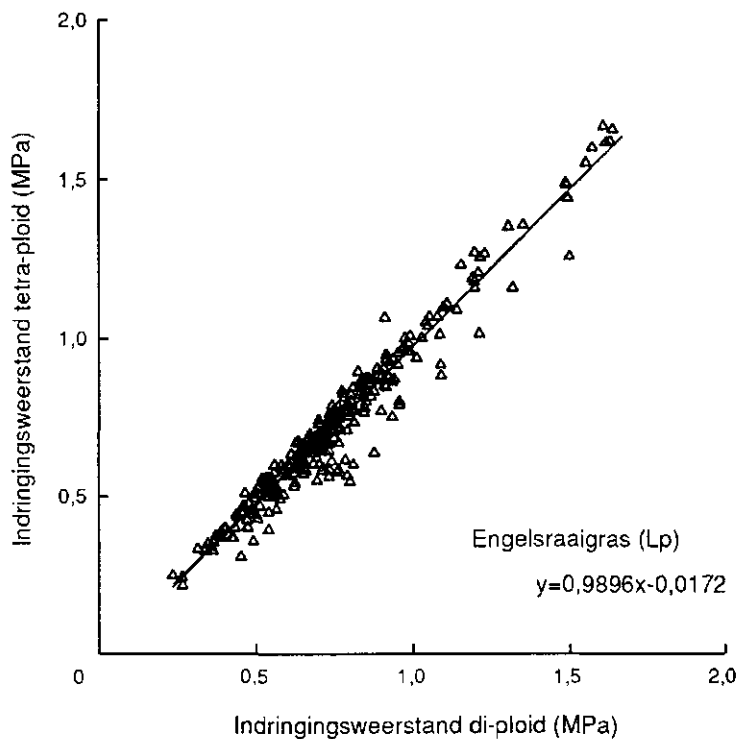
Figuur 10 Relatie tussen de draagkracht bij de greppel/drain en midden tussen de greppels/drains

Omdat de begreppelde percelen een bolle ligging hebben zijn de delen midden tussen de greppels beter ontwaterd dan de delen langs de greppels. Dit bleek ook al uit figuur 6. Ook de verdeling van draagkracht over het perceel wordt hierdoor beïnvloed.

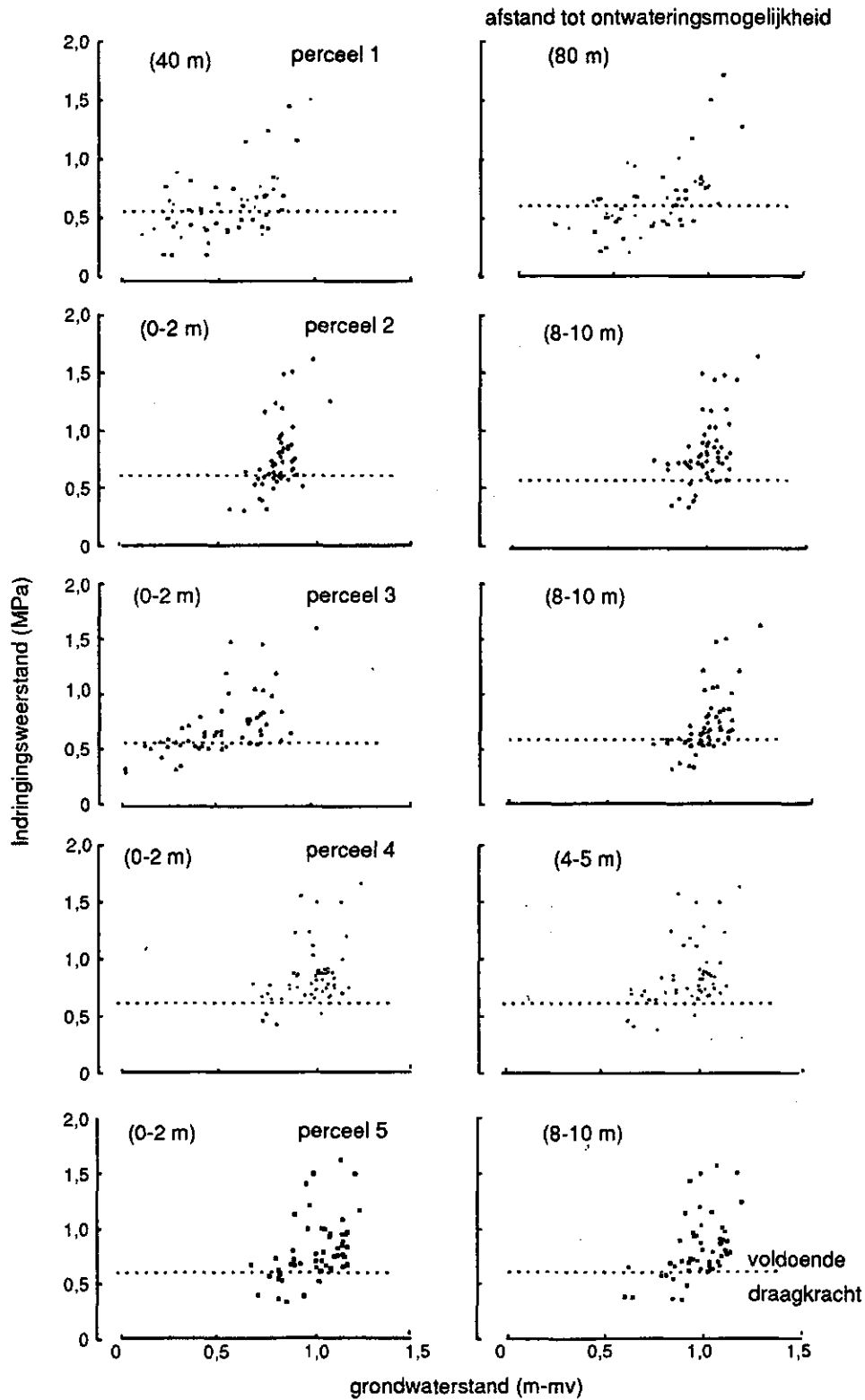
In figuur 10 a en b is te zien dat de draagkracht midden tussen de greppels gemiddeld zo'n 0,2 MPa hoger is dan langs de greppels. In de greppels is geen draagkracht gemeten. Uiteraard zal daar de draagkracht nog aanzienlijk slechter zijn. Voor de gedraineerde percelen 4 en 5 is er geen verschil tussen de gemiddelde draagkracht boven de drains en de gemiddelde draagkracht midden tussen de drains (fig. 10 c en d). Dit bevestigt het beeld van figuur 6 waar ook al nauwelijks verschil werd gevonden tussen de gemiddelde grondwaterstanden bij de drains en midden tussen de drains.

3.6 De draagkracht in diploid en tetraploid Engels raaigras

In figuur 11 is de relatie weergegeven tussen de gemiddelde draagkracht in het diploide gras en de gemiddelde draagkracht in het tetraploide Engels raaigras. Er is geen verschil in draagkracht waargenomen tussen de beide grastypen.



Figuur 11 *Vergelijking tussen de gemiddelde draagkracht (alle meetpunten, alle percelen) in het diploide gras en in het tetraploide Engels raaigras*



Figuur 12 De relatie tussen gemiddelde grondwaterstand en gemiddelde draagkracht in de vijf percelen

3.7 De relatie tussen grondwaterstand en draagkracht

In figuur 12 is per perceel de relatie tussen de gemiddelde grondwaterstand en de gemiddelde draagkracht weergegeven voor de plekken midden tussen de drains/greppels en de plekken bij de drains/greppels. Hoewel uit de figuren over het algemeen opnieuw blijkt dat een betere ontwatering tot diepere grondwaterstanden en betere draagkracht leidt, vertonen de gevonden relaties tussen grondwaterstand en draagkracht een grote spreiding. Dit komt omdat het vochtgehalte van de toplaag, dat direct bepalend is voor de draagkracht slechts een beperkte relatie heeft met de grondwaterstand. Een voorbeeld is het optreden van een kleine regenbui, die wel het vochtgehalte en de draagkracht van de toplaag beïnvloedt, maar geen invloed op de grondwaterstand heeft. Anderzijds kan een korte zonnige periode tot snelle uitdroging van de toplaag en een verbetering van de draagkracht leiden zonder dat de grondwaterstand verandert. Om beter zicht te krijgen op het verloop in de tijd van het vochtgehalte en de draagkracht van de toplaag, onder wisselende weersomstandigheden en verschillen in drainage, zijn computersimulatiemodellen onmisbaar.

4 CONCLUSIES

De draagkracht in begreppelde percelen is nauwelijks beter dan in niet gedraineerde of begreppelde percelen waar alleen sloten voor ontwatering zorgen.

Drainage verbetert de draagkracht van komkleigrasland aanzienlijk, waarbij een drainafstand van 10 m en een drandiepte van 1 m iets betere resultaten gaf dan een drainafstand van 20 m en een diepte van 1,20 m.

Extra begreppeling en 'bol leggen' van gedraineerde percelen verslechtert de gemiddelde draagkracht van een perceel omdat de lagere delen rondom de greppels een slechte draagkracht krijgen.

Op begreppelde percelen is er een aanzienlijk verschil tussen draagkracht bij de greppel en draagkracht midden tussen de greppels. Midden tussen de greppels is de draagkracht beduidend beter. Op begreppelde percelen is de draagkracht midden tussen greppels even goed (en dus niet beter) dan de gemiddelde draagkracht op gedraineerde percelen.

Er is geen verschil in draagkracht geconstateerd tussen diploid en tetraploid Engels raaigras

Er is geen eenvoudige relatie tussen grondwaterstand en draagkracht gevonden. Dit komt omdat het vochtgehalte in de toplaag, die bepalend is voor de draagkracht, slechts ten dele wordt bepaald door de grondwaterstand.

LITERATUUR

BEUVING, J., K. OOSTINDIE, en Th. VELLINGA, 1989. *Vertrappingsverliezen door onvoldoende draagkracht van veengrasland*. Wageningen, Staring Centrum. Rapport 6.

SCHOTHORST, C.J., 1982. 'Drainage and behaviour of peat soils'. In: H. DE BAKKER and M.W. VAN DEN BERG (eds.). *Proc. of the symposium on peat lands below sea level*. Wageningen, ILRI Publ. 30: 130-163.

WIJK, A.L.M., VAN, 1984. *Landbouwkundige aspecten van ontwatering in veenweidegebieden*. Wageningen, ICW. Rapport 9.