

NOTA 1233

december 1980

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

DE VOORJAARSPRODUKTIE EN HET EFFECT VAN
ONTWATERING IN DIVERSE WEIDEGEBIEDEN

ing. C.J. Schothorst

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatie-middelen, 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

I N H O U D

	Blz.
1. INLEIDING	1
2. HET GROEIVERLOOP VAN DE EERSTE SNEDE OP ZANDGROND	2
3. HET GROEIVERLOOP VAN DE EERSTE SNEDE OP KLEI- EN VEENGROND IN VERGELIJKING MET ZANDGROND	5
3.1. Proefvelden van Van Burg (1959-1960)	6
3.2. Proefvelden IB (1969-1978)	8
3.3. Proefvelden PR (1971-1973)	9
3.4. Samenvatting	9
4. DE VOORJAARSPRODUKTIE IN DIVERSE WEIDEGEBIEDEN IN DE PERIODE 1946 TOT EN MET 1958	11
4.1. Geografische ligging en bodemgesteldheid	11
4.2. Ontwateringstoestand	13
4.3. Temperatuur	14
5. DE VOORJAARSPRODUKTIE IN DE PERIODE 1960-1978 OP DIVERSE GRONDEN	18
5.1. Proefvelden PAW (1960-1968)	18
5.2. Proefvelden IB en PR (1969-1978)	22
5.3. Temperatuur	23
5.4. Samenvatting	25
6. ONTWATERINGSPROEFVELDEN	26
6.1. Rivierklei	26
6.2. Veen en klei op veengronden	28
7. SAMENVATTING	45
LITERATUUR	51
BIJLAGE	

1. INLEIDING

Binnen het kader van het onderzoek van de Commissie 'Herziening van evaluatie van Landinrichtingsprojecten', de Commissie 'HELP', werd op basis van proefveldgegevens een gedetailleerd onderzoek verricht naar het effect van ontwatering op de voorjaarsproductie van diverse graslandgronden.

Hoofddoel van de ontwatering is verbetering van de draagkracht zodat deze geen beperking vormt in de bedrijfsvoering van een sterk gemechaniseerd modern intensief weidebedrijf.

Behalve een gunstig effect ten aanzien van de draagkracht, beïnvloedt de ontwatering ook de vroegheid van de grasproductie, hetzij direct door een gunstiger luchthuishouding in het voorjaar, hetzij indirect doordat de stikstofbemesting op een vroeger tijdstip kan plaatsvinden.

Deze studie is gewijd aan een kwantificering van het effect van ontwatering en beperkt tot de voorjaarsproductie.

Voor een intensief weidebedrijf is het bedrijfseconomisch van veel belang om zo vroeg mogelijk over weidegras of ruwvoer de beschikking te hebben.

De voorjaarsgroei is sterk afhankelijk van diverse factoren onder andere van de weersomstandigheden, speciaal van temperatuur en neerslag, van de hoogte en tijdstip van de stikstofbemesting, van het bodemtype, de ontwateringstoestand en de geografische ligging van het gebied.

Om het gemiddeld effect van ontwatering op de voorjaars-grasgroei voor een reeks van jaren te kunnen kwantificeren, is meer inzicht nodig betreffende de samenhang van diverse factoren.

Als optimale toestand kan men de situatie beschouwen waarbij een

goede ontwatering en een voldoende en tijdig toegediende stikstofbemesting, op een bepaalde datum over een bepaalde opbrengst kan beschikken.

Deze datum wisselt afhankelijk van de weersomstandigheden van jaar tot jaar.

De eerste doelstelling van dit onderzoek bestaat derhalve uit het bepalen van de datum voor een reeks van jaren, waarop in diverse weidegebieden een bepaalde opbrengst aan droge stof wordt bereikt, in afhankelijkheid van de stikstofbemesting. Als norm voor de opbrengst wordt in het vervolg een opbrengst van 1,5 respectievelijk 3 ton d.s. per ha aangehouden, overeenkomende met een weide- respectievelijk een kuilsnede.

2. HET GROEIVERLOOP VAN DE EERSTE SNEDE OP ZANDGROND

In de Cursus voor Voeder- en Weidebouw geeft WIELING (1972) een figuur waarin de droge stofopbrengst van de eerste snede als functie van de tijd wordt weergegeven in afhankelijkheid van de N-gift, fig. 1.

De curven zijn gebaseerd op de gemiddelde weersomstandigheden van de periode 1911-1965 volgens het KNMI-station te Gemert en op opbrengsten van proefvelden in het zuidelijk zandgebied.

Volgens fig. 1 begint de groei gemiddeld omstreeks 15 maart en verloopt aanvankelijk zeer langzaam tot een opbrengst van ca. 1 ton droge stof/ha is bereikt.

Hierna verloopt de groei regelmatig met een zekere snelheid. Deze is dan nagenoeg rechtevenredig met de tijd en afhankelijk van de N-gift.

Door gebruik te maken van het lineaire verband tussen opbrengst en tijd bij een opbrengstniveau van meer dan 1000 kg is het mogelijk voor allerlei proefvelden met verschil in maaidata de datum van een opbrengst van 1,5 ton d.s. per ha op eenvoudige wijze te berekenen.

Uit het verschil in opbrengst tussen 2 maaidata kan de droge stofproduktie per dag (p/d) worden bepaald.

WIELING (1972) geeft voor het verloop van droge stofproduktie in kg/ha, afhankelijk van de N-gift, de volgende cijfers:

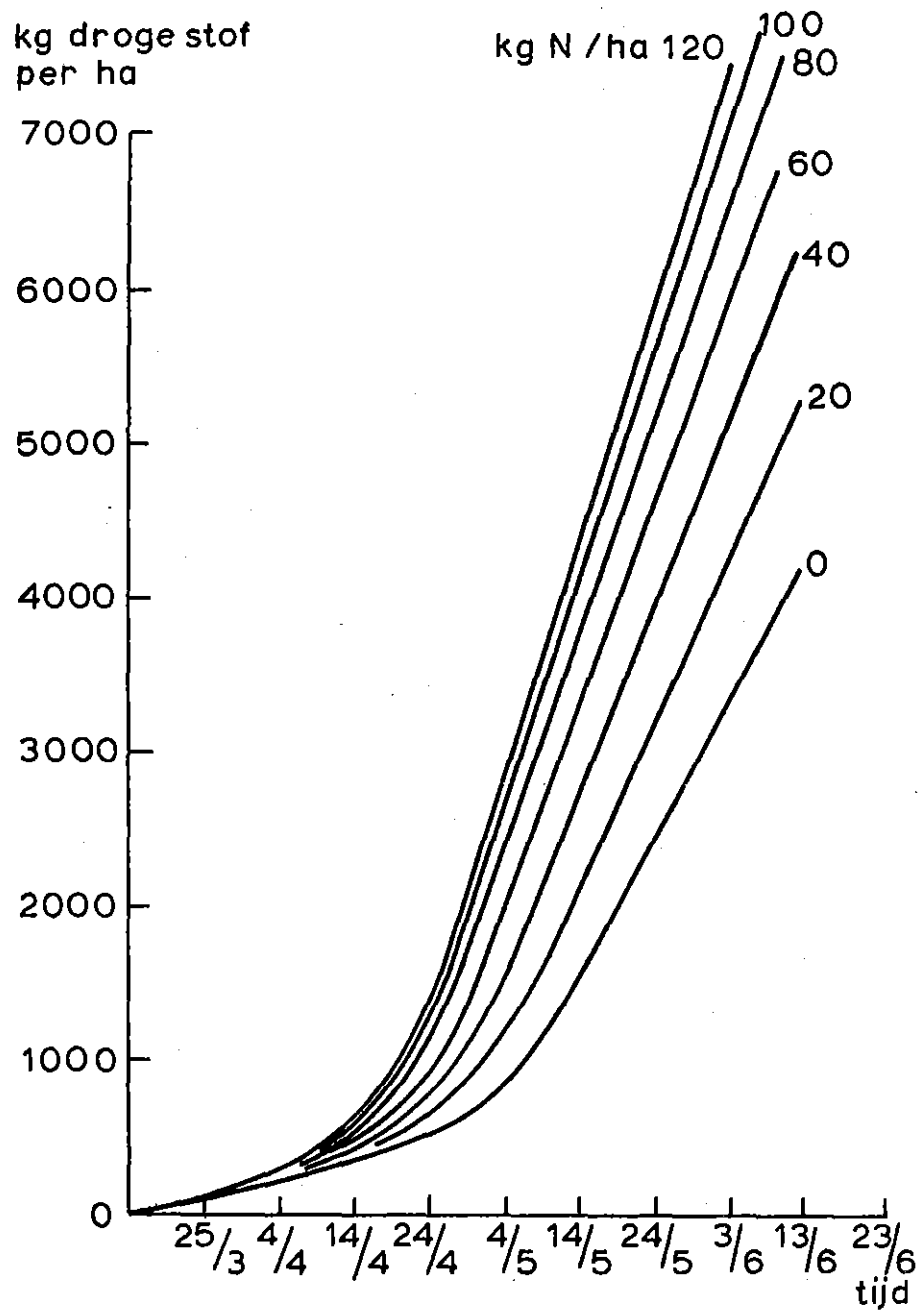


Fig. 1. Groeicurve in het voorjaar bij diverse N-giften

Tabel 1. Het verloop van de droge stofproductie in kg/ha op zandgrond bij diverse stikstofgiftten

N in kg/ha	Maaidatum				
	24/4	4/5	14/5	24/5	3/6
0	500	800	1550	2450	3350
20	650	1200	2150	3200	4300
40	800	1600	2750	3950	5150
60	950	2000	3300	4600	5900
80	1100	2400	3775	5150	6525
100	1250	2700	4150	5600	7050
120	1300	2850	4350	5850	7350

De datum waarop een opbrengst van 1500 kg droge stof per ha wordt bereikt kan berekend worden volgens de formule

$$t_a = t_2 - \left(\frac{p_2 - 1500}{p/d} \right)$$

t_a = datum waarop 1500 kg d.s./ha wordt bereikt

p/d = droge stofproductie in kg per dag

$$p/d = \frac{p_2 - p_1}{t_2 - t_1}$$

p_1 = opbrengst droge stof in kg op datum t_1

p_2 = opbrengst droge stof in kg op datum t_2

d = $t_2 - t_1$ in dagen

Op dezelfde wijze kan de datum waarop 3000 kg d.s./ha wordt bereikt, worden berekend. Tabel 2 geeft hiervan een voorbeeld, gebaseerd op de maaidata 4 mei en 3 juni van tabel 1.

Volgens de gegevens van Wieling wordt bij een N-gift van 80 kg/ha, die door het PR voor een voorjaarsweidesnede wordt geadviseerd, een opbrengst van 1,5 ton d.s./ha bereikt op 28 april en een maaisnede van 3 ton op 8 mei. Dit geldt voor een reeks van jaren voor het zuidelijk zandgebied.

Tabel 2. De berekende data van een opbrengst van 1,5 respectievelijk 3 ton d.s. per ha, afgeleid van de maaidata 4 mei en 3 juni in tabel 1

N kg/ha	0	20	40	60	80	100	120
p/d	85	103	118	130	138	145	150
Datum 1500 kg d.s.	12/5	7/5	3/5	30/4	28/4	26/4	25/4
Datum 3000 kg d.s.	30/5	22/5	16/5	12/5	8/5	6/5	5/5

3. HET GROEIVERLOOP VAN DE EERSTE SNEDE OP KLEI- EN VEENGROND IN VERGELIJKING MET ZANDGROND

Om het effect van ontwatering te kunnen bepalen op de vroegheid zou men over een soortgelijke figuur als fig. 1 moeten kunnen beschikken voor klei- en veengrond bij goede en slechte ontwateringstoestand en idem voor natte zandgrond.

Gerekend vanaf 1945 zijn in de loop der jaren op enige honderden proefvelden, verspreid over het gehele land, opbrengstbepalingen verricht. Het was voor het grootste deel beperkt tot de eerste snede.

Om de datum van een bepaalde opbrengst te kunnen berekenen bij proefvelden met slechts 1 maaidatum is het noodzakelijk de gemiddelde droge stofproduktie per dag te kennen in afhankelijkheid van de N-gift en de grondsoort. Met een dergelijke norm kan men alle opbrengsten herleiden tot een datum waarop een bepaalde opbrengst werd bereikt.

Allereerst dient derhalve deze norm bepaald te worden voor klei- en veengronden met behulp van gegevens van proefvelden waar tenminste 2 maaidata zijn aangehouden. Om deze methode te toetsen kunnen proefvelden op zandgrond op dezelfde wijze worden behandeld.

Het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (IB) beschikte over een groot aantal proefveldgegevens bij verschillende maaidata op verschillende gronden. Ook het PR beschikt over dergelijke gegevens zij het een kleiner aantal. Met behulp van deze gegevens werd volgens de in voorgaand hoofdstuk beschreven methodiek de droge stofproduktie per dag (p/d) en de datum van opbrengst van 1,5 en 3 ton d.s./ha berekend bij de gegeven N-gift.

3.1. Proefvelden van Van Burg (1959-1960)

VAN BURG (1968) geeft opbrengstcijfers van proefvelden in de omgeving van Groningen, op zand- en kleigrond voor 1959 en 1960. Het resultaat van de in voorgaand hoofdstuk beschreven methodiek, toegepast op de gegevens van de proefvelden op zandgrond is in tabel 3 weergegeven.

Tabel 3. Het groeiverloop van de eerste snede op noordelijke zandgrond in 1959 en 1960 naar proefveldgegevens van Van Burg

<u>IB-407-1959 N/ha (kas)</u>							
Dat. N 24/2	0	40	60	80	120	160	240
Opbr. 27/4	920	1640	2080	2490	2830	2920	
Opbr. 12/5	2100	3330	3930	4260	4740	5100	
p/d	79	113	123	118	127	145	
Dat. 1500 kg	4/5	26/4	22/4	19/4	16/4	17/4	
Dat. 3000 kg	23/5	9/5	4/5	1/5	28/4	28/4	
<u>IB-407-1960</u>							
Dat. N 15/3	0	40	-	80	-	160	
D.S. 26/4	850(6/5)	1200	-	1800	-	2120	
D.S. 23/5	2240	3630	-	5000	-	5900	
p/d	81	86	-	119	-	140	
Dat. 1500 D.S.	14/5	28/4	-	23/4	-	22/4	
Dat. 3000 D.S.	1/6	18/5	-	6/5	-	2/5	
<u>IB-541-1960 zand</u>							
Dat. N 15/3	0	-	-	80	-	160	240
D.S. 22/4	140	-	-	870	-	860	780
D.S. 19/5	400	-	-	2850	-	4100	4250
p/d	10	-	-	73	-	120	129
Dat. D.S. 1,5 ton	-	-	-	1/5	-	27/4	28/4
Dat. D.S. 3,0 ton	-	-	-	21/5	-	10/5	9/5
<u>IB-563-1960 zand</u>							
Dat. N 15/3	0	-	-	-	-	-	-
D.S. 25/4	450(12/5)	-	-	990	-	1280	1200
D.S. 12/5	1090(27/5)	-	-	4390	-	5360	5980
p/d	43	-	-	106	-	127	149
Dat. D.S. 1,5 ton	-	-	-	30/4	-	27/4	27/4
Dat. D.S. 3 ton	-	-	-	14/5	-	8/5	7/5

Volgens tabel 3 wordt met 80 kg N een weidesnede (1,5 ton d.s.) in 1959 op 19 april bereikt en in 1960 kan het bij de drie proefvelden variëren van 23 april tot 1 mei. Gemiddeld is dat op 28 april.

Tabel 4 geeft het groeiverloop van 2 proefvelden op noordelijke kleigrond, eveneens naar gegevens van Van Burg.

Tabel 4. Het groeiverloop van de eerste snede op noordelijke kleigrond in 1959 en 1960

IB-380-1959 N/ha (kas)

Dat. N 17/3	0	40	80	160	240
D.S. 17/4	690(1/5)	-	950	1370	1450
D.S. 1/5	1800(15/5)	-	2500	3130	3710
p/d	79	-	111	126	161
Dat. D.S. 1,5 ton	11/5	-	22/4	18/4	17/4
Dat. D.S. 3 ton	30/5	-	6/5	30/4	27/4

IB-556-1960

Dat. N 15/3	0	40	80	160
D.S. 20/4	570	820	1000	1330
D.S. 20/5	3760	4840	5260	6190
p/d	106	134	142	162
Dat. D.S. 1,5 ton	29/4	25/4	24/4	21/4
Dat. D.S. 3,0 ton	13/5	6/5	4/5	30/4

Bij 80 kg N wordt in 1959 een weidesnede van 1,5 ton d.s. op 22 april en in 1960 op 24 april bereikt.

Zowel op de zand- als op de kleigrond was de grasproduktie in 1959 en in 1960 zeer vroeg. Bij 80 kg N bedraagt de droge stofproduktie per dag volgens de 6 proefvelden van de tabellen 3 en 4 gemiddeld 114 kg met een variatie van 73 tot 142 kg.

Naar de gegevens van Wieling (tabel 2) is p/d bij 80 kg N gemiddeld 138 kg.

De proefveldgegevens van Van Burg geven gemiddeld een lagere waarde voor p/d dan die van Wieling, terwijl een weidesnede van 1,5 ton d.s. volgens gegevens van eerstgenoemde gemiddeld op een vroegere datum werden bereikt. Dit is mogelijk in een gunstig voorjaar.

Om over een norm voor p/d afhankelijk van grondsoort en N-gift te

kunnen beschikken is het noodzakelijk deze norm via opbrengstcijfers van een groter aantal proefvelden en over een grotere reeks van jaren te bepalen.

Hiervoor werd gebruik gemaakt van gegevens van proefvelden van IB, PAW en PR vanaf 1959 tot en met 1979, zie bijlage I.

3.2. P r o e f v e l d e n I B (1969-1978)

Voor de proefvelden met verschil in maaidata, dat zijn die van IB en PR, is p/d berekend volgens de in hoofdstuk 2 beschreven methode.

De serie IB proefvelden hebben betrekking op de jaren 1969 tot en met 1978. De proefvelden van deze serie worden naar grondsoort onderscheiden in:

normaal vochthoudende kleigronden,
 goed ontwaterde veengrond,
 normaal vochthoudende, droge en natte zandgronden

Over de ontwateringstoestand zijn geen nadere gegevens bekend. Waar het hier nu omgaat is de droge stofproduktie per dag. In tabel 5 is de gemiddelde waarde van p/d afhankelijk van de N-gift weergegeven voor de onderscheiden gronden. Tussen haakjes is het aantal proefvelden vermeld.

Tabel 5. De gemiddelde droge stofopbrengst per dag (p/d) van diverse gronden van IB proefvelden in het traject van 1 tot 3 ton d.s./ha

Grond	N/ha	0	70	100	140
Zand	droog	62(7)	107(6)	-	120(5)
Zand	normaal	75(5)	107(4)	125(1)	130(4)
Zand	nat	83(6)	125(2)	133(4)	125(2)
Klei	normaal	114(5)	142(4)	-	156(5)
Veen	goed ontwaterd	125(4)	147(4)	-	150(1)

Zonder N-bemesting verloopt de groei op zandgrond aanzienlijk trager dan op goed ontwaterde klei- en veengronden, en wel trager

naarmate deze grond 'droger' is. In fig. 2 is p/d als functie van de N-gift grafisch weergegeven voor de verschillende gronden.

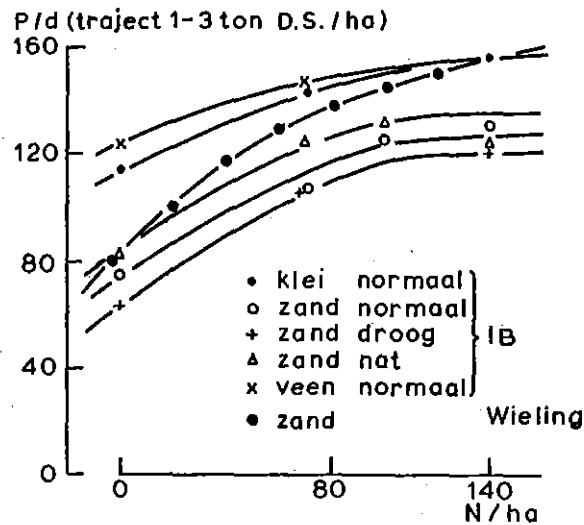


Fig. 2. De droge stofproduktie per dag bij diverse gronden in afhankelijkheid van de N-gift

Hieruit kan men afleiden dat bij de klei- en veengrond zonder N-bemesting een groeisnelheid van gemiddeld 120 kg d.s. per dag wordt bereikt terwijl op zandgrond hiervoor ca. 90 kg N benodigd is.

3.3. P r o e f v e l d e n P R (1971-1973)

De PR-serie proefvelden (WOLDRING, 1975) heeft betrekking op de jaren 1971 tot en met 1973 waarbij de opbrengst werd bepaald op 2 maaidata, bij 0 kg en 70 kg N/ha, op diverse goed ontwaterde gronden. Ook van deze serie worden geen nadere gegevens betreffende de ontwatering vermeld.

Van de verschillende data van N-gift is voor de berekening de datum omstreeks 12 maart gebruikt. In tabel 6 is de gemiddelde waarde van p/d voor de onderscheiden gronden weergegeven. Tussen haakjes is het aantal proefvelden vermeld.

De cijfers van tabel 6 geven dezelfde trend te zien als in tabel 5.

3.4. S a m e n v a t t i n g

In de fig. 3a, b en c zijn de cijfers van de afzonderlijke proefvelden van de tabellen 3 tot en met 6 weergegeven als functie van de N-gift, met onderscheiding naar zand-, klei- en veengrond. De gemiddelde curven zijn samen gebracht in fig. 3d.

Tabel 6. De gemiddelde droge stofopbrengst
per dag (p/d) in het traject I tot
3 ton d.s./ha voor diverse gronden
van PR-proefvelden

Grond	N/ha	0	70
Zand zuid (3)		68	100
Zand oost (3)		65	115
Veen west (3)		115	150
Veen noord (4)		100	125

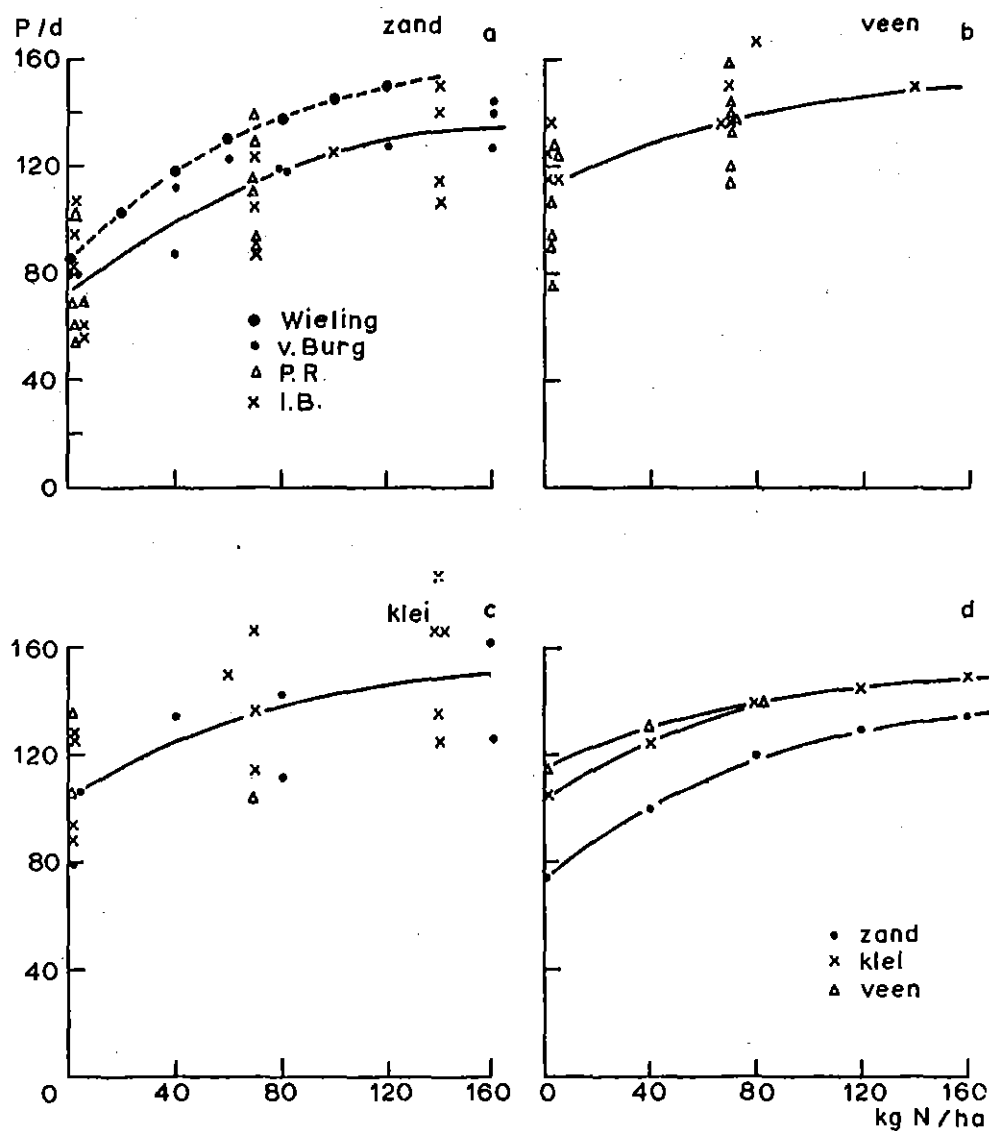


Fig. 3. De droge stofproduktie per dag in afhankelijkheid van de
N-gift bij proefvelden op zandgrond (fig. 3a), op veengrond
(fig. 3b), op kleigrond (fig. 3c) en de gezamenlijke curven
(fig. 3d)

Deze relatie wordt in het vervolg gebruikt om de opbrengsten van proefvelden met slechts 1 maaidatum te herleiden tot de datum waarop een opbrengst van 1,5 respectievelijk 3 ton d.s. wordt bereikt. In tabelvorm weergegeven is deze relatie dan als volgt.

Tabel 7. De gemiddelde droge stofopbrengst per dag (p/d) in het traject 1 tot 3 ton per ha in afhankelijkheid van de N-gift op goed ontwaterde zand-, klei- en veengronden

Grond	N/ha	0	40	80	120	160
Zand	(Wieling)	85	118	138	150	-
Zand	(IB - PR)	75	100	120	130	135
Klei	(IB - PR)	105	125	140	145	150
Veen	(IB - PR)	115	130	140	145	150

Bij vergelijking met de cijfers die Wieling geeft blijken deze voor zandgrond aan de hoge kant te zijn.

4. DE VOORJAARSPRODUKTIE IN DIVERSE WEIDEGEBIEDEN IN DE PERIODE 1946 TOT EN MET 1958

4.1. G e o g r a f i s c h e l i g g i n g e n b o d e m - g e s t e l d h e i d

Vanaf 1946 tot en met 1958 werd een landelijk onderzoek uitgevoerd naar de bruto grasproduktie in diverse weidegebieden (JAGTENBERG, 1961). Dit onderzoek staat bekend onder serie C I-203.

In Mededeling nr 57, Deel I, worden cijfers voor de droge stofproduktie per dag gegeven, gerekend vanaf 1 april tot maaidatum voor diverse weidegronden, gemiddeld over de periode 1946 tot en met 1958, zie tabel 8.

De N-gift op deze proefvelden bedroeg 70 kg per ha voor het gehele seizoen, waarvan 30 kg in het voorjaar eind maart werd toegediend.

Tabel 8. De gemiddelde datum van 1,5 respectievelijk 3 ton d.s. per ha bij 30 kg N/ha over de periode 1946-1958 voor diverse weidegebieden (oude serie C I-203)

Gebied	Grondsoort	Aantal proef- velden	d.s./d (april)	Maa- datum	Opbr. d.s. kg/ha	Datum 1,5 ton d.s.	Datum 3 ton d.s.
Gelderland	rivierklei	10	62,3	6/5	2243	30/4	12/5
ZW-Friesland	klei	8	56,3	10/5	2252	4/5	16/5
Gr.-Fr.-Dr.	zand	5	44,5	13/5	1914	9/5	24/5
N-Brabant	zand	7	51,3	5/5	1798	2/5	18/5
Gr.-Fr.-Dr.	veen	5	41,2	12/5	1730	10/5	22/5
Z-Holland	veen	10	61,0	9/5	2379	2/5	14/5
Gemiddeld			52,8	9/5	2059	4/5	18/5

Om de datum van 1,5 en 3 ton opbrengst te bepalen zijn de opbrengsten volgens de maaidata gecorrigeerd met 95 kg voor zandgrond, 120 kg voor klei- en 130 kg p/d voor veengrond, overeenkomstig fig. 3d.

Onder de veengronden in tabel 8 zijn ook de klei op veengronden inbegrepen. Als norm voor veengrond werd door Jagtenberg een organisch stofgehalte van meer dan 20% in de zodelaag aangehouden.

Volgens tabel 8 werd een opbrengst van 1,5 ton d.s./ha gemiddeld op 4 mei bereikt.

De regionale verschillen in vroegheid variëren voor de vroegste gronden (het Gelders rivierkleigebied) van 30 april tot 10 mei voor de laatste gronden (de noordelijke veengronden).

In de jaren 1954 tot en met 1958 is voornoemd onderzoek uitgebreid met een serie soortgelijke proefvelden, voornamelijk in het centrale zandgebied van Gelderland-Overijssel (Med. PAW-57A, Deel III).

Om de vroegheid van deze gronden te kunnen vergelijken met die van tabel 8, is de vroegheid van de gronden van tabel 8 over dezelfde jaren berekend als voor de nieuwe serie C I-203 proefvelden, zie tabel 9.

Tabel 9. De gemiddelde datum van 1,5 respectievelijk 3 ton d.s. per ha gemiddeld over de jaren 1954 tot en met 1958 met 30 kg N/ha in diverse weidegebieden (nieuwe serie C I-203)

Gebied	Grondsoort	Aantal proef- velden	Datum opbrengst		Gemiddeld grondwater cm-m.v. 1/4-15/5
			1,5	3	
Gr.-Fr.-Dr.	zand	7	3/5	20/5	65
Friesland	klei	11	30/4	14/5	73
Gr.-Fr.-Dr.	veen	5	3/5	15/5	38
Oost-Drenthe	veen	4	6/5	18/5	36
Twente	zand	4	6/5	23/5	75
Gelderse Achterhoek	zand	4	5/5	22/5	80
N-Veluwe rand	zand	3	3/5	20/5	71
Gelderse Vallei	zand	8	4/5	21/5	79
N-Veluwe rand	veen	5	1/5	13/5	53
Gelderland	rivierklei	10	28/4	12/5	76
Z-Holland	veen	10	30/4	12/5	62
N-Brabant	zand	7	2/5	19/5	75
Z-Limburg	löss	5	30/4	13/5	-
Gemiddeld			2/5	17/5	

Omdat bij de nieuwe serie geen maaidata zijn vermeld, maar slechts p/d voor de maand april, is hier bij de berekening uitgegaan van d.s.-opbrengst op 30 april. Dus 30 april is hierbij als maaidatum aangehouden.

Voor de periode 1954-1958 wordt met 30 kg N/ha gemiddeld op 2 mei een opbrengst van 1,5 ton d.s. per ha bereikt. Ook volgens tabel 9 zijn de Gelderse rivierkleigronden het vroegst, zelfs nog iets vroeger dan de zuidelijke lössgronden. Deze laatste groep is gelijk met de goed ontwaterde Friese kleigrond.

4.2. Ontwateringstoestand

Volgens tabel 9 zijn met 30 kg N/ha de oostelijke zandgronden evenals de oostelijke veengronden in Drenthe vrij laat. Bij deze en de noordelijke veengronden zal de ontwateringstoestand een rol spelen gezien de hoge grondwaterstand tijdens de groeiperiode, zie laatste

kolom van tabel 9. De grondwaterstand heeft betrekking op de periode van 1 april tot 15 mei.

Wat de ontwateringstoestand betreft zij opgemerkt dat er per gebied een grote variatie bestaat. Volgens JAGTENBERG heeft 100% van de proefvelden in het noordelijk veengebied een wintergrondwaterstand van hoger dan 0,40 m-m.v., tegen 50% van de proefvelden in het westelijk veenweidegebied. Voor de Gelderse rivierklei is dit 30%, voor de Friese zeeklei 50%, voor de noordelijke zandgronden 60% en de zuidelijke zandgronden 30%.

De Gelderse rivierkleigronden omvatten zowel zware komklei- als stroomrug- en uiterwaardgronden.

De rapporten van het C I-203 onderzoek geven verder weinig informatie over de relatie 'vroefheid van de grasproduktie en ontwateringstoestand'.

Wel wordt geconstateerd dat in bepaalde jaren een hoge voorjaarsgrondwaterstand onder andere bij de Gelderse rivierkleigronden, de westelijke veengronden en zuidelijke zandgronden een duidelijk negatieve invloed heeft op de vroegheid van de eerste snede (JAGTENBERG, 1962; Med. 73 Deel III).

Dat de zandgronden volgens tabel 9 vrij laat een weidesnede bereiken houdt verband met de lage N-gift van 30 kg/ha zoals toendertijd gebruikelijk was.

4.3. T e m p e r a t u u r

Behalve van verschillen in bodemgesteldheid, is de vroegheid sterk afhankelijk van de weersomstandigheden in het voorjaar, speciaal van de temperatuur.

In tabel 10 wordt voor dezelfde gebieden als in tabel 9 de droge stofproduktie per dag gegeven voor de periode van 1 tot en met 30 april per jaar vanaf 1948 tot en met 1958 (JAGTENBERG, 1963; PAW Med. nr 85, deel IV). Tevens is per jaar de datum van 1,5 ton d.s. opbrengst gegeven als gemiddelde van de diverse gebieden. De laatste kolommen geven de gemiddelde dagtemperatuur van maart en april in °C, als gemiddelde van KNMI-station van Joure, de Bilt en Gemert.

De gemiddelde datum van 1,5 ton d.s. opbrengst wijkt iets af van

die in tabel 8 doordat de vrij late voorjaren van 1946 en 1947 niet in tabel 10 zijn opgenomen.

Tabel 10. De droge stofproduktie per dag (p/d in kg) in april per jaar en per gebied bij 30 kg N/ha

Jaar	Geld. klei	Frl. klei	Gr-Fr-Dr veen	Z-Hol. veen	Gr-Fr-Dr veen	N-Brab. zand	Gem.	Datum 1,5 ton d.s.	KNMI-station Joure, de Bilt en Gemert	
									gem. mrt.	temp. °C april
1948	62,0	61,5	52,8	61,4	45,6	43,7	54,5	29/4	7,4	11,3
1949	84,6	80,7	49,8	81,7	56,4	62,7	69,4	25/4	4,8	11,5
1950	64,8	52,8	28,8	60,7	42,2	53,8	50,5	30/4	7,1	8,4
1951	52,7	45,1	21,8	53,7	28,2	55,8	42,9	2/5	4,3	8,2
1952	70,8	68,6	55,2	97,9	51,6	70,5	69,1	25/4	5,3	11,8
1953	86,9	74,0	60,0	87,1	57,2	72,9	73,0	24/4	5,6	9,6
1954	48,0	34,4	30,4	30,7	37,0	39,1	36,6	4/5	6,2	7,9
1955	56,7	63,9	42,0	61,8	43,8	38,6	51,1	30/4	2,4	9,3
1956	53,8	53,4	29,8	35,4	39,6	30,0	40,3	3/5	5,9	6,7
1957	76,9	65,5	49,6	69,0	56,2	58,1	62,6	27/4	8,6	9,7
1958	54,8	46,6	36,2	57,0	40,4	43,0	46,3	1/5	2,6	7,2
Gemiddeld	64,7	58,6	41,5	63,3	45,3	51,7	54,2	29/4	5,5	9,2
Datum 1,5 ton d.s.	26/4	28/4	2/5	27/4	2/5	29/4		29/4		
Gem. temp. april °C	10,0	9,1	9,0	9,6	9,0	10,2	9,5			
Idem N-30	10,0	9,2	8,9	9,5	8,9	10,1	9,4		5,7	

Volgens tabel 10 varieert de gemiddelde datum van 1,5 ton d.s. in een zeer vroeg voorjaar (1953) van 24 april tot 4 mei in een laat voorjaar (1954). Dat is een verschil van 10 dagen.

De gemiddelde dagtemperatuur van april varieert van 7,2 tot 11,8°C. Gemiddeld bedraagt deze 9,2°C. Het regionale verschil in gemiddelde dagtemperatuur bedraagt gemiddeld over de jaren 1,2°C.

Er bestaat een duidelijk verband tussen de gemiddelde dagtemperatuur van april en de gemiddelde d.s. produktie per dag, zie fig. 4a. Hieruit blijkt dat bij een gemiddelde dagtemperatuur in april van 7,5°C p/d gemiddeld 40 kg bedraagt en toeneemt tot 70 kg bij 12°C.

Bij een gemiddelde temperatuur van 9,2°C is p/d = 55 kg, waarbij volgens tabel 10 dan op 29 april 1500 kg d.s. wordt bereikt. Dit geldt dus bij een N-gift van 30 kg per ha.

In fig. 4a wijken de jaren 1953 en 1948 het meest af van de gemiddelde curve. Beide jaren worden gekenmerkt door een zeer droge maand maart met respectievelijk 19 en 15 mm neerslag tegen 48 mm normaal

(de Bilt), zie tabel 11. Er is in deze jaren in maart dan ook sprake van een belangrijk verdampingsoverschot, namelijk 30 respectievelijk 24 mm tegen normaal een neerslagoverschot van 7 mm. Dit lijkt in 1948 gunstig te zijn geweest voor de ondiep ontwaterde noordelijke veengronden, en ongunstig voor de zuidelijke zandgronden, zie tabel 10. Het jaar 1953 was echter voor alle gebieden zeer gunstig. Wanneer p/d per gebied wordt vergeleken met de gemiddelde dagtemperatuur van april, dan blijkt volgens fig. 4b geen verschil geconstateert te kunnen worden tussen de Friese en Gelderse kleigronden, evenmin tussen de noordelijke en zuidelijke zandgronden (fig. 4c). Een duidelijk verschil bestaat er echter tussen de noordelijke en westelijke veengronden (fig. 4d). Bij een hoge temperatuur in april is p/d bij de noordelijke veengronden nog relatief laag. Dit verschil is toe te schrijven aan een ongunstiger ontwateringstoestand in combinatie met de aard van de veengrond. In het westen bestaan de veengronden overwegend uit een kleidek op goed doorlatend eutroof bosveen, terwijl het veen in Friesland overwegend uit oligotroof tot mesotroof mos- en zeggeveen bestaat, dat tevens slechter doorlatend is.

In fig. 4e zijn de curven voor de verschillende gronden te zamen gebracht. Hieruit blijkt dat p/d op de zandgronden en de noordelijke veengronden op aanzienlijk lager niveau ligt dan bij de westelijke veengronden en de kleigronden.

Gezien er geen verschil is te constateren tussen de Friese en Gelderse kleigronden bij eenzelfde temperatuur en het temperatuurverschil tussen Friesland en het Gelders riverkleigebied gemiddeld slechts 1°C bedraagt (tabel 10) en 1 graad temperatuurverschil gepaard gaat met een toename van 7 kg d.s. per dag (fig. 4a), dan betekent dit over 30 dagen 210 kg d.s. extra ofwel circa 3 dagen vervroeging van een weidesnede. Hieruit blijkt dat de geografische ligging van het gebied binnen Nederland gemiddeld van betrekkelijk geringe invloed is op de vroegheid.

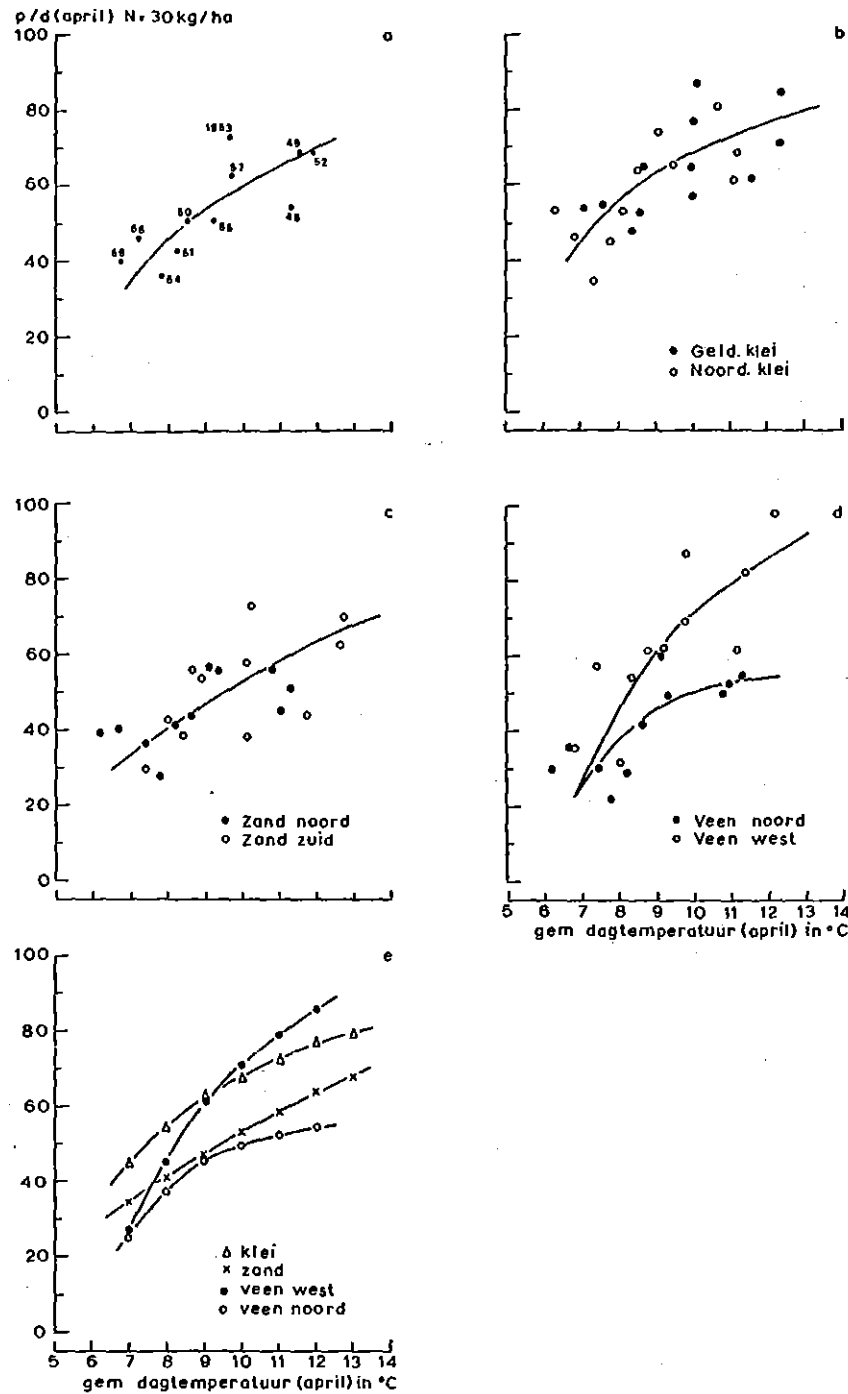


Fig. 4. De dagproductie per jaar als functie van de gemiddelde dagtemperatuur in april, (fig. 4a) de dagproductie als gemiddelde van alle proefvelden, (fig. 4b) als gemiddelde van Gelderse rivierklei- en van noordelijke zeeleigronden, (fig. 4c) als gemiddelde van noordelijke en van zuidelijke zandgronden, (fig. 4d) als gemiddelde van noordelijke en van westelijke veengronden, (fig. 4e) de dagproductie als functie van de gemiddelde dagtemperatuur in april voor diverse gronden.

5. DE VOORJAARSPRODUKTIE IN DE PERIODE 1960-1978 OP DIVERSE GRONDEN

5.1. P r o e f v e l d e n PAW (1960-1968)

In de periode 1960-1968 werden door het PAW op diverse gronden in het land stikstofproefvelden aangelegd met verschil in datum van N-gift met onder andere als doel de optimale datum van de N-gift te bepalen (OOSTENDORP-KEUNING, 1960, 1961; OOSTENDORP-BOXEM, 1963, 1965; BOXEM, 1966-1968).

Hierbij werd de voorjaarsopbrengst meestal op één datum bepaald. De opbrengst van deze snede werd met de volgende normen voor p/d volgens fig. 3d tot de datum van 1,5 ton d.s. herleid.

Grondsoort	N/ha	0	60-90
Zand		75	115
Klei		105	135
Veen		115	140

Voor de datum van N-gift is de N-gift van eind februari tot de eerste helft van maart gebruikt. Per proefveld zijn deze gegevens in Bijlage I vermeld.

Als N-gift is 0 en 70 à 80 kg aangehouden. In de gevallen waar de N-gift 60 en 90 kg per ha bedroeg, is de gemiddelde opbrengst bij deze N-giften gebruikt.

Omdat het aantal proefvelden per jaar sterk varieert, namelijk van 24 in 1961 tot 5 in 1965, en deze bovendien onregelmatig verspreid liggen op diverse gronden is voor vergelijking de grond gebruikt die in de gehele periode ieder jaar was vertegenwoordigd, namelijk het zandgebied van Gelderland en Overijssel, aangeduid in de tabellen als 'zand (mid)'.

Bij deze proefvelden worden bovendien meestal grondwaterstanden van het voorjaar vermeld, zodat het ook mogelijk was om onderscheid te maken naar de ontwateringstoestand. Hierbij is als norm aangehouden een grondwaterstand van gemiddeld ondieper en dieper dan 40 cm-m.v. over de periode maart-april.

Proefvelden die slechts in 1 of 2 jaren voorkomen zijn verder

buiten beschouwing gelaten.

Om de gemiddelde datum van 1,5 ton d.s. over de gehele periode van 1960-1968 te bepalen en de vergelijking tussen diverse gronden zo correct mogelijk te maken is telkens per gebied de gemiddelde datum van 1,5 ton d.s. berekend over de jaren waarin deze proefvelden voorkwamen en evenzo voor dezelfde jaren van het vergelijkingsobject, het centrale zandgebied. Het jaareffect kan dan worden geëlimineerd, door de data te corrigeren met het verschil van de gemiddelde datum van de betreffende jaren ten opzichte van de gemiddelde datum van de periode 1960-1968 van het centrale zandgebied.

5.1.1. Normaal tot goed ontwaterde gronden

Tabel 11 geeft een overzicht van de datum van 1,5 ton d.s. opbrengst bij 0 en 60-90 kg N voor de meest voorkomende gronden in deze serie, met een grondwaterstand dieper dan 0,40 m-m.v. in maart-april.

Tabel 11. De datum van 1,5 d.s. opbrengst per ha in verschillende zandgebieden en voor het rivierklei en lössgebied per jaar bij 0 en 60 tot 90 kg N per ha met grondwaterstand dieper dan 0,40 m-m.v. in maart-april

Gebied jaar N/ha	Zand						Klei			
	mid		zuid		noord		mid		löss	
	0	60-90	0	60-90	0	60-90	0	60-90	0	60-90
1960	5/5	25/4	4/5	26/4	8/5	23/4	19/4	16/4	-	-
1961	1/5	29/4	29/4	16/4	1/5	22/4	28/4	18/4	23/4	12/4
1962	31/5	20/5	23/5	10/5	4/6	20/5	22/5	14/5	17/5	9/5
1963	29/5	19/5	24/5	16/5	7/6	29/5	-	-	16/5	7/5
1964	16/5	5/5	18/5	5/5	27/5	13/5	13/5	8/5	-	-
1965	20/5	8/5	20/5	6/5	-	-	10/5	3/5	-	-
1966	19/5	5/5	23/5	13/5	18/5	9/5	13/5	4/5	9/5	2/5
1967	22/5	7/5	26/5	8/5	21/5	10/5	10/5	27/4	11/5	3/5
1968	12/5	29/4	24/5	8/5	13/5	1/5	6/5	26/4	12/5	5/5
Gemiddeld	17/5	5/5	18/5	5/5	20/5	8/5	8/5	30/4	10/5	1/5
Gecorrigeerd	17/5	5/5	18/5	5/5	20/5	8/5	9/5	1/5	7/5	29/4

Gemiddeld over de periode 1960-1968 is er geen verschil in vroegheid tussen het centrale en het zuidelijk zandgebied. De noordelijke zandgronden zijn bij 60-90 kg N 3 dagen later. Aanzienlijk vroeger zijn ook nu de Gelderse rivierkleigronden, evenals de lössgronden. De verschillen als gevolg van geografische ligging blijken ook nu tamelijk gering, gemiddeld 2 dagen.

Tabel 12 geeft eenzelfde overzicht als tabel 11 voor andere gebieden, maar het aantal voorkomende jaren is hier beperkt tot 3 à 4.

Tabel 12. De datum van 1,5 d.s. opbrengst per ha op klei- en veengronden per jaar bij 0 en 60-90 N per ha met grondwaterstand dieper dan 0,40 m-m.v.

Gebied jaar N/ha	Klei				Veen			
	west		noord		west		noord	
	0	60-90	0	60-90	0	60-90	0	60-90
1960	20/4	14/4	30/4	20/4	27/4	19/4	-	-
1961	28/4	18/4	30/4	21/4	-	-	2/5	18/4
1962	26/5	13/5	21/5	9/5	-	-	31/5	24/5
1963	-	-	-	-	-	-	-	-
1964	-	-	-	-	-	-	-	-
1965	-	-	-	-	-	-	-	-
1966	-	-	-	-	9/5	3/5	-	-
1967	-	-	-	-	12/5	3/5	-	-
1968	-	-	-	-	4/5	28/4	4/5	30/4
Gemiddeld	5/5	25/4	7/5	27/4	6/5	28/4	12/5	4/5
Gecorrigeerd	8/5	28/4	10/5	30/4	8/5	1/5	14/5	6/5

In tabel 12 zijn klei op veen en veengronden samengevat onder de veengronden.

Ook volgens deze tabel zijn de verschillen als gevolg van geografische ligging zeer gering.

Gemiddeld wordt bij deze serie de weidesnede zonder N bij de zandgronden tussen 17 en 20 mei bereikt, bij de klei- en lössgronden tussen 7 en 10 mei evenals bij de veengronden in het westen, en op omstreeks 14 mei op de noordelijke veengronden. Met een N-gift van 60-90 kg worden deze data voor de zandgronden tussen 5 en 8 mei, voor

klei- en lössgronden tussen 28 april en 1 mei en de noordelijke veen-
gronden omstreeks 6 mei bereikt.

Bij een gelijke N-gift zijn de zandgronden en de noordelijke veen-
gronden ongeveer een week later dan de andere gronden.

5.1.2. Natte gronden

Vervolgens geeft tabel 13 een soortgelijk overzicht als in tabel
11 en 12 maar bij een grondwaterstand die in de periode maart tot en
met april gemiddeld 0,40 m-m.v. of hoger was.

Tabel 13. De datum van 1,5 d.s. bij 0 en 60-90 kg N/ha op verschil-
lende gronden met grondwaterstand hoger dan 0,40 m-m.v.

Gebied jaar N/ha	Zand				Veen			
	mid 0	60-90	noord 0	60-90	noord 0	60-90	west 0	60-90
1960	-	-	-	-	7/5	30/4	28/4	22/4
1961	10/5	25/4	-	-	11/5	3/5	26/4	18/4
1962	14/6	3/6	28/5	16/5	28/5	20/5	-	-
1963	3/6	22/5	-	-	26/5	21/5	-	-
1964	-	-	-	-	-	-	-	-
1965	19/5	9/5	-	-	-	-	-	-
1966	19/5	6/5	26/5	13/5	-	-	20/5	8/5
1967	-	-	23/5	10/5	-	-	12/5	2/5
1968	-	-	9/5	26/4	-	-	4/5	28/4
Gemiddeld	25/5	13/5	22/5	9/5	18/5	11/5	6/5	28/4
Gecorrigeerd gr.w.st. < 40	22/5	10/5	19/5	7/5	18/5	10/5	11/5	4/5
Gecorrigeerd gr.w.st. > 40 (tabellen 11 en 12)	17/5	5/5	20/5	8/5	14/5	6/5	8/5	1/5

Volgens tabel 13 heeft een hoge grondwaterstand bij een N-gift van
60-90 kg/ha in het centrale zandgebied een vertraging van gemiddeld
5 dagen tot gevolg.

Voor het noordelijk zandgebied wordt geen verschil geconstateerd.

In het westelijk veenweidegebied bedraagt de vertraging 3 en in

het noordelijke veenweidegebied 4 dagen. Men kan hieruit concluderen dat bij een N-gift van 60-90 kg/ha gemiddeld een vertraging van circa 3 dagen ontstaat als gevolg van te hoge grondwaterstanden.

5.2. Proefvelden IB en PR (1969-1978)

In de periode 1969 tot en met 1978 werden door het IB en PR diverse proefvelden aangelegd met verschil in data van N-gift en met verschil in maaidata. Van deze proefvelden is de droge stofproduktie per dag afgeleid voor verschillende grondsoorten zoals in hoofdstuk 2 is beschreven.

Ook van deze proefvelden zijn de data van een weidesnede berekend en samengevat in tabel 14, overeenkomstig de indeling van het IB. Van deze serie zijn geen grondwaterstanden bekend, zoals reeds vermeld, evenmin van de serie van PR van de periode 1971 tot en met 1973 (WOLDRING, 1975).

De PR-serie betreft uitsluitend goed ontwaterde gronden. Om de gemiddelde datum van de weidesnede voor de periode van 1969 tot en met 1978 te kunnen berekenen, is dezelfde methode toegepast als voor de PAW-serie van 1960-1968.

Hierbij bleek dat de geografische ligging slechts verschillen in de orde van 2 à 3 dagen kan vertonen, zodat voor de IB- en PR-serie vanwege het beperkte aantal proefvelden de zandgronden van noord, midden en zuid zijn samengevoegd tot één groep, evenals de klei op veen en veengronden.

Als vergelijkingsobject is de normaal vochthoudende zandgrond gekozen. Hierbij ontbreken de jaren 1969 en 1976, zodat deze niet in de berekening van de gemiddelde waarde voor deze periode zijn betrokken.

Volgens tabel 14 is er duidelijk verschil in vroegheid bij zandgrond zonder stikstofbemesting. Bij de normaal vochthoudende zandgrond wordt op 10 mei een weidesnede bereikt. Op droge zandgrond is dat 5 dagen later en op natte zandgrond zelfs 12 dagen later. Relatief vroeg zijn ook hier de westelijke veengronden (4 mei).

Bij een N-gift van 60-90 kg/ha worden de verschillen in vroegheid genivelleerd. In dit geval zijn de natte zandgronden circa 8 dagen

Tabel 14. De datum van een weidesnede in de periode 1969 tot en met 1978 volgens IB- en PR-proefvelden

Jaar N/ha	Zandgrond			Kleigrond (N)	Veengrond (N)		Veengrond (W)	
	normaal 0 60-90	droog 0 60-90	nat 0 60-90		normaal 0 60-90	0 60-90	0 60-90	0 60-90
1969	- -	- -	(4/6-25/5)	21/5-11/5	- -	- -	- -	- -
1970	21/5-12/5	- -	- -	17/5- 8/5	- -	- -	- -	- -
1971	10/5-30/4	29/5-10/5	- -	16/5- 3/5	11/5-30/4	27/4-21/4	- -	- -
1972	10/5-30/4	9/5-24/4	- -	- -	5/5-29/4	2/5-25/4	- -	- -
1973	16/5- 2/5	20/5- 3/5	- -	- -	8/5-28/4	18/5-10/5	- -	- -
1974	25/4-12/4	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
1975	27/4-20/4	- -	23/5- 6/5	- -	28/4-25/4	- -	- -	- -
1976	- -	(14/6-21/5)	(15/5- 5/5)	(15/5- 5/5)	(5/5-29/4)	- -	- -	- -
1977	17/5- 4/5	28/5- 8/5	24/5-13/5	- -	14/5- 6/5	- -	- -	- -
1978	14/5- 2/5	14/5- 2/5	17/5- 4/5	11/5- 6/5	10/5-30/4	- -	- -	- -
Gemiddeld	10/5-29/4	18/5- 3/5	21/5- 9/5	15/5- 6/5	8/5-30/4	6/5-29/4	- -	- -
Zand norm. ontbrekende Gem. excl. jaren		13/5- 2/5	9/5-29/4	15/5- 5/5	11/5-30/4	12/5- 1/5	- -	- -
Gem. gecor.	10/5-29/4	15/5-30/4	22/5- 8/5	10/5-30/4	7/5-29/4	4/5-27/4	- -	- -

N.B.: () niet meegerekend

later dan de droge en normale zandgronden. Deze laatste komen dan overeen met de noordelijke goed ontwaterde veen- en kleigronden. De westelijke veengronden blijven het vroegst.

5.3. T e m p e r a t u u r

In hoofdstuk 4.3 bleek bij de PAW-serie proefvelden van 1948-1958 een sterk verband te bestaan tussen p/d en de gemiddelde dagtemperatuur van april.

In fig. 5a en 5b is het verband weergegeven tussen de temperatuursom van maart respectievelijk april met de gemiddelde datum van de proefvelden per jaar waarop met 60 tot 90 kg N/ha een opbrengst van 1,5 ton d.s./ha werd bereikt. Dat is voor de periode 1959 tot en met 1979 volgens tabel 15. Hierbij blijkt zowel verband te bestaan met de temperatuur van maart (fig. 5a) als met die van april (fig. 5b). In

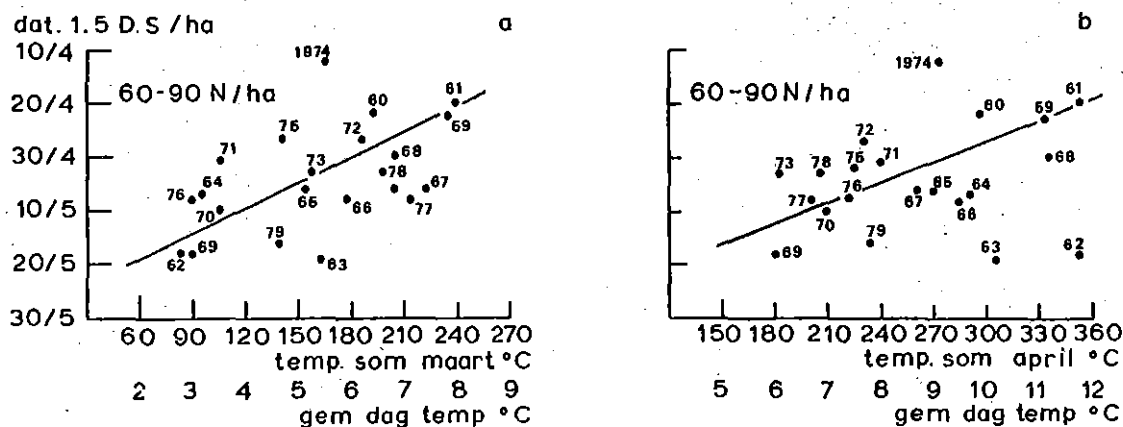


Fig. 5. De datum van een opbrengst van 1,5 ton droge stof per ha in relatie met de temperatuur in maart (fig. 5a) en in april (fig. 5b) voor de jaren 1959 tot en met 1979

Tabel 15. De gemiddelde datum van opbrengst van 1,5 ton droge stof per ha bij 0 en 60-90 kg N/ha en de temperatuursom (T-som) van maart en april (de Bilt)

Jaar	Aantal proefvelden	N 0	N 60-90	T-som °C	
				maart	april
1959	2	7/5	23/4	235	332
1960	20	2/5	22/4	192	296
1961	24	30/4	20/4	241	353
1962	22	29/5	18/5	83	354
1963	7	27/5	19/5	162	307
1964	6	18/5	7/5	97	291
1965	5	18/5	6/5	153	271
1966	20	18/5	8/5	176	285
1967	20	18/5	6/5	221	260
1968	21	9/5	30/4	204	336
1969	2	28/5	18/5	89	179
1970	2	19/5	10/5	105	210
1971	7	11/5	1/5	105	241
1972	7	5/5	27/4	185	231
1973	5	16/5	3/5	157	182
1974	1	25/4	12/4	164	274
1975	3	6/5	27/4	141	224
1976	4	20/5	8/5	88	223
1977	6	23/5	8/5	214	202
1978	5	13/5	3/5	198	207
1979	4	21/5	16/5	138	234
Gemiddeld	193	14/5	4/5	159	262

fig. 5a wijken de jaren 1963, 1967, 1974 en 1977 af. Het late voorjaar van 1963 is een gevolg van de voorafgaande langdurige vorstperiode in januari en februari. In 1977 was de temperatuur in maart hoog daarentegen laag in april. Dat had dus een ongunstige invloed. Het late voorjaar van 1967 is niet door een lage temperatuur in april te verklaren maar houdt waarschijnlijk verband met circa 300 mm neerslag van november en december 1966. Hierdoor waren de gronden in voorjaar 1967 nog zeer nat. Verder wijkt 1974 af doordat dit jaar buitengewoon vroeg was. In dit jaar was de temperatuur vanaf januari reeds hoog, zie fig. 14b.

Wat betreft de temperatuur in april (fig. 5b) wijken de jaren 1974 en 1963 eveneens sterk af, om de hiervoor genoemde reden. Het jaar 1962 wijkt nu af vanwege de lage temperatuur in maart (gemiddeld $2,7^{\circ}\text{C}$).

Volgens tabel 15 kan de datum van een weidesnede van 1,5 ton d.s./ha met een N-gift van 60-90 kg/ha variëren van half april tot half mei. Dat is een verschil van 4 weken dat hoofdzakelijk wordt bepaald door de temperatuur in maart en april.

Gemiddeld over de jaren 1969-1978 wordt zonder N-bemesting de datum van de weidesnede op 14 mei en met 60-90 N/ha op 4 mei bereikt.

5.4. S a m e n v a t t i n g

Met de tabellen 11, 12, 13 en 14 kan de vroegheid per grondsoort en ontwateringstoestand schematisch als in tabel 16 worden weergegeven.

Tabel 16. De datum van opbrengst van 1500 kg d.s. bij 0 en 60-90 kg N/ha bij diverse gronden met hoge en lage voorjaarsgrondwaterstand (maart-april)

Grondwaterstand m-m.v.		< 0,40		> 0,40	
Grondsoort	N-gift in kg/ha	0	60-90	0	60-90
Zand		21/5	8/5	14/5	3/5
Klei		15/5	5/5	10/5	30/4
Veen (noord)		15/5	7/5	11/5	3/5
Veen (west)		9/5	2/5	6/5	29/4
Löss		-	-	7/5	29/4

Een hoge voorjaarsgrondwaterstand heeft bij 0 kg N een vertraging van de weidesnede tot gevolg die volgens voorgaande berekeningen varieert van 3 à 4 dagen bij veengrond, 5 dagen bij klei- en 7 dagen bij zandgrond. Bij een N-gift van gemiddeld 75 kg/ha is de vertraging 3 à 4 dagen bij veen en 5 dagen bij klei- en zandgronden.

6. ONTWATERINGSPROEFVELDEN

6.1. R i v i e r k l e i

In de jaren 1954 tot en met 1963 werd op de proefboerderij 'De Vlierd' nabij Zaltbommel op een grondwaterstandsproefveld het effect bestudeerd van de grondwaterstand op de opbrengst (HOOGERKAMP-WOLDRING, 1965; MINDERHOUD, 1960).

Het onderzoek betreft een zware rivierkleigrond. Het proefveld bestond onder andere uit een perceel met 5 vakken met verschil in grondwaterstand die via een intensieve drainage respectievelijk infiltratie op constant peil werden gehandhaafd.

De N-gift voor de eerste snede bedroeg 40 kg per ha. De opbrengsten werden gecorrigeerd tot de datum van 1,5 ton d.s. met de norm $p/d = 110$ kg. Het resultaat is per jaar in tabel 17 weergegeven.

Tabel 17. De datum van opbrengst van 1,5 ton d.s./ha met 40 kg N/ha bij verschillende grondwaterdiepten op zware rivierklei

Grondwaterstand m-m.v.	0,25	0,40	0,65	0,90	1,40
1954	22/4	21/4	22/4	18/4	17/4
1955	20/4	23/4	20/4	20/4	19/4
1956	4/5	4/5	30/4	30/4	30/4
1957	25/4	27/4	27/4	24/4	24/4
1958	4/5	9/5	4/5	4/5	5/5
1959	19/4	18/4	16/4	13/4	14/4
1960	12/4	12/4	5/4	7/4	9/4
1961	10/4	11/4	10/4	6/4	8/4
1962	2/5	3/5	1/5	24/4	24/4
1963	15/5	8/5	28/4	29/4	27/4
Gemiddeld	25/4	26/4	22/4	21/4	21/4

Volgens tabel 17 is de eerste snede gemiddeld over de jaren 1954 tot en met 1963 buitengewoon vroeg. Speciaal is dat het geval in de jaren 1960 en 1961.

Gemiddeld was er geen verschil tussen de 'natte' proefvelden met een constante grondwaterstand van 0,25 m en 0,40 m-m.v. In verschillende jaren, met name in 1955 en 1958 was de opbrengst in het peilvak van 0,25 m zelfs vroeger dan in het peilvak van 0,40 m. Dit deed zich voor bij lage temperaturen in maart, zie tabel 10. Overigens is een grondwaterstand van 0,25 m-m.v. een zeer ongewenste situatie in verband met de draagkracht, wegens een constant drassige toestand in natte perioden.

Gemiddeld is er ook geen verschil tussen de proefvelden met een diepe grondwaterstand van 0,90 en 1,40 m-m.v.

Van praktisch belang zijn de proefvelden van 0,40 tot 0,90 m grondwaterstand. Hiertussen bestaan significante verschillen in vroegheid. Gemiddeld is hier het verschil in vroegheid 5 dagen ten gunste van de diepe ontwatering van 0,90 m.

In 1957 tot en met 1959 werd op de proefvelden met 0,40 en 1,40 m grondwaterstand de opbrengst bepaald bij 3 N-trappen, namelijk 0, 30 en 60 kg N per ha, zie fig. 6. Hierbij wordt onafhankelijk van de N-gift eveneens gemiddelde vervroeging van 5 dagen geconstateerd door diepe ontwatering.

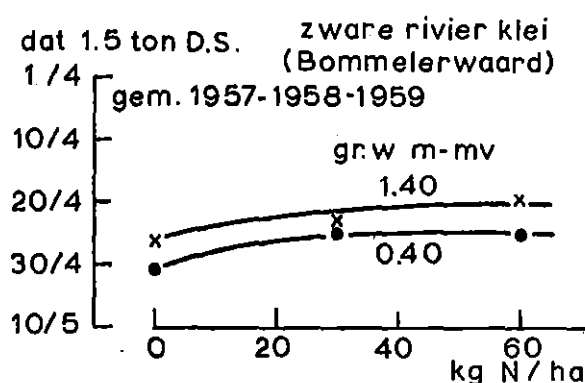


Fig. 6. De gemiddelde datum van een opbrengst van 1,5 ton droge stof per ha bij een ontwateringsdiepte van 0,4 en 1,4 m-m.v. in afhankelijkheid van de N-gift bij zware rivierklei

6.2. Veen en klei op veengronden

In 1967 begon het PAW (Boxem) in samenwerking met de Consulentschappen van de Voorlichtingsdienst op een ontwateringsproefveld op klei op veengrond in Eemland (Bunschoten) met een onderzoek naar het effect van het polderpeil en grondwaterstand op de voorjaarsproductie en de draagkracht. Dit onderzoek werd in 1969 tot en met 1971 uitgebreid met een aantal andere ontwateringsproefobjecten op veen en klei op veengronden, zodat de volgende objecten in het onderzoek waren betrokken (BOXEM, 1970, 1972).

Tabel 18. Ontwateringsproefobjecten op veen en klei op veengronden

1967	Bunschoten	(U)	klei op mosveen	slootpeil 0,40-0,80
1969	Oldelahmer	(Fr)	mosveen	slootpeil 0,35-1,00
1969	Lichtmis	(O)	zeggeveen	slootpeil 0,50-0,80
1969	Arkenheem	(Vel)	kleih. broekveen	slootpeil 0,30-0,80
1969	Hoenkoop	(U)	klei op bosveen	slootpeil 0,40-1,00
1970	Zegveld	(U)	bosveen	slootpeil 0,25-0,75
1970	Bleskensgraaf	(ZH)	klei op bosveen	slootpeil 0,35-0,70-1,00

De opbrengst van de eerste snede werd op 2 percelen met een sterk verschil in slootpeil bepaald bij 3 N-trappen, namelijk 0, 70 en 140 kg, en 4 verschillende data van N-gift met intervallen van 2 weken. Alle proefvelden lagen in 3 herhalingen.

De door Boxem gegeven opbrengstcijfers worden gecorrigeerd tot de datum van 1,5 ton d.s. per ha volgens de relatie van fig. 3d.

De correctie bedroeg respectievelijk 115, 140 en 150 kg p/d bij respectievelijk 0, 70 en 140 kg N.

De aldus verkregen cijfers zijn in tabel 19 en 20 per proefveld vermeld.

In 1967 en 1968 was de vroegste N-gift op het proefveld 'Bunschoten' op 15 februari, in de volgende jaren op 1 tot 5 maart. Hierbij verschoof de laatste datum van de N-gift van 30 maart naar 15 april. Bij berekening van de gemiddelde datum van 1,5 ton d.s. over alle jaren van onderzoek is hiervoor in verband met het jaareffect voor Bunschoten een correctie toegepast.

Tabel 19. De datum van 1,5 ton d.s. per ha bij hoog slootpeil (0,20-0,40 m-m.v.)

Jaar	N/ha	0	70	140	Gemiddeld grondw.-m.v.						
					mrt.	apr.					
1969	Dat: N	5/3	21/3	3/4	16/4	5/3	21/3	3/4	16/4		
	Old.	18/5	11/5	11/5	10/5	13/5	9/5	7/5	7/5	10/5	26
	Bun.	17/5	11/5	10/5	8/5	9/5	7/5	9/5	7/5	8/5	36
	Ark.	15/5	10/5	8/5	6/5	9/5	8/5	5/5	5/5	8/5	21
	Hoenk.	14/5	10/5	4/5	7/5	8/5	4/5	2/5	2/5	6/5	24
	Gem.	16/5	10/5	8/5	8/5	10/5	7/5	6/5	5/5	8/5	27
1970	Old.	21/5	15/5	15/5	15/5	12/5	11/5	11/5	8/5	10	7
	Bun.	18/5	12/5	11/5	8/5	11/5	9/5	6/5	7/5	8/5	33
	Ark.	20/5	15/5	13/5	12/5	12/5	11/5	10/5	10/5	21	23
	Zeg.	18/5	13/5	11/5	11/5	9/5	8/5	7/5	6/5	6/5	22
	Bles.	29/5	22/5	23/5	21/5	21/5	18/5	17/5	16/5	17/5	25
	Hoenk.	18/5	16/5	15/5	14/5	10/5	10/5	8/5	11/5	8/5	21
	Gem.	21/5	15/5	14/5	13/5	13/5	11/5	10/5	10/5	10/5	22
1971	Old.	19/5	12/5	10/5	11/5	13/5	7/5	5/5	5/5	9/5	20
	Bun.	10/5	5/5	3/5	5/5	7/5	1/5	1/5	5/5	8/5	32
	Ark.	7/5	30/4	30/4	2/5	6/5	28/4	28/4	30/4	4/5	26
	Zeg.	25/4	21/4	20/4	21/4	25/4	19/4	19/4	21/4	25/4	25
	Bles.	13/5	4/5	4/5	5/5	9/5	29/4	30/4	4/5	8/5	17
	Hoenk.	11/5	29/4	30/4	3/5	7/5	28/4	28/4	1/5	6/5	27
	Gem.	9/5	2/5	1/5	3/5	6/5	29/4	28/4	1/5	5/5	24
Gem. '69 t/m '71		15/5	9/5	8/5	8/5	10/5	6/5	5/5	5/5	8/5	24
Gem. dat. N-gift		5/3	16/3	2/4	17/4	5/3	16/3	2/4	17/4		31
1967	Dat: N	17/2	15/2	1/3	15/3	30/3	15/2	1/3	15/3	30/3	
	Bun.		7/5	4/5	3/5	3/5	25/4	27/4	30/4		
1968	Dat: N		15/2	1/3	15/3	30/3	15/2	1/3	15/3	30/3	
	Bun.	12/5	6/5	6/5	5/5	5/5	2/5	1/5	30/4	2/5	

Tabel 20. De datum van 1,5 ton d.s. per ha bij laag slootpeil (0,70-1,00 m-m.v.)

Jaar	N/ha	0	70	140	Gemiddeld grondw.-m.v.						
					mrt.	apr.					
1969	Dat: N	1/3	13/3	30/3	15/4	1/3	15/3	30/3	15/4		
	Old.	16/5	10/5	9/5	11/5	10/5	9/5	9/5	8/5	11/5	41
	Bun.	12/5	7/5	6/5	6/5	7/5	2/5	4/5	5/5	7/5	42
	Ark.	17/5	9/5	7/5	7/5	9/5	5/5	5/5	3/5	6/5	52
	Hoenk.	10/5	7/5	5/5	5/5	6/5	4/5	1/5	3/5	3/5	50
	Gem.	14/5	8/5	7/5	7/5	8/5	5/5	5/5	5/5	7/5	46
1970	Old.	15/5	11/5	14/5	12/5	11/5	9/5	11/5	10/5	10/5	48
	Bun.	7/5	2/5	1/5	29/4	2/5	28/4	28/4	1/5	38	35
	Ark.	6/5	6/5	6/5	4/5	5/5	5/5	7/5	6/5	5/5	47
	Zeg.	15/5	10/5	8/5	10/5	7/5	7/5	6/5	6/5	7/5	36
	Hoenk.	12/5	6/6	6/5	7/5	7/5	5/5	4/5	4/5	7/5	49
	Bles. 70	13/5	7/5	7/5	6/5	8/5	5/5	5/5	5/5	5/5	33
	Bles. 100	21/5	16/5	5/5	15/5	15/5	14/5	11/5	11/5	12/5	46
	Gem.	13/5	8/5	8/5	8/5	8/5	6/5	6/5	6/5	7/5	42
1971	Old.	1/5	27/4	26/4	28/4	30/4	24/4	24/4	27/4	28/4	49
	Bun.	25/4	20/4	20/4	23/4	25/4	20/4	20/4	21/4	26/4	65
	Ark.	8/5	1/5	1/5	5/5	7/5	30/4	30/4	30/4	8/5	76
	Zeg.	6/5	1/5	29/4	4/5	5/5	29/4	28/4	2/5	6/5	47
	Bles. 70	3/5	27/4	29/4	1/5	3/5	28/4	28/4	30/4	2/5	49
	Bles. 100	6/5	29/4	30/4	2/5	4/5	28/4	30/4	2/5	4/5	58
	Hoenk.	27/4	23/4	24/4	26/4	28/4	19/4	22/4	25/4	27/4	85
	Gem.	2/5	27/4	27/4	30/4	2/5	25/4	26/4	28/4	2/5	61
Gem. '69 t/m '71		10/5	4/5	4/5	5/5	6/5	2/5	2/5	3/5	5/5	50
1967	Dat: N	15/2	1/3	15/3	30/3	15/2	1/3	15/3	30/3		
	Bun.	9/5	5/5	29/4	29/4	3/5	28/4	23/4	24/4	27/4	
1968	Dat: N	15/2	1/3	15/3	30/3	15/2	1/3	15/3	30/3		
	Bun.	2/5	27/4	27/4	26/4	27/4	25/4	23/4	24/4	25/4	

6.2.1. Effect van slootpeilverlaging

In de fig. 7 tot en met 12 is de datum van 1,5 ton d.s./ha per proefobject weergegeven als functie van de N-gift (serie a) en als functie van de datum van N-gift (serie b), gemiddeld over de jaren van onderzoek.

In de b-serie zijn de curven voor 70 en 140 kg N zodanig geconstrueerd dat zij samenvallen op het tijdstip dat zonder N-bemesting een opbrengst van 1,5 ton droge stof werd bereikt.

Op alle proefobjecten wordt min of meer een duidelijk positief effect van de ontwatering op de vroegheid van de grasgroei geconstateerd met één uitzondering, met name 'Zegveld' (fig. 12). In dit 2-jarige onderzoek (1970 en 1971) was het effect van de ontwatering in 1971 sterk negatief. De eerste snede was in 1971 op het natte proefveld buitengewoon vroeg (22 april bij 70 kg N). Op de andere 'natte' proefvelden lag de datum tussen 2 en 5 mei. De eerste 2 decaden van april 1971 waren zeer droog zonder neerslag. Waarschijnlijk is dit van gunstige invloed geweest op de natte grond ten opzichte van de 'droge' veengrond.

Op het proefobject 'Bleskensgraaf' was het effect van de verlaging van het slootpeil van 0,35 naar 0,70 m gunstiger dan de verlaging tot 1,00 m-m.v. (fig. 11). Bij 70 kg N bedroeg de vervroeging door peilverlaging gemiddeld 10 tot respectievelijk 5 dagen. Het verschil wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door het jaar 1970. In 1971 bedroeg het verschil tussen peilvak 0,70 en 1,00 m-m.v. slechts 1 dag.

Bij het proefobject 'Bleskensgraaf' waren 2 percelen met een slootpeil van 0,70 m in het onderzoek betrokken, waarvan 1 met en 1 zonder buisdrainage. Tussen deze beide percelen werd gemiddeld geen verschil in vroegheid geconstateerd.

In tabel 20 en fig. 11 is de gemiddelde waarde van deze 2 percelen gegeven.

Fig. 13 geeft een overzicht van de vervroeging als gevolg van ontwatering bij 3 N-trappen als gemiddelde waarde van 1969 tot en met 1971 van de diverse proefobjecten op veen en klei op veengronden.

Hieruit blijkt dat zonder N-bemesting door diepere ontwatering de voorjaarsnede gemiddeld 5 dagen wordt vervroegd. Bij hoog slootpeil wordt door een N-gift van 70 kg de opbrengst 6 dagen vervroegd en met

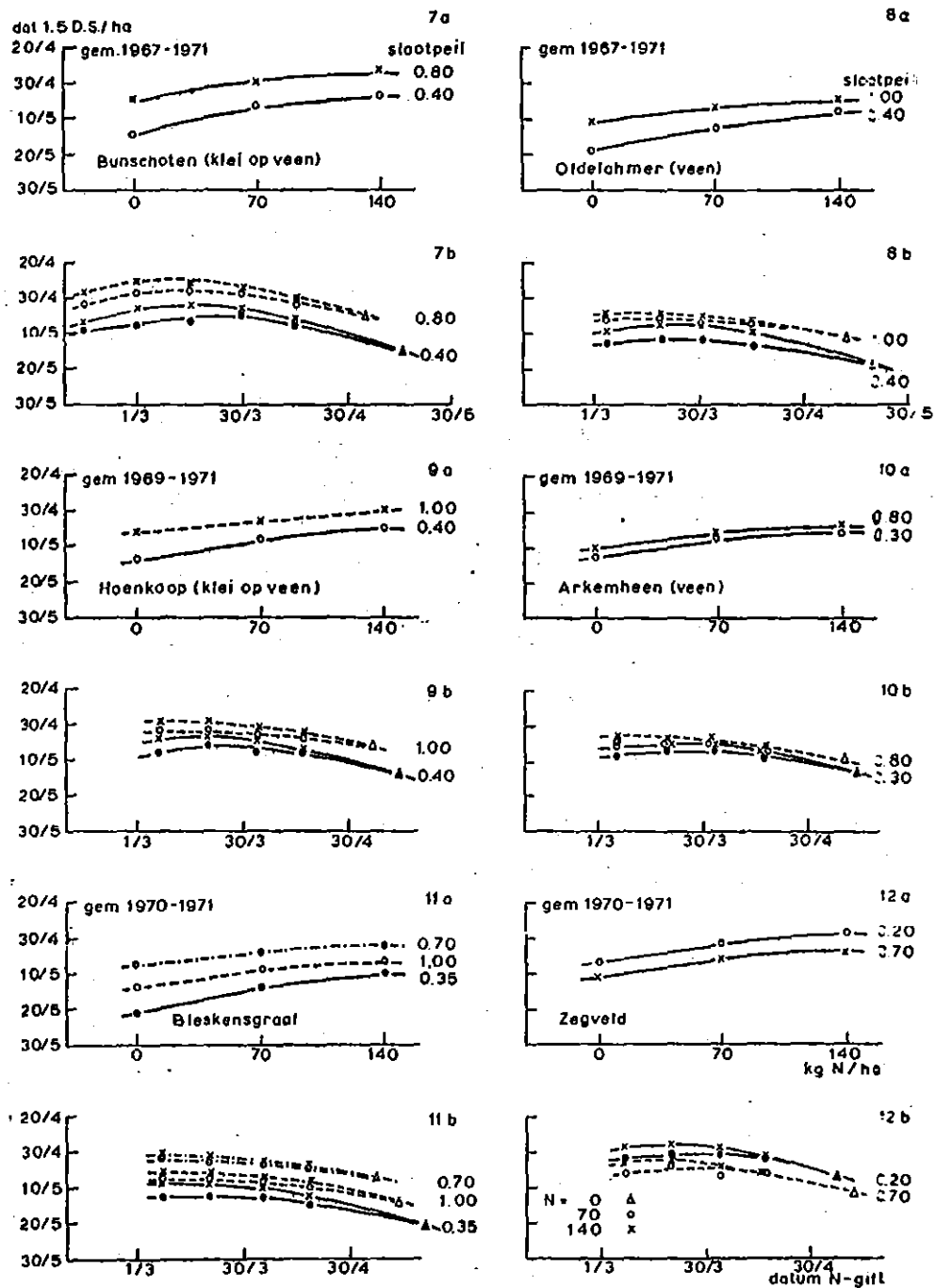


Fig. 7 t/m 12. De gemiddelde datum van opbrengst van 1,5 ton droge stof per ha bij een slootpeil van 0,4 en 0,8 m-m.v. als functie van de N-gift (a-serie) en als functie van de datum van de N-gift (b-serie) voor diverse ontwateringsproefobjecten

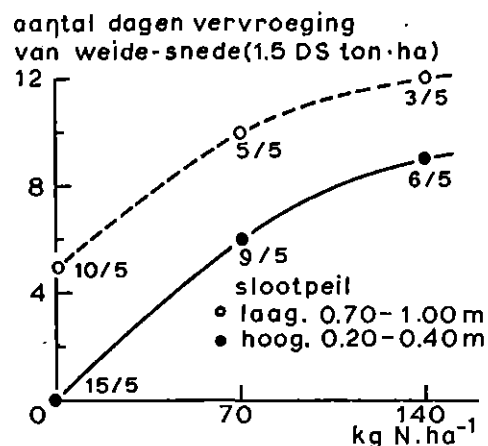


Fig. 13. De vervroeging van de eerste snede (1,5 ton d.s./ha) als functie van de N-gift bij hoog slootpeil (0,2-0,4 m-m.v.) en bij laag slootpeil (0,7-1,- m-m.v.), gemiddeld over de jaren 1969 tot en met 1971 bij veen en klei op veengronden

9 dagen door een N-gift van 140 kg/ha ten opzichte van 0 kg N. Het effect van ontwatering is gelijk aan 60 kg/N, dat wil zeggen dat bij diepere ontwatering zonder N-bemesting op dezelfde datum een weidesnede wordt bereikt als bij ondiepe ontwatering met 60 kg N.

Een N-gift van 70 kg geeft bij diepere ontwatering nog een extra vervroeging van gemiddeld 5 dagen en 140 kg N van 7 dagen ten opzichte van 0 kg N.

6.2.2. Het tijdstip van de stikstofbemesting

Volgens onderzoek van PAW, PR en IB, is de datum van N-bemesting in het voorjaar niet aan een bepaalde datum gebonden maar aan een bepaalde periode. Hierbij wordt gerekend met de temperatuursom. Dat is de gesommeerde positieve waarde van de gemiddelde dagtemperatuur vanaf januari. Als optimale periode geldt de periode met een T-som van 180 tot 280°C.

Gemiddeld over een reeks van jaren betreft dit de periode van 1 tot 20 maart, zie fig. 14a en 14b waarin het verloop van de T-som respectievelijk als gemiddelde waarde van de periode 1931-1960 en van 1959-1979 is weergegeven voor het KNMI-station in de Bilt. In een vroeg voorjaar als bijvoorbeeld van 1967 en 1974 wordt een T-som van 180-280°C al in februari bereikt en in een laat voorjaar als 1970 en 1979 pas in april.

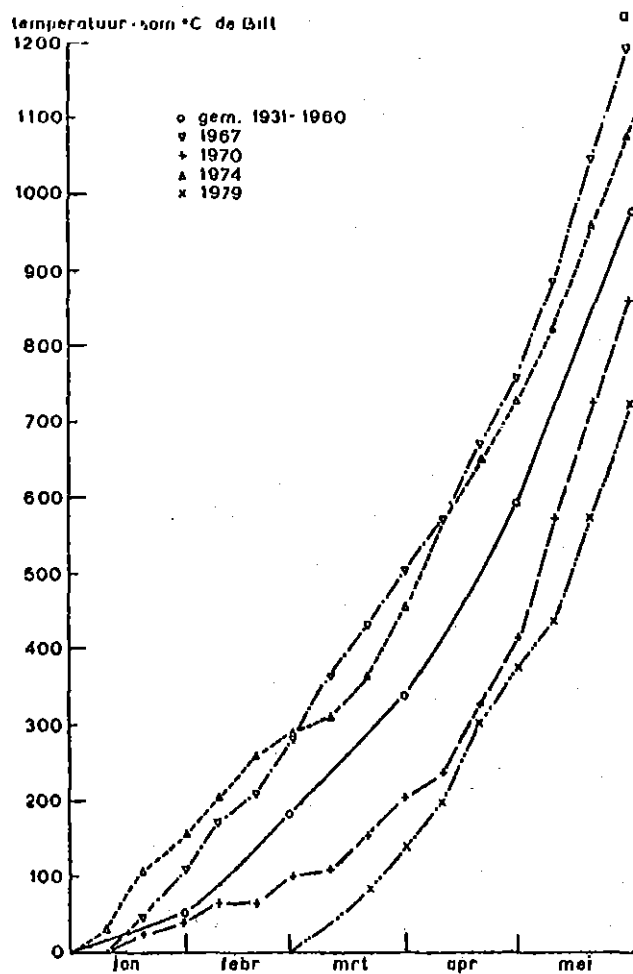


Fig. 14a. Het verloop van de temperatuursom, gemiddeld over 30 jaar (1931-1960), in extreem vroege (1967 en 1974) en in extreem late jaren (1970-1979)

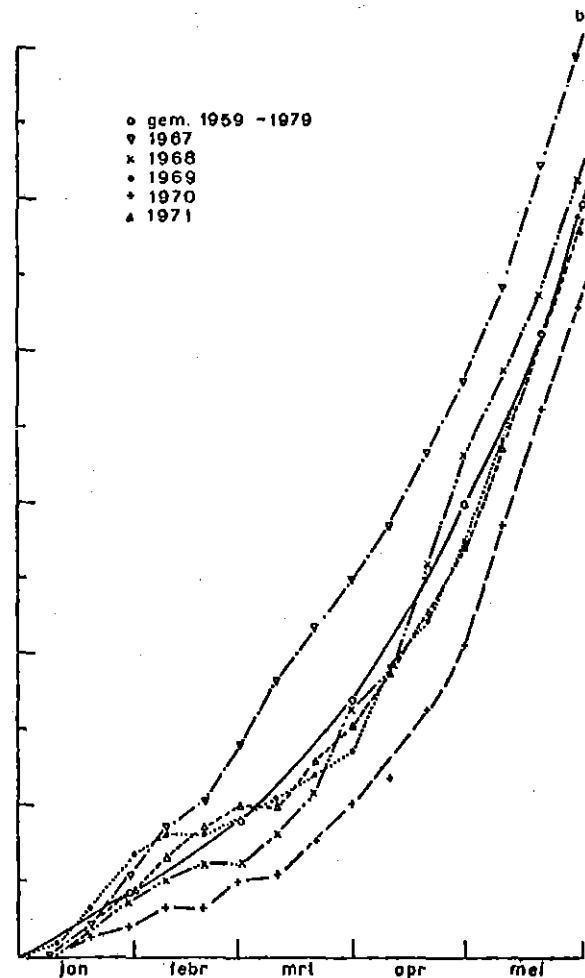


Fig. 14b. Het verloop van de temperatuursom gemiddeld over de periode 1959-1979 en in de jaren 1967 tot en met 1971

Fig. 14b geeft het verloop van de T-som voor de jaren van onderzoek op de ontwateringsproefobjecten. Hieruit blijkt dat 1967 een zeer vroeg en 1970 een zeer laat voorjaar had.

In fig. 15a tot en met 15d is de datum van 1,5 ton d.s. van het proefobject 'Bunschoten' voor ieder jaar afzonderlijk uitgezet tegen de datum van de N-gift, in tegenstelling met fig. 7b waarin de opbrengst als gemiddelde waarde van 3 jaar is gebruikt.

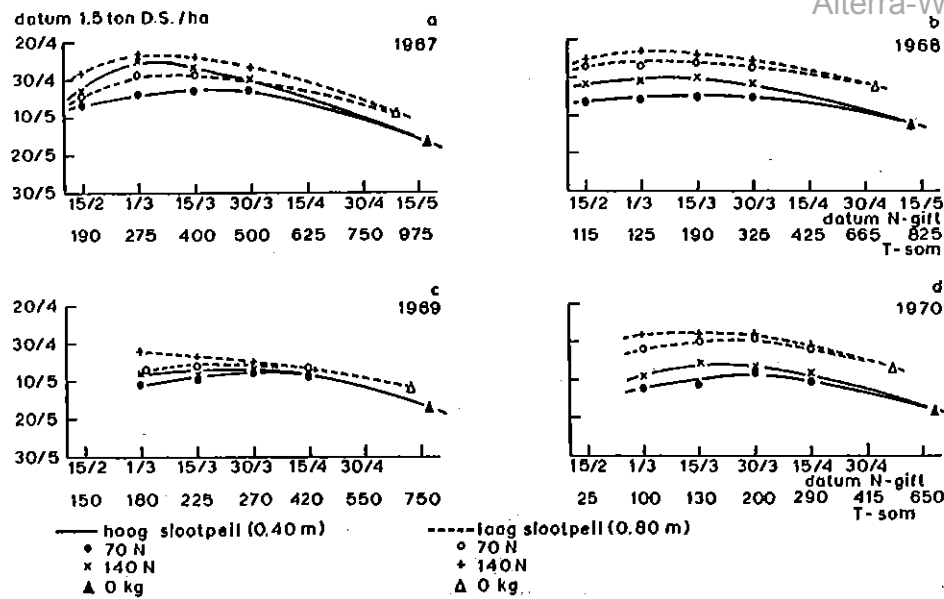


Fig. 15. De datum van het bereiken van een weidesnede (1,5 ton d.s./ha) als functie van de datum van N-gift van 70 en 140 kg bij een slootpeil van 0,4 en 0,8 m-m.v. te Bunschoten in de jaren 1967 tot en met 1970

Hieruit blijkt dat een late T-som van 200°C niet hoeft te leiden tot een late opbrengst. Zo werd in 1968 met een T-som van 200°C omstreeks 20 maart op dezelfde tijd een weidesnede bereikt als in 1967 met een T-som van 200°C omstreeks 20 februari. Zonder N-bemesting is de opbrengst in 1968 zelfs vroeger. De gunstige ontwikkeling in 1968 is toe te schrijven aan de hoge temperatuur gedurende de 2e en 3e decade van april.

De fig. 16 tot en met 18 geven dezelfde relatie als in fig. 15 voor de andere ontwateringsproefobjecten voor de jaren 1969, 1970 en 1971, terwijl fig. 19 een overzicht geeft voor deze jaren per N-gift en per ontwateringsdiepte.

In deze jaren werd een T-som van 200°C in 1969 omstreeks 5 maart, in 1970, 30 maart en in 1971 omstreeks 1 maart bereikt.

Ondanks de late T-som in 1970 werd gemiddeld over alle proefobjecten bij diepere ontwatering op hetzelfde tijdstip een weidesnede bereikt als in 1969 met een aanzienlijk vroegere T-som van 200°C .

Bij hoog slootpeil was de opbrengst in 1970 aanzienlijk later. Volgens fig. 14b was de temperatuur in de 2 laatste decaden van maart 1969 vrij laag.

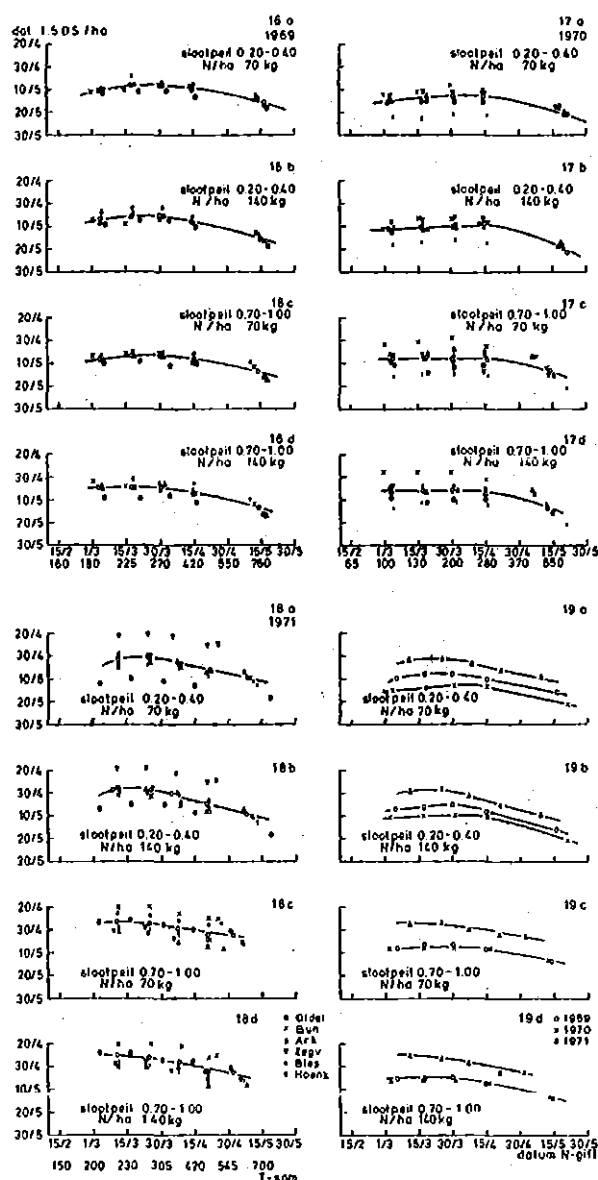


Fig. 16 t/m 19. De datum van het bereiken van een weidesnede als functie van de datum van N-gift als gemiddelde waarde van diverse ontwateringsproefobjecten in 1969 (fig. 16), in 1970 (fig. 17), in 1971 (fig. 18) en de gezamenlijke curven voor de jaren 1969-1970 en 1971 (fig. 19)

- bij hoog slootpeil (0,2-0,4 m-m.v.) en N-gift 70 kg
- bij hoog slootpeil (0,2-0,4 m-m.v.) en N-gift 140 kg
- bij laag slootpeil (0,7-1,- m-m.v.) en N-gift 70 kg
- bij laag slootpeil (0,7-1,- m-m.v.) en N-gift 140 kg

Dit had blijkbaar een ongunstige invloed bij de ondiep ontwaterde grond.

Uit de vergelijking van het late jaar 1970 met 1969 en het vroege jaar 1967 met 1968 (fig. 15a en b) kan men concluderen dat de vroegheid van een weidesnede meer zal worden bepaald door het temperatuurverloop en neerslagoverschot in maart en april dan door het tijdstip van het bereiken van een temperatuursom van 200°C .

Voor zover de N-bemesting in maart plaats vindt is de datum van N-gift van geringe invloed op de datum van het bereiken van een weidesnede.

Wanneer een N-gift van 70 kg bijvoorbeeld op 30 maart in plaats van op 10 maart wordt toegediend, dat is 3 weken later dan resulteert dit volgens fig. 20 bij laag slootpeil in één dag verlating van een weidesnede en bij hoog slootpeil zelfs in één dag vervroeging. Dit geldt gemiddeld voor de jaren 1969 tot en met 1971. Wanneer deze N-gift pas op 20 april wordt toegediend in plaats van op 30 maart dan heeft dit zowel bij hoog als laag slootpeil gemiddeld 2 dagen verlating van een weidesnede tot gevolg.

De invloed van de datum van N-gift van 70 kg is het duidelijkst bij de ondiep ontwaterde grond, zie fig. 19a. Afhankelijk van de weersomstandigheden wordt in een bepaald voorjaar als bijvoorbeeld 1971 bij een N-gift van 70 kg een weidesnede 5 dagen later bereikt wanneer deze N-gift op 20 april was toegediend in plaats van op 20 maart, de optimale datum.

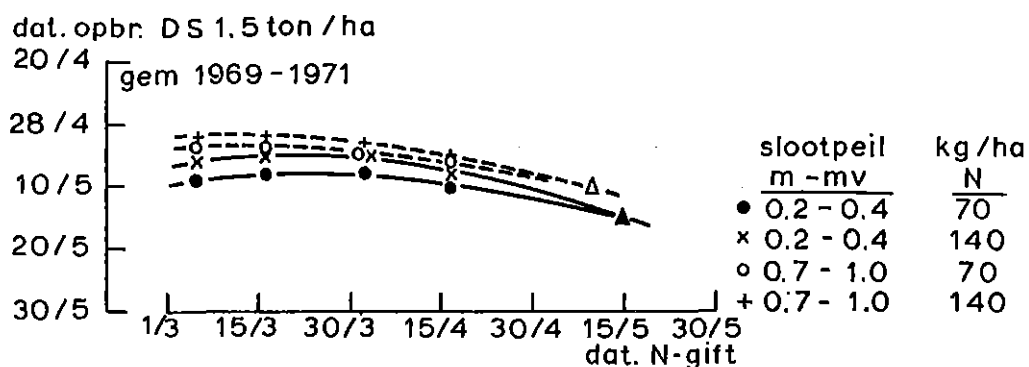


Fig. 20. De datum van het bereiken van een weidesnede als functie van de datum van N-gift gemiddeld over 1969 tot en met 1971 bij een slootpeil van 0,2-0,4 m en van 0,7-1,- m-m.v. en een N-gift van 70 respectievelijk 140 kg

Volgens fig. 20 valt de optimale periode voor de N-gift van 70 kg onder gemiddelde omstandigheden bij de ondiep ontwaterde veen en klei op veengrond in de 2e helft van maart en verschuift naar de eerste helft bij diepere ontwatering.

Het directe effect van diepere ontwatering, gemiddeld 4 dagen vervroeging van de weidesnede, is dubbel zo groot als het effect van 4 weken later N strooien.

Wanneer echter als gevolg van natte omstandigheden N bij ondiep ontwaterde grond pas op 15 april kan worden toegediend dan heeft dit in totaal 6 dagen verlating van een weidesnede tot gevolg ten opzichte van een goed ontwaterde grond waar N op 15 maart kan worden gestrooid.

6.2.3. De relatie grondwaterstand en slootpeil

In het voorgaande is het tijdstip van N-bemesting en de droge stofproductie beschreven bij verschil in ontwateringsdiepte respectievelijk slootpeil.

Het slootpeil bepaalt in sterke mate de grondwaterstand en daardoor de vochttoestand van de grond. In perioden met een neerslagoverschot waarbij de grondwaterstand gelijk of hoger is dan het slootpeil kan de grondwaterstand via afvoer niet verder zakken dan tot het slootpeil.

Bij een hoog slootpeil van 0,20 tot 0,40 m-m.v. zal daarom de grond langer nat blijven dan bij een laag slootpeil. Onder natte omstandigheden wordt de draagkracht onvoldoende, met het gevolg dat bepaalde werkzaamheden niet op het gewenste tijdstip kunnen plaatsvinden. Bovendien is als gevolg van het feit dat dergelijke gronden met een hoge grondwaterstand praktisch tot aan maaiveld in verzadigde toestand verkeren, het luchtgehalte respectievelijk het zuurstofgehalte minimaal. Hierdoor verloopt de N-opname en de grasgroei langzaam.

De vraag is tot welke diepte een grond ontwaterd dient te worden om op de eerste plaats te voldoen aan de eis van een voldoende draagkracht. Als voldoende draagkracht wordt gesteld een indringingsweerstand (I_w -waarde) van 6 kg/cm^2 . Een I_w -waarde van 5 kg/cm^2 is absoluut onvoldoende, terwijl een I_w -waarde van 7 kg/cm^2 algemeen goed is om de grond zonder sporen te kunnen berijden (SCHOTHORST,). De draagkracht van de zode kan gemeten worden met een penetrometer.

Op de ontwateringsproefvelden van PAW (Boxem) zijn in het voorjaar behalve grondwaterstands- en ook draagkrachtmetingen verricht, zij het in 1969 beperkt tot maart wat het laatste betreft.

Tabel 21 geeft een overzicht van de gemiddelde waarden voor maart en april per proefveld.

Tabel 21. De gemiddelde grondwaterstand in cm-m.v. en indringingsweerstand in kg/cm^2 in maart en april bij diverse slootpeilen

Proefveld	Slootpeil cm-m.v.	1969				1970				1971			
		maart		april		maart		april		maart		april	
		grw.	I_w	grw.	I_w	grw.	I_w	grw.	I_w	grw.	I_w	grw.	I_w
Old.	40	26	-	25	-	10	4,9	7	3,6	20	5,1	42	6,2
Old.	100	41	-	41	-	48	6,9	40	6,9	49	8,5	68	13,3
Ark.	40	21	3,2	21	-	21	4,6	23	5,1	26	3,7	42	4,7
Ark.	80	52	4,2	48	-	47	6,1	43	6,4	76	7,2	95	10,6
Bun.	40	36	3,7	39	-	33	5,7	28	6,7	32	5,3	52	9,1
Bun.	80	42	5,6	40	-	38	7,4	35	7,4	65	6,9	69	>10
Hoën.	40	24	2,4	24	-	21	4,0	17	4,1	27	4,0	47	5,7
Hoën.	70	36	4,3	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hoën.	100	50	6,7	54	-	49	7,4	49	7,5	85	6,7	86	9,1
Bles.	35	-	-	-	-	25	4,5	27	4,8	17	4,7	40	6,7
Bles.	70-dr.	-	-	-	-	27	7,0	29	6,8	47	6,5	61	8,9
Bles.	70+dr.	-	-	-	-	39	6,9	39	6,6	50	6,6	61	7,7
Bles.	100	-	-	-	-	46	7,6	46	7,1	58	6,6	68	8,8
Zeg.	20	-	-	-	-	22	4,4	23	4,1	25	5,0	42	6,2
Zeg.	70	-	-	-	-	36	6,5	38	6,8	47	7,2	63	8,7
Gemiddeld		-	-	-	-	36	6,5	38	6,8	47	7,2	63	8,7
Slootpeil 0,2-0,4 m		27	3,1	27	-	22	4,7	21	4,7	25	4,6	44	6,4
Slootpeil 0,7-1,- m		44	5,2	45	-	41	7,0	40	6,9	60	7,0	71	9,9

In de fig. 21a tot en met g wordt voor ieder jaar afzonderlijk het verband tussen slootpeil en grondwaterstand gegeven voor maart en april. De grondwaterstand is hier als maandgemiddelde gegeven per proefveld. De cijfers bij de punten geven de I_w -waarden.

Het verband grondwaterstand-slootpeil is in 1970 praktisch gelijk aan dat van 1969. Ook tussen maart en april is praktisch geen verschil. In 1971 zijn de grondwaterstanden bij hetzelfde slootpeil aanzienlijk dieper dan in 1969 en 1970, speciaal in april, maar ook al in maart. Het verschil in maart is niet te verklaren door minder neerslag, in tegenstelling met april. In april 1971 bedroeg het neerslagoverschot -60 mm tegen +2 in 1969 en +21 mm in 1970, zie tabel 22.

Bij een neerslagoverschot in maart respectievelijk april van circa 10 mm blijkt bij een slootpeil van 30, 70 en 100 cm-m.v. de grondwaterstand gemiddeld respectievelijk ca. 20, 40 en 50 cm-m.v. te bedragen.

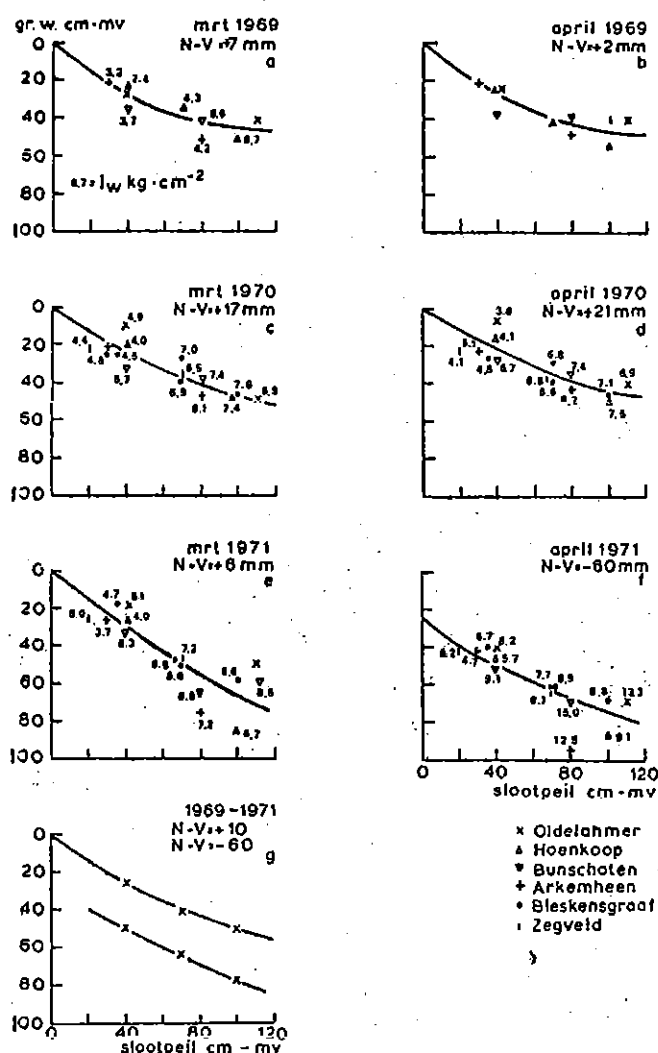


Fig. 21. De relatie grondwaterstand en slootpeil in maart en april van de jaren 1969 tot en met 1971

6.2.4. Relatie draagkracht en grondwaterstand.

De fig. 22a tot en met e geven de relatie grondwaterdiepte en draagkracht (I_w). Hierbij blijkt dat in maart 1969 bij een grondwaterstand van 20 tot 40 cm de draagkracht aanzienlijk slechter is dan in 1970 en 1971. Dit houdt verband met de voorafgaande natte nazomer en herfst van 1968 waarbij de zodelaag sterk werd vertrap (SCHOTHORST).

Tabel 22. Neerslag, verdamping en neerslagoverschot in mm per decade
in maart en april, de grondwaterstand in m-m.v. en
indringingsweerstand (I_w) in kg/cm^2 gemiddeld per decade
bij hoge en lage slootpeilen

Jaar	Periode		De Bilt			Grondw. cm-m.v. bij slootpeil cm-m.v.		I _w bij slootpeil	
			N	V	N-V	20-40	40-100	20-40	70-100
1969	maart	I	0	11	-11	28	47	2,8	6,2
		II	41	14	+27	23	47	3,0	5,4
		III	7	17	-10	28	47	3,4	5,2
1969	april	I	10	20	-10	39	52	-	-
		II	41	24	+17	22	44	-	-
		III	23	28	- 5	25	45	-	-
1970	maart	I	21	11	+10	15	36	4,5	6,8
		II	11	14	- 3	24	44	4,8	6,9
		III	26	17	+ 9	23	43	5,0	7,1
1970	april	I	38	20	+18	10	28	4,2	6,5
		II	17	24	- 7	24	43	4,6	6,9
		III	38	28	+10	26	45	4,8	7,1
1971	maart	I	9	11	- 2	-	-sneeuw	-	-
		II	27	14	+13	22	60	4,6	6,9
		III	11	17	- 6	28	61	4,7	7,3
1971	april	I	1	20	-19	30	67	5,5	7,7
		II	5	24	-19	50	71	6,6	7,7
		III	6	28	-22	50	77	8,2	12,2
normaal maart									
(30 jaar)			I	16	11	+ 5			
			II	16	14	+ 2			
			III	16	17	- 1			
april			I	17	20	- 3			
			II	17	24	- 7			
			III	17	28	-11			

De draagkracht van een in de herfst vertrapte zode is in een daaropvolgend voorjaar algemeen zeer laag. In maart 1969 wordt slechts op één proefveld een voldoende draagkracht van 6 kg/cm^2 geconstateerd, namelijk in Hoenkoop bij een slootpeil van 1,00 m-m.v. Dit proefveld werd in herfst 1968 vertrapt.

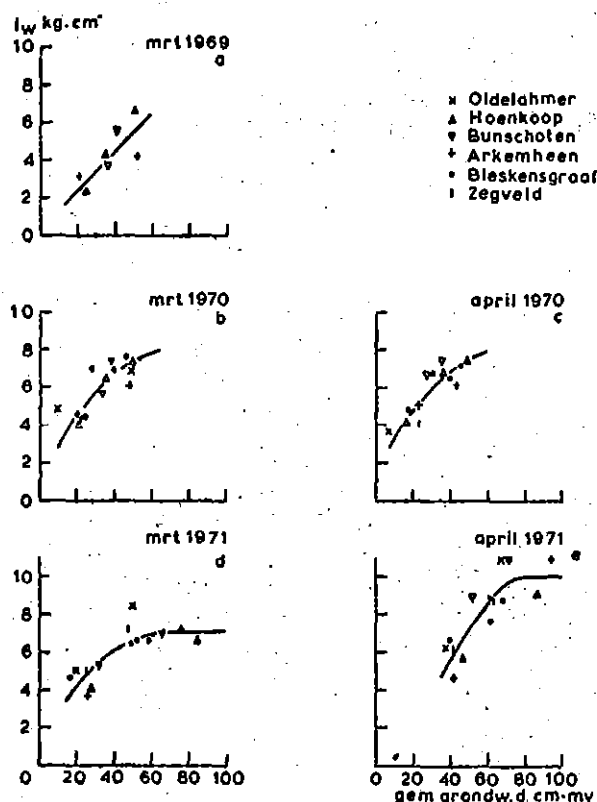


Fig. 22. De relatie indringingsweerstand ($I_w \text{ kg.cm}^{-2}$) en de grondwaterdiepte (cm-m.v.)

In het voorjaar van 1970 wordt een voldoende draagkracht bereikt bij een grondwaterstand van 0,30 m-m.v. zowel in maart als in april en in maart 1971 bij 0,40 m. Dat is in maart bij een slootpeil van 0,60 m zowel in 1970 als in 1971, zie fig. 23 waarin het verband draagkracht-slootpeil is weergegeven. Dit geldt bij een neerslag van circa 50 mm respectievelijk neerslagoverschot van +10 mm in maart, waarbij geen vertrapping in voorgaande herfst heeft plaatsgevonden zoals in 1969. Slootpeilen van 0,20 tot 0,40 m-m.v. blijken bij alle ontwateringsproefobjecten onvoldoende. Bij deze slootpeilen blijft de grondwaterstand zolang er sprake is van een neerslagoverschot algemeen hoger dan 0,30 m. In deze situatie heeft de grond meer tijd om te zwellen waardoor de draagkracht afneemt, in tegenstelling met diepere ontwatering.

In april wordt de situatie algemeen gunstiger in verband met de toenemende verdamping.

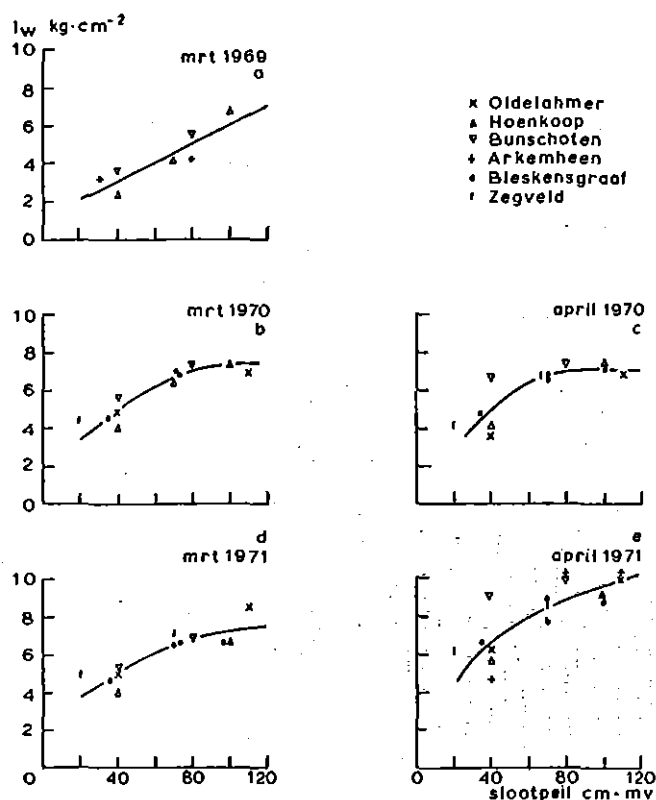


Fig. 23. De relatie indringingsweerstand en slootpeil

Bij een neerslagoverschot in april geldt hetzelfde als ten aanzien van maart. Onder gemiddelde omstandigheden bedraagt het neerslagoverschot in april circa -20 mm (zie tabel 22). In april 1971 met een N-V van -60 mm is ook bij hoge slootpeilen de draagkracht als gevolg van de verdamping voldoende behoudens een enkele uitzondering.

6.2.5. Relatie draagkracht-neerslag-respectievelijk verdampingsoverschot

Uit het voorgaande blijkt dat het neerslag- respectievelijk verdampingsoverschot bepalend is voor het tijdstip waarop de grond bij een bepaald slootpeil voldoende draagkrachtig wordt. Fig. 24a en 24b geeft het verband tussen neerslagoverschot en grondwaterstand respectievelijk indringingsweerstand.

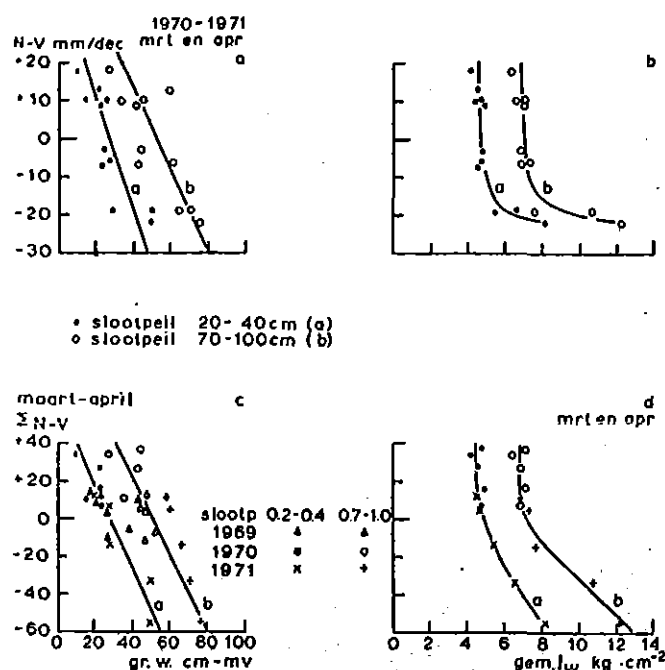


Fig. 24. Het neerslag- respectievelijk verdampingsoverschot in mm per decade respectievelijk het totale overschot van maart plus april in mm in relatie met de grondwaterstand respectievelijk met de indringingsweerstand bij een slootpeil van 0,2-0,4 m en bij 0,7-1,0 m-m.v.

Volgens fig. 24b wordt bij hoog slootpeil een voldoende draagkracht bereikt na een verdampingsoverschot van 20 mm per decade. De grondwaterstand zakt dan tot 0,4 m-m.v. (zie fig. 24a).

Bij een laag slootpeil behoudt de grond bij een neerslagoverschot tot 15 mm per decade nog voldoende draagkracht. Hierbij stijgt de grondwaterstand tot 0,4 m-m.v. Hieruit kan men concluderen dat de draagkracht algemeen voldoende is bij een grondwaterstand van 0,4 m-m.v.

Deze grondwaterstand werd in maart en april als er sprake is van een neerslagoverschot, zie fig. 21a tot en met e, bereikt bij een slootpeil van gemiddeld 0,7 m-m.v.

Aangezien in het voorjaar de decades met een neerslag- respectievelijk verdampingsoverschot wisselend kunnen voorkomen, zal het gesommeerde overschot van maart en april mogelijk nog duidelijkere

aanwijzingen geven, zie fig. 24c en d.

Volgens fig. 24d blijft bij een laag slootpeil de draagkracht voldoende tot een neerslagoverschot van 40 mm totaal voor de periode maart plus april. Voor een gemiddeld jaar bedraagt het neerslagoverschot in deze periode -15 mm.

Bij hoog slootpeil wordt de grond pas draagkrachtig na een verdampingsoverschot van 25 mm. Hierbij zakt de grondwaterstand tot 0,4 m-m.v., zie fig. 24c.

6.2.6. Relatie draagkracht en tijd

In tabel 23 wordt per proefobject en per jaar een overzicht gegeven van het tijdstip dat de grond voldoende draagkrachtig is geworden.

Tabel 23. De datum van bereiken van voldoende draagkracht
 ($I_w = 6 \text{ kg/cm}^2$)

Proefveld	Slootpeil	1969	1970	1971
Oldelahmer	40	-	11/5	21/4
Oldelahmer	100	-	> 6 kg	> 6 kg
Arkemheem	80	na 1/4	14/3	> 6 kg
Arkemheem	40	na 1/4	10/5	> 23/4
Bunschoten	80	na 1/4	> 6 kg	> 6 kg
Bunschoten	40	na 1/4	14/4	5/4
Hoenkoop	100	> 6 kg	> 6 kg	> 6 kg
Hoenkoop	70	na 1/4	-	-
Hoenkoop	40	na 1/4	5/5	20/4
Bleskensgraaf	100	-	> 6 kg	> 6 kg
Bleskensgraaf	70	-	> 6 kg	> 6 kg
Bleskensgraaf	35	-	10/5	5/4
Zegveld	20	-	1/5	15/4
Zegveld	70	-	> 6 kg	> 6 kg

In 1969 waar alleen in maart is gemeten was de draagkracht op alle gemeten objecten behoudens bij slootpeil van 1,00 m-m.v. in Hoenkoop onvoldoende gedurende de gehele maand maart.

In het voorjaar 1970 was op alle objecten met slootpeilen van 0,70 m en dieper de draagkracht zowel in maart als in april voldoende. Bij de hoge slootpeilen werd dit pas in de eerste decade van mei be-

reikt. In deze decade was N-V -27 mm, terwijl in de voorafgaande dit nog +10 mm bedroeg. Voor 1971 geldt voor de diepe peilen hetzelfde als in 1970, terwijl bij de hoge peilen een voldoende draagkracht gemiddeld in de 2e decade van april werd bereikt. Dat was eveneens na een periode met een verdampingsoverschot van circa 25 mm, zie tabel 22.

Zo kan men bij hoge slootpeilen pas een voldoende draagkracht verwachten na een periode met een verdampingsoverschot van circa 25 mm. Dat is in maart na circa 20 dagen en in april na circa 10 dagen droog weer.

Bij een normale neerslaghoeveelheid in maart van circa 50 mm, blijkt een slootpeil van 0,70 en dieper de draagkracht voldoende.

6.2.6. Bodemtemperatuur

Bij de serie ontwateringsproefvelden werd in maart en april tevens wekelijks de bodemtemperatuur gemeten (BOXEM, 1970 en 1972). Op geen van de objecten werd noch in 1969 noch in 1970 duidelijk verschil in bodemtemperatuur gemeten bij hoge en lage slootpeilen.

In 1969 bleef de bodemtemperatuur tot eind maart zeer laag (1°C in Oldelahmer, tot 2°C in Hoenkoop), om in april snel op te lopen tot 8 à 10°C .

In 1970 is de temperatuur op 10 en 25 cm diepte gemeten. Ook dit gaf weinig of geen verschil te zien. De bodemtemperatuur varieerde in maart 1970 van 1° tot 5°C en was dus gemiddeld warmer dan in maart 1969.

De conclusie van deze temperatuurmetingen is dat de verlaging van het slootpeil de bodemtemperatuur nauwelijks beïnvloedt en dat het gunstige effect van peilverlaging niet aan hogere bodemtemperaturen kan worden toegeschreven.

7. SAMENVATTING

Begin van grasgroei

Het verloop van de grasgroei in het voorjaar is op de eerste plaats afhankelijk van de weersomstandigheden, speciaal van de tempe-

ratuur.

Volgens onderzoek van Jagtenberg begint de grasgroei in een periode waarin een temperatuursom van 180 tot 280°C wordt bereikt, afhankelijk van bodemgesteldheid. Gemiddeld over 30 jaar ligt deze periode tussen 1 en 20 maart. Een temperatuursom van 200°C wordt gemiddeld omstreeks 5 maart bereikt. Deze datum kan variëren van half februari tot omstreeks 10 april. Dat is een variatie van ruim 50 dagen.

Het verloop van de grasgroei is vervolgens sterk afhankelijk van het verloop van de temperatuur na het bereiken van de temperatuursom van 180 tot 280°C.

Het begin en de snelheid van de grasgroei wordt beïnvloed door het tijdstip en de hoogte van de stikstofbemesting.

De periode van begin van grasgroei is de optimale periode voor de stikstofbemesting in het voorjaar, gemiddeld dus de periode van 1 tot 20 maart.

Verloop van grasgroei

Aanvankelijk verloopt de groei zeer langzaam tot een opbrengst van ca. 1 ton drogestof is bereikt. Hierna verloopt de groei min of meer lineair met de tijd afhankelijk van de N-gift en bodemgesteldheid. Bij een gelijke N-gift verloopt de grasgroei op klei- en veengronden sneller dan op zandgrond.

Zo bedraagt de droge stofproduktie per dag in het traject van 1 tot 5 ton droge stof bij 0 kg N op zandgrond gemiddeld 75 kg, bij klei-115 kg en veengrond 125 kg d.s./d. Bij een N-gift van 80 kg bedragen deze cijfers respectievelijk 120, 140 en 140 kg.

Met behulp van de droge stofproduktie per dag afgeleid van proefveldgegevens met meer dan één maaidatum bij de eerste snede was het mogelijk de datum te berekenen van het bereiken van een weide- respectievelijk een maaisnede bij het overgrote deel van de proefvelden waar de opbrengstbepaling van de eerste snede tot één maaidatum was beperkt.

Voor een intensief weidebedrijf is de datum waarop men een weide- respectievelijk maaisnede kan bereiken een belangrijk gegeven voor een economische bedrijfsvoering. Een weide- respectievelijk maaisnede is hier gesteld op een opbrengst van 1,5 respectievelijk 3 ton droge

stof per ha.

Invloed van geografische ligging

Behalve van de weersomstandigheden in het algemeen is de vroegheid van de grasproductie binnen een bepaald jaar afhankelijk van diverse factoren onder andere van de geografische ligging.

Volgens de gegevens van het landelijk onderzoek naar het productieniveau van diverse gronden in diverse gebieden (C I-203 serie) uitgevoerd in de jaren 1946 tot en met 1958, blijkt dat bij een N-gift 30 kg/ha de Gelderse rivierkleigronden het vroegst zijn met een weidesnede op gemiddeld 29 april (zie tabellen 8 en 9). Voor de Friese kleigronden is de gemiddelde datum 2 mei. Hieraan gelijk zijn de Zuid-limburgse lössgronden. Hetzelfde geldt voor de westelijke veengronden. De noordelijke veengronden zijn gemiddeld 6 dagen later.

In het zuidelijk zandgebied wordt bij dezelfde N-gift eveneens gemiddeld 2 mei een weidesnede bereikt. Voor het centrale en oostelijk zandgebied ligt deze datum op 3 à 4 respectievelijk 5 à 6 mei. De verschillen in vroegheid als gevolg van geografische ligging bedragen gemiddeld ca. 3 dagen. Dit houdt verband met de regionale temperatuurverschillen.

De gemiddelde dagtemperatuur in april varieert van 9°C in het noorden tot 10°C in het midden en zuiden van het land.

Volgens de gemiddelde waarde van bijna 200 proefvelden over het gehele land en over de periode 1959 tot en met 1979 verspreid werd een weidesnede van 1,5 ton droge stof bereikt op 4 mei bij een N-gift van 60 tot 90 kg/ha.

Invloed van ontwateringstoestand

Binnen het kader van dit onderzoek is het effect van de ontwatering van belang in verband met de bodemgesteldheid.

Dat de noordelijke veengronden volgens het voorgaande gemiddeld 6 dagen later zijn dan de westelijke veengronden houdt verband met de toendertijd nog slechte ontwateringstoestand in het noorden.

Bij bewerking van de proefveldgegevens van IB, PAW en PR van de periode 1959-1979 waarbij de proefvelden voor zover dat mogelijk was in 2 groepen zijn onderscheiden naar de ontwateringstoestand, name-

lijk met een gemiddelde grondwaterstand voor de periode maart-april hoger of dieper dan 0,4 m-m.v., werd bij een N-gift van 60 tot 90 kg per ha het volgende resultaat verkregen; zie tabel 24.

Tabel 24. De datum van het bereiken van een opbrengst van 1,5 ton droge stof per ha bij 0 en 60 tot 90 kg N per ha bij diverse gronden met een voorjaarsgrondwaterstand (maart-april) van gemiddeld hoger respectievelijk lager dan 0,4 m-m.v.

Grondwater m-m.v.		< 0,4		> 0,4	
Grondsoort	N kg/ha	0	60-90	0	60-90
Zand		21/5	8/5	14/5	3/5
Klei		15/5	5/5	10/5	30/4
Veen (noord)		15/5	7/5	11/5	3/5
Veen (west)		9/5	2/5	6/5	29/4
Löss		-	-	7/5	29/4

Uit deze tabel blijkt dat bij een normale N-gift een ondiepe ontwatering bij alle gronden een vertraging van de grasgroei tot gevolg heeft. Dit is voor zand en kleigrond gemiddeld 5 dagen, voor de veengrond in het westen 3 en in het noorden 4 dagen.

Voor de zandgronden staan geen nadere gegevens ter beschikking van ontwateringsproefvelden, zodat voor de zandgrond met dit gegeven moet worden volstaan.

Ontwateringsproefvelden

Wat de kleigrond betreft blijkt volgens de gegevens van een ontwateringsproefveld op zware rivierklei bij een N-gift van 40 kg/ha over de periode 1954 tot en met 1963 bij een grondwaterstand van gemiddeld 0,4 m in vergelijking met 0,9 m-m.v. gemiddeld 5 dagen later een weidesnede bereikt te worden.

Speciale aandacht aan het effect van ontwatering op de voorjaarsproductie werd besteed bij een serie ontwateringsproefvelden in de

jaren 1969 tot en met 1971 op veen en klei op veengronden.

Bij een N-gift van 70 kg werd gemiddeld over 3 jaar en 6 proefvelden bij ondiepe ontwatering (slootpeil 0,2-0,4 m-m.v.) een weidesnede bereikt op 8 mei en bij diepere ontwatering (slootpeil 0,7-1 m-m.v.) op 4 mei. De grondwaterstand bedroeg in de periode maart-april bij hoog slootpeil gemiddeld 0,34 m en bij laag slootpeil 0,67 m.

Diepere ontwatering had dus gemiddeld 4 dagen vervroeging van een weidesnede tot resultaat.

Zonder stikstofbemesting werd bij laag slootpeil op dezelfde datum een weidesnede bereikt als bij hoog slootpeil met 60 kg N, zodat het effect van diepere ontwatering hieraan gelijk kan worden gesteld wat betreft de produktie.

Uit het voorgaande kan men concluderen dat een goede ontwatering zowel bij zand- veen- en kleigronden een direct gunstig effect heeft op de voorjaarsproduktie. Gemiddeld wordt hierdoor een weidesnede met 4 dagen vervroegd.

Tijdstip van N-bemesting

In de laatste 20 jaar is veel aandacht besteed aan de optimale datum voor de N-bemesting in het voorjaar. Hierbij kwam men tot de conclusie dat deze niet van bepaalde datum maar van een bepaalde periode afhankelijk is. Dit onderzoek werd ook toegepast op laatst genoemde ontwateringsproefobjecten bij de veen en klei op veengronden.

Hierbij bleek in de periode 1969-1971 de optimale datum van een N-gift van 70 kg voor deze venige gronden bij laag slootpeil te liggen tussen 15 en 30 maart en bij diepere ontwatering tussen 1 en 15 maart.

De optimale datum verschuift dus naar een vroeger tijdstip door diepere ontwatering. De invloed van de datum van N-bemesting is in maart echter zeer gering.

Bij hoog slootpeil en een N-gift van 70 kg geeft 3 weken vroeger strooien dan 25 maart slechts 1 dag vertraging van de weidesnede en 3 weken later strooien 2 dagen vertraging. Bij laag slootpeil is dit slechts 1 dag bij 3 weken na 15 maart strooien. Het directe effect van de ontwatering is dus aanzienlijk groter dan een paar weken

later N strooien.

Het vroeg kunnen strooien van stikstof is belangrijk uit oogpunt van een betere arbeidsverdeling met een grotere kans op een vroegere opbrengst afhankelijk van daaropvolgende weersomstandigheden.

De opbrengstdepressie als gevolg van laat N strooien neemt toe naarmate dit later in april wordt uitgevoerd. Men kan hierbij deze vertraging nog gedeeltelijk beperken door een hogere N-gift toe te dienen.

Draagkracht

De draagkracht van de grond in het voorjaar vormt vanuit het oogpunt op de mogelijkheid om vroeg stikstof te kunnen strooien niet zo'n belangrijke factor als eerder werd aangenomen. Het directe effect van goede ontwatering is aanzienlijk groter als gevolg van een betere lucht- respectievelijk zuurstofvoorziening van het gewas.

De draagkracht in het voorjaar is vooral van belang in verband met de mogelijkheid om bepaalde werkzaamheden uit te kunnen voeren als bijvoorbeeld het afvoeren van drijfmest.

De bereikbaarheid is afhankelijk van de vochttoestand van de grond. Deze kan worden beïnvloed door de ontwateringsdiepte. Algemeen werd een voldoende draagkracht bereikt bij een grondwaterdiepte van 0,4 m-m.v. in het voorjaar. Onder normale ofwel gemiddelde klimatologische omstandigheden bleef de draagkracht voldoende bij een slootpeil van 0,7 m-m.v. of dieper. Bij hoge slootpeilen van 0,2 tot 0,4 m-m.v. is de draagkracht in het voorjaar meestal onvoldoende. Deze is dan geheel afhankelijk van het neerslag- respectievelijk verdampingsoverschot. In deze gevallen wordt de draagkracht pas goed na een verdampingoverschot van ca. 25 mm.

Bij gemiddelde klimatologische omstandigheden bedroeg bij een slootpeil van 0,3 respectievelijk 0,7 en 1 m-m.v. de grondwaterstand in het voorjaar (maart-april) ca. 0,2 respectievelijk 0,4 en 0,5 m-m.v.

Bij hoog slootpeil kan het in een nat voorjaar tot mei duren alvorens een voldoende draagkracht tot stand komt.

LITERATUUR

- BOXEM, Tj., 1966, 1967, 1968. Stikstofbemesting in het voorjaar op grasland. PAW-versl. Interpr. Proev. nr 113, 117, 122 en 125.
- , 1970 en 1972. Stikstofbemesting in het voorjaar op grasland. De invloed van een diepe ontwatering. PAW-verslag over 1969, nr 140 en over 1970 nr 150.
- BURG, P.F.J. VAN, 1968. Nitrogen fertilizing of grassland in spring. Neth. Nitt. Techn. Bull. 6. Agric. Bur. van Neth. Nitr. Fert. Industry.
- CONSULENTSCHAP VOOR DE VEEHOUDERIJ UTRECHT, 1973. Ontwateringsproef 'Eemland'.
- HOOGERKAMP, M. en WOLDRING, J.J., 1965. Ontwatering van rivierklei. PAW. Med. nr 116.
- JAGTENBERG, W.D., 1961-1963. Vijftien jaar bruto-opbrengstbepaling op grasland. Verslagen van het C I-203-onderzoek. Deel I tot en met IV. PAW-Med. nr 57, 57A, 73 en 85.
- en Th.A. DE BOER, 1967. Het effect van stikstofbemesting op gewasopbrengst van grasland bij diverse ontwateringstoestan- den en grondsoorten. PAW-Med. nr 135.
- 1968. Vervroeging van grasgroei in het voorjaar. Stikstof 5, 57.
- MINDERHOUD, J.W., 1960. Grasgroei en grondwaterstand. Onderzoekingen over de betekenis van de grondwaterstand voor komklei gras- land. Diss. LH-Wageningen.
- OOSTENDORP, D. en J.A. KEUNING, 1960 en 1961. Stikstofbemesting in het voorjaar op grasland. PAW-verslagen van interprovinciale proeven (serie 70), nr 75 en 85.
- en Tj. BOXEM, 1963-1964 en 1965. Stikstofbemesting in het voorjaar op grasland. PAW-versl. Interprov. Proev. nr 95, 100 en 106.
- POSTMUS, J., 1976 tot en met 1980. De stikstofbemesting van grasland. Het tijdstip van stikstof strooien in het voorjaar. Stikstof nr 82, 85, 87, 90 en 94.

- PRINS, W.H., P.F.J. VAN BURG en H. WIELING, 1980. The seasonal response of grassland to nitrogen at different intensities of nitrogen fertilization, with special reference to methods of response measurements. Proc. Int. Symp. Eur. Grassl. Fed. Wageningen.
- SCHOTHORST, C.J., 1974. Effecten van polderpeilverlaging voor veenweidegronden in de Alblasserwaard. Med. ICW 149.
- , 1978. Het zakkingsproces bij ontwatering van de westelijke veenweidegronden. Landb. Tijdschr. PT 90,6. Verspr. Overdr. ICW 217.
- WIELING, H., 1972. Stikstofbemesting en de produktie van grasland. Cursus Weidebouw, Voederwinning en Conservering. Deel II, 1972.
- WOLDRING, J.J., 1975. Stikstofbemesting op grasland in het voorjaar. Rapport nr 33. Proefst. Rundveehouderij.

Datum opbrengst van 1,5 respectievelijk 3 ton droge stof per ha bij N-gift van 0 respectievelijk 60-90 kg per ha op proefvelden in de periode 1959 tot en met 1979

Jaar	Proefveld	Grond- soort	Regio	N/ha		0		60-90	
				Gem. grondw. mrt.apr.		Datum opbrengst		Datum opbrengst	
						1,5	3,0	1,5	3,0
1959	IB - 407	zand	noord	> 40		4/5	23/5	19/4	1/5
1959	IB - 380	klei	noord	> 40		11/5	30/5	22/4	6/5
1960	IB - 549	zand	noord	> 40		14/5	1/6	23/4	6/5
1960	PAW-WD - 570	zand	noord	85		1/5	22/5	22/4	5/5
1960	PAW-WO -1590	zand	oost	80		6/5	27/5	26/4	9/5
1960	PAW-OO -1727	zand	oost	80		29/4	20/5	22/4	5/5
1960	PAW-Ve -1325	zand	oost	120		6/5	27/5	23/4	6/5
1960	PAW-Ve -1326	zand	oost	150		10/5	31/5	29/4	12/5
1960	PAW-MB - 497	zand	zuid	120		2/5	23/5	17/4	30/4
1960	PAW-NL - 721	zand	zuid	50		20/5	10/6	2/5	15/5
1960	PAW-NL - 756	zand	zuid	50		21/5	11/6	28/4	11/5
1960	IB - 556	klei	noord	> 40		3/5	15/5	22/4	5/5
1960	PAW-ZWF- 801	klei	noord	75		27/4	12/5	19/4	1/5
1960	PAW-WO -1600	klei	noord	100		27/4	12/5	18/4	30/4
1960	PAW-ZGe-1205	klei	mid.	100		18/4	3/5	13/4	25/4
1960	PAW-ZGe-1206	klei	mid.	100		19/4	4/5	19/4	1/5
1960	PAW-NNH-2117	zav.	west	60		16/4	1/5	11/4	23/4
1960	PAW-ZNH- 640	klei	west	60		23/4	8/5	17/4	29/4
1960	PAW-ZWF- 800	klei/veen	noord	30		7/5	20/5	30/4	11/5
1960	PAW-ZNH- 641	klei/veen	west	30		28/4	11/5	22/4	3/5
1960	PAW-ZNH- 642	klei/veen	west	70		27/4	10/5	19/4	30/4
1961	PAW-ZWF- 801	klei	noord	45		26/4	11/5	18/4	30/4
1961	PAW-WO -1613	klei	noord	55		4/5	17/5	23/4	5/5
1961	PAW-ZGe-1271	klei	mid.	-		23/4	8/5	14/4	26/4
1961	PAW-ZGe-1272	klei	mid.	-		14/5	16/5	20/4	2/5
1961	PAW-ZGe-1273	klei	mid.	-		2/5	17/5	21/4	3/5
1961	PAW-ZGe-1274	klei	mid.	-		27/4	12/5	16/4	28/4
1961	PAW-NNH-1278	klei	west	75		4/5	29/5	24/4	6/5
1961	PAW-ZNH- 686	klei	west	55		28/4	13/5	16/4	28/4
1961	PAW-WBr-2710	klei	west	65		21/4	6/5	15/4	27/4
1961	PAW-ZWF- 800	klei/veen	noord	25		11/5	24/5	3/5	14/5
1961	PAW-ZNH- 687	klei/veen	west	30		26/4	9/5	18/4	29/4
1961	PAW-U - 630	klei/veen	west	35		26/4	9/5	18/4	29/4
1961	PAW-WD - 625	veen	noord	15		8/5	21/5	5/5	16/5
1961	PAW-WO -1612	veen	noord	45		2/5	15/5	18/4	29/4
1961	PAW-ZNH- 688	veen	west	20		3/5	16/5	28/4	9/5
1961	PAW-U - 631	veen	west	15		22/4	5/5	14/4	25/4
1961	PAW-WD - 624	noord	noord	70		1/5	26/5	22/4	5/5
1961	PAW-WO -1611	zand	oost	40		12/5	2/6	27/4	10/5
1961	PAW-OO -1734	zand	oost	-		12/5	2/6	24/4	7/5
1961	PAW-OO -1735	zand	oost	40		8/5	29/5	23/4	6/5

Jaar	Proefveld	Grond- soort	Regio	N/ha Gem. grondw. mrt.apr.	0		60-90	
					Datum		Datum	
					opbrengst		opbrengst	
					1,5	3,0	1,5	3,0
1961	PAW-Ve -1377	zand	oost	50	27/4	18/5	18/4	1/5
1961	PAW-Ve -1378	zand	oost	75	24/4	15/5	15/4	28/4
1961	PAW-NBr- 541	zand	zuid	-	29/4	20/5	16/4	29/4
1961	PAW-ZL -2133	Löss	zuid	-	23/4	8/5	12/4	24/4
1962	PAW-WO -1685	klei	noord	50	21/5	6/6	10/5	22/5
1962	PAW-NNH-2207	zavel	noord	55	20/5	4/6	8/5	20/5
1962	PAW-ZGe-1336	klei	mid.	-	27/5	12/6	18/5	30/5
1962	PAW-ZGe-1337	klei	mid.	-	19/5	3/6	14/5	26/5
1962	PAW-ZGe-1338	klei	mid.	-	21/5	5/6	14/5	26/5
1962	PAW-ZGe-1339	klei	mid.	-	19/5	3/6	8/5	20/5
1962	PAW-ZNH- 735	klei	west	50	26/5	10/6	13/5	25/5
1962	PAW-WBr-2744	klei	west	20	13/6	28/6	24/5	5/6
1962	PAW-ZWF- 800	klei/veen	noord	20	28/5	10/6	20/5	31/5
1962	PAW-WO -1686	veen	noord	45	31/5	13/6	24/5	4/6
1962	PAW-ZNH- 736	veen	west	15	5/6	18/6	30/5	10/6
1962	PAW-ZNH- 737	veen	west	15	6/6	19/6	27/5	7/6
1962	PAW- 748	veen	west	25	5/6	18/6	1/6	12/6
1962	PAW- 749	veen	west	20	20/5	2/6	14/5	25/5
1962	PAW-WD -1684	zand	noord	40	28/5	18/6	16/5	29/5
1962	PAW-NNH-2208	zand	noord	55	4/6	27/6	20/5	2/6
1962	PAW-OO -1762	zand	mid.	25	14/6	5/7	3/6	16/6
1962	PAW-OO -1763	zand	mid.	45	7/6	28/6	27/5	9/6
1962	PAW-Ve -1439	zand	mid.	80	26/5	16/6	15/5	28/5
1962	PAW-Ve -1440	zand	mid.	50	30/5	20/6	17/5	30/5
1962	PAW-MBr- 578	zand	zuid	100	23/5	13/6	10/5	23/5
1962	PAW-ZL -2133	löss	zuid	-	17/5	1/6	9/5	21/5
1963	PAW-WD - 686	zand	noord	55	7/6	28/6	29/5	11/6
1963	PAW-OO -1793	zand	oost	80	22/5	12/6	13/5	26/5
1963	PAW-OGGe-1524	zand	oost	40	5/6	26/6	25/5	7/6
1963	PAW-Ve -1513	zand	oost	35	30/5	20/6	19/5	1/6
1963	PAW-MB - 642	zand	zuid	-	24/5	14/6	16/5	29/5
1963	PAW-ZL -2334	löss	zuid	-	16/5	31/5	7/5	19/5
1963	PAW-WO -1719	klei/veen	noord	40	26/5	8/6	21/5	1/6
1964	PAW-WD - 720	zand	noord	85	27/5	17/6	13/5	26/5
1964	PAW-OGGe-1569	zand	oost	75	10/5	31/5	1/5	14/5
1964	PAW-Ve -1535	zand	oost	60	21/5	11/6	8/5	21/5
1964	PAW-MB - 646	zand	zuid	-	20/5	10/6	9/5	22/5
1964	PAW-ZVL-1042	zand	zuid	-	16/5	6/6	1/5	14/5
1964	PAW-ZGe-1390	klei	mid.	60	13/5	28/5	8/5	20/5
1965	PAW-OGGe-1611	zand	oost	40	20/5	10/6	8/5	21/5
1965	PAW-Ve- 1575	zand	oost	30	19/5	9/6	9/5	22/5
1965	PAW-MB- 678	zand	zuid	-	17/5	7/6	3/5	16/5
1965	PAW-MB- 678	zand	zuid	-	17/5	7/6	3/5	16/5
1965	PAW-ZVL-1074	zand	zuid	-	23/5	13/6	8/5	21/5
1965	PAW-ZGe-1411	klei	mid.	90	10/5	25/5	3/5	15/5

Jaar	Proefveld	Grond- soort	Regio	N/ha Gem. grondw. mrt.apr.	0		60-90	
					Datum opbrengst		Datum opbrengst	
					1,5	3,0	1,5	3,0
N=T ₂	1966 PAW-NGr-3100	zeeklei	noord	23	24/5	18/6	12/5	24/5
	1966 PAW-ZGe-1462	rivierklei	mid.	35	13/5	28/5	6/5	18/5
	1966 PAW-U -1241	rivierklei	mid.	90	13/5	28/5	4/5	16/5
	1966 PAW-ZNH- 892	klei/veen	west	10	20/5	2/6	8/5	19/5
	1966 PAW-ZNH- 893	klei/veen	west	50	9/5	22/5	3/5	14/5
	1966 PAW-OF -1187	veen	noord	15	13/5	26/5	7/5	18/5
	1966 PAW-U -1243	veen	west	20	21/5	3/6	16/5	27/5
	1966 PAW-U -1242	zand	mid.	20	20/5	10/6	5/5	18/5
	1966 PAW-Ve -1634	zand	mid.	50	21/5	11/6	4/5	17/5
	1966 PAW-OG-1583	zand	mid.	50	17/5	7/6	6/5	19/5
	1966 PAW-OO -1880	zand	mid.	10	19/5	9/6	7/5	20/5
	1966 PAW-WO -1816	zand	mid.	35	18/5	18/6	6/5	19/5
	1966 PAW-OD -1315	zand	noord	15	24/5	14/6	10/5	23/5
	1966 PAW-WD -812	zand	noord	130	18/5	8/6	9/5	22/5
	1966 PAW-OF -1186	zand	noord	40	31/5	21/6	19/5	1/6
	1966 PAW-NF -1640	zand	noord	40	22/5	12/6	10/5	23/5
	1966 PAW-MB - 722	zand	zuid	-	23/5	13/6	13/5	26/5
	1966 PAW-NOB-1010	zand	zuid	15	19/5	9/6	8/5	21/5
	1966 PAW-ZL -2449	löss	zuid	-	11/5	26/5	4/5	16/5
	1966 PAW-ZL -2450	löss	zuid	-	7/5	22/5	29/4	11/5
T ₂ =+ $\frac{1}{3}$	1967 PAW-NGr-3142	zand	noord	-	20/5	10/6	11/5	24/5
	1967 PAW-OF -1186	zand	noord	25	23/5	13/6	10/5	23/5
	1967 PAW-WD - 859	zand	noord	125	20/5	10/6	11/5	24/5
	1967 PAW-OD -1352	zand	noord	55	23/5	13/6	8/5	21/5
	1967 PAW-OO -1913	zand	mid.	55	30/5	20/6	12/5	25/3
	1967 PAW-OG-1700	zand	mid.	60	26/5	16/6	12/5	25/5
	1967 PAW-Ve -1680	zand	mid.	80	9/5	30/5	27/4	10/5
	1967 PAW-MB - 767	zand	zuid	65	26/5	16/6	8/5	21/5
	1967 PAW-NGr-3143	zeeklei	noord	25	28/5	12/6	17/5	29/5
	1967 PAW-ZGe-1477	rivierklei	mid.	125	13/5	28/5	1/5	13/5
	1967 PAW-ZGe-1478	rivierklei	mid.	65	7/5	22/5	22/4	4/5
	1967 PAW-U -1262	klei/veen	west	50	9/5	22/5	29/4	10/5
	1967 PAW-U -1274	klei/veen	west	30	17/5	30/5	5/5	16/5
	1967 PAW-ZNH- 929	klei/veen	west	30	7/5	20/5	28/4	9/5
	1967 PAW-ZNH- 930	klei/veen	west	55	14/5	27/5	7/5	18/5
	1967 PAW-NF -1640	veen	noord	25	15/5	28/5	6/5	17/5
	1967 PAW-OF -1187	veen	noord	35	17/5	30/5	7/5	18/5
	1967 PAW-WD - 860	veen	noord	25	21/5	3/6	16/5	27/5
	1967 PAW-U -1263	veen	west	35	20/5	2/6	6/5	17/5
	1967 PAW-ZL -2449	löss	zuid	-	11/5	26/5	3/5	15/5
T ₂ = $\frac{1}{3}$	1968 PAW-NF -1700	zand	noord	55	7/5	28/5	27/4	10/5
	1968 PAW-OF -1186	zand	noord	35	9/5	30/5	26/4	9/5
	1968 PAW-WD - 913	zand	noord	>100	20/5	10/6	7/5	20/5
	1968 PAW-OD -1405	zand	noord	110	17/5	7/6	3/5	16/5
	1968 PAW-OO -1945	zand	mid.	65	14/5	4/6	1/5	14/5

Jaar	Proefveld	Grond- soort	Regio	N/ha	Gem. grondw. mrt.apr.	0		60-90	
						Datum opbrengst		Datum opbrengst	
						1,5	3,0	1,5	3,0
1968	PAW-OGē-1707	zand	mid.	>100		7/5	28/5	28/4	11/5
1968	PAW-Vē -1717	zand	mid.	100		15/5	5/6	29/4	12/5
1968	PAW-NOB-1068	zand	zuid	50		24/5	14/6	8/5	21/5
1968	PAW-ZGe-1506	rivierklei	mid.	95		7/5	22/5	27/4	9/5
1968	PAW-ZGe-1507	rivierklei	mid.	95		4/5	19/5	25/4	7/5
1968	PAW-U -1283	klei/veen	west	70		1/5	14/5	27/4	8/5
1968	PAW-U -1284	klei/veen	west	50		12/5	25/5	6/5	17/5
1968	PAW-ZNH- 952	klei/veen	west	30		4/5	17/5	28/4	9/5
1968	PAW-ZNH- 953	klei/veen	west	70		4/5	17/5	27/4	8/5
1968	PAW-OF -1187	veen	noord	40		4/5	17/5	30/4	11/5
1968	PAW-WD - 914	veen	noord	35		18/5	31/5	13/5	24/5
1968	PAW-U -1285	veen	west	50		9/5	22/5	2/5	13/5
1968	PAW-NZH- 38	veen	west	50		25/4	8/5	18/4	29/4
1968	PAW-NZH- 39	veen	west	25		30/4	13/5	22/4	3/5
1968	PAW-ZL -2449	löss	zuid	-		16/5	31/5	8/5	20/5
1968	PZW-ZL -2450	löss	zuid	-		7/5	22/5	1/5	13/5
1968	PAW-ZL -2450	löss	zuid	-		7/5	7/5	22/5	13/5
1969	IB- 1472	zand	noord	nat		4/6	20/6	25/5	6/6
1969	IB -1473	klei	noord	norm.		21/5	6/6	11/5	24/5
1970	IB -1604	zand	noord	norm.		21/5	4/6	12/5	26/5
1970	IB-1605	klei	noord	norm.		17/5	29/5	8/5	19/5
1971	IB-1802	klei	noord	norm.		19/5	5/6	6/5	15/5
1971	IB-1801	zand	noord	droog		20/5	8/6	10/5	23/5
1971	PR- 15	zand	zuid	goed		14/5	5/6	3/5	19/5
1971	PR- 18	zand	mid.	goed		6/5	27/5	26/4	9/5
1971	PR- 16	zeeklei	noord	goed		12/5	26/5	30/4	15/5
1971	PR- 17	veen	west	goed		27/4	11/5	21/4	4/5
1971	PR- 19	veen	noord	goed		11/5	31/5	30/4	13/5
1972	PR-1956	zand	noord	droog		9/5	5/6	24/4	7/5
1972	PR- 97	zand	zuid	goed		9/5	24/5	1/5	13/5
1972	PR- 100	zand	mid.	goed		10/5	4/6	28/4	12/5
1972	PR- 99	veen	west	goed		2/5	14/5	25/4	4/5
1972	PR- 101	veen	noord	goed		2/5	16/5	28/4	9/5
1972	PR- 102	veen	noord	goed		7/5	18/5	29/4	10/5
1972	PR- 96	löss	zuid	-		25/4	8/5	21/4	4/5
1973	IB-1956	zand	noord	droog		20/5	23/6	3/5	17/5
1973	PR- 202	zand	mid.	goed		18/5	9/6	6/5	17/5
1973	PR- 203	zand	zuid	goed		14/5	11/6	28/4	15/5
1973	PR- 201	veen	west	goed		18/5	2/6	10/5	20/5
1973	PR- 204	veen	noord	goed		8/5	24/5	28/4	10/5
1974	IB-2141	zand	noord	norm.		25/4	22/5	12/4	29/4
1975	IB-2141	zand	noord	norm.		27/4	15/5	20/4	3/5
1975	IB-2211	zand	noord	nat		23/5	17/6	6/5	17/5
1975	IB-2210	veen	noord	goed		28/4	10/5	25/4	5/5

Bijlage 1 vervolg

Jaar	Proefveld	Grond- soort	Regio	N/ha	Gem. grondw. mrt/apr.	0		60-90	
						Datum opbrengst		Datum opbrengst	
						1,5	3,0	1,5	3,0
1976	IB -2315	zand	noord	droog		14/6	15/7	21/7	9/6
1976	IB -2317	zand	noord	nat		15/5	26/5	5/5	16/5
1976	IB -2316	klei	noord	goed		15/5	27/5	-	-
1976	IB -2363	veen	noord	goed		5/5	18/5	29/4	10/5
1977	IB -2363	zand	noord	droog		10/6	-	15/5	27/5
1977	IB -2364	zand	noord	nat		26/5	12/6	16/5	26/5
1977	IB -2367	zand	zuid	nat		22/5	11/6	9/5	20/5
1977	IB -2366	zand	mid.	norm.		17/5	2/6	4/5	15/5
1977	IB -2368	zand	zuid	droog		15/5	31/5	-	-
1977	IB -2365	veen	noord	goed		14/5	25/5	6/5	15/5
1978	IB -2445	klei	noord	norm.		11/5	22/5	6/5	16/5
1978	IB -2447	zand	zuid	nat		17/5	3/6	4/5	16/5
1978	IB -2448	zand	zuid	droog		14/5	31/5	2/5	15/5
1978	IB -2465	zand	mid.	norm.		14/5	8/6	2/5	14/5
1978	IB -OW - 105	veen	mid.	goed		10/5	23/5	30/4	11/5
1979	ICW-OL	klei/veen	noord	norm.		11/5	24/5	8/5	19/5
1979	ICW-OL	klei/veen	noord	nat		24/5	6/6	20/5	31/5
1979	ICW-He	zand	mid.	droog		3/6	20/6	25/5	6/6
1979	ICW-Ze	veen	west	goed		16/5	29/5	9/5	20/5