



Proefstation voor de
Rundveehouderij,
Schapenhouderij en
Paardenhouderij

Waiboer-
hoeve

ROC's

Regionale
Onderzoek
Centra

Rapport nr. 142

Verfijning stikstofbemestingsadvies voor grasland naar gebruikswijze

M. Mooij (IKC-RSP)
Th. V. Vellinga (PR)

ARCHIEF
Voorlichting



Oktober 1992

Colofon

Uitgever:

Proefstation voor de Rundveehouderij,
Schapehouderij en Paardenhouderij (PR),
Runderweg 6, 8219 PK Lelystad

Redactie:

Afdeling Voorlichting
van het PR.

Drukker:

Drukkerij de Boer
Lelystad

Niets uit dit rapport mag zonder overleg
met het Proefstation worden overgenomen

ISSN 0169-3689
Eerste druk 1992/oplage 450

De onderzoekcentra



Dit rapport is uitsluitend verkrijgbaar
door storting van f 25,- op Postbank
nr. 2307421 van het Proefstation PR,
Runderweg 6, 8219 PK Lelystad met
vermelding: Rapport nr. 142.

Referaat

Verfijning stikstofbestedingsadvies voor grasland naar
gebruikswijze (PR-rapport 142)/M. Mooij, Th. V. Vellinga -
Lelystad, 1992.

Onderzoek naar de mogelijkheden tot het verfijnen van
het stikstofadvies voor grasland naar gebruikswijze
(maaien/weiden) door middel van analyse van
praktijkproeven en een modelberekening.

Trefw.: Stikstofbestedingsadvies, N-respons, beweiding.

Proefstation voor de
Rundveehouderij,
Schapenhouderij
Paardenhouderij (PR),
Lelystad

Waiboer-
hoeve

Regionale
Onderzoek
Centra

**VERFIJNING STIKSTOFBEMESTINGSADVIES
VOOR GRASLAND NAAR GEBRUIKSWIJZE**

*(Improvement of nitrogen fertilizer recommendation
for grassland based on grassland use)*

In samenwerking met het Informatie en Kenniscentrum Veehouderij,
afdeling Rundvee-, Schapen- en Paardenhouderij (IKC-RSP)

M. Mooij
Th.V. Vellinga

VOORWOORD

In 1988 heeft de Taakgroep Grasland en Ruwvoederonderzoek van de Nationale Raad voor het Landbouwkundig Onderzoek (NRLO) een werkgroep "Verfijning N-bemestingsadvies voor Grasland" in het leven geroepen. In deze werkgroep participeren medewerkers van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (IB), Nederlands Meststoffen Instituut (NMI), Landbouwuniversiteit (LUW), Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO), Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek (BLGG), Proefstation voor de Rundveehouderij (PR) en het Informatie en Kennis Centrum Veehouderij (IKC-V).

Binnen de Werkgroep Verfijning N-advies bestond al enige tijd de wens om na te gaan of er in de stikstofadviezen rekening moet worden gehouden met de gebruikswijze (maaïen of weiden) van het grasland. Dit heeft geresulteerd in de hier gepresenteerde studie.

Op deze plaats willen we iedereen bedanken die een bijdrage heeft geleverd aan het tot stand komen van dit rapport.

M. Mooij

Th.V. Vellinga

november, 1992

SAMENVATTING

Het doel van de hier beschreven studie was om na te gaan of de stikstofrespons van grasland op extra toegevoegde stikstof onder beweidingsomstandigheden anders verloopt dan onder maaiomstandigheden (bij een gelijk oogststadium). Zo ja, waardoor dit wordt veroorzaakt en hoe daar in een nieuw stikstofadvies rekening mee kan worden gehouden.

Om een antwoord te vinden op bovenstaande vraag, is een aantal proeven geanalyseerd, waarin zowel maai- als beweidingsobjecten naast elkaar aanwezig waren, die in een gelijk stadium werden geoogst. Het betreft hier tienjarige proeven van het voormalig Proefstation voor de Akker- en Weidebouw (PAW) op klei-, zand- en veengrond en tweejarige proeven van de Landbouwniversiteit (LUW) op klei- en zandgrond. Met behulp van regressie-analyse in combinatie met een t-toets is gekeken of de stikstofrespons onder beweidingsomstandigheden significant afweek van de stikstofrespons onder maaiomstandigheden.

Uit de analyse van de proeven bleek dat er tendensen zijn dat de stikstofrespons bij weiden lager is dan bij maaien, maar dat de variatie tussen locaties en tussen jaren op dezelfde locatie zeer groot is. De variatie is te groot om in het nieuwe stikstofadvies bij beweiding te kunnen voistaan met een eenvoudige correctie op de maaiadviezen. Om meer inzicht te krijgen in de oorzaken van de grote variatie in de genoemde proeven, zijn modelberekeningen uitgevoerd.

In de modelberekeningen werd nagegaan wat diverse factoren die bij beweiding een rol spelen voor invloed hebben op de ds-opbrengst. De ds-opbrengst bij maaien diende bij deze berekeningen als uitgangspunt. De beweidingfactoren die hierbij werden onderscheiden waren: terugkeer van nutriënten via mest en urine, afwijkende hergroei, urinebrandplekken en vertrapping. Deze factoren kunnen in twee groepen worden gesplitst: de afwijkende hergroei en de terugkeer van nutriënten via mest en urine zullen altijd een rol spelen bij beweiding; urineverbranding en vertrapping alleen onder specifieke omstandigheden.

Uit de modelberekeningen bleek dat afwijkende hergroei en terugkeer van nutriënten via mest en urine samen relatief weinig invloed hebben op de ds-opbrengst en daarmee op de optimale stikstofgift. Door deze factoren daalt de optimale stikstofgift met ongeveer 35 kg per ha per jaar in vergelijking met alleen maaien. De invloed van urineverbranding en vertrapping is, indien de grond daar gevoelig voor is, vaak veel groter. In ernstige gevallen van urineverbranding kan de optimale N-gift wel meer dan 100 kg per jaar lager zijn dan bij maaien.

Op basis van de proefresultaten en de modelberekeningen kan gesteld worden dat het niet zinvol lijkt om in het stikstofadvies expliciet rekening te houden met het feit of het grasland gemaaid dan wel beweid wordt. De invloed van afwijkende hergroei en de terugkeer van nutriënten via mest en urine, de min of meer constante factoren bij beweiding, blijken gering te zijn. Te gering om daar in praktische adviezen rekening mee te houden. Andere factoren van beweiding, zoals schade door vertrapping en urinebrandplekken, kunnen sterk variëren. De grootte van deze factoren kan het beste ter plaatse van jaar tot jaar worden ingeschat door het bepalen van de zodekwaliteit. Wanneer bij de bemesting rekening wordt gehouden met de zodekwaliteit wordt impliciet rekening gehouden met de eventuele schade aan de grasmat die is ontstaan door beweiding.

Neuteboom et al (1992) hebben een methode ontwikkeld om de zodekwaliteit van een grasmat te kunnen beoordelen. Misschien is het mogelijk om via deze methode bij de stikstofbemesting rekening te houden met de zodekwaliteit. Om deze methode in te kunnen zetten voor een nauwkeuriger bemesting zal echter eerst meer onderzoek moeten worden gedaan.

SUMMARY

The aim of the present study was to examine whether there is a difference in N response of grassland to N dressings when the land is being used for grazing or for mowing (with the stadium of development during harvest being the same). If this is so, what brings about this difference and how can it be taken into account in a new N fertilizer recommendation?

To find an answer to this question, a number of experiments were analysed which included mowing and grazing objects together, which had been harvested at the same stage of development. The data considered are the results of ten-year experiments by the former Research Station for Arable and Grassland Farming (PAW) on clayey, sandy and peat soils and of two-year experiments by Wageningen Agricultural University (LUW) on clayey and sandy soils. With the help of regression analysis in combination with a t-test it was studied whether the N response of grassland used for grazing differs significantly from the N response of grassland used for mowing.

The analysis of the test results showed tendencies that the N response of grassland used for grazing is lower than of that used for mowing. It also appeared that the variation between various locations and between different years at the same location is very wide. The variation is too wide that a simple correction in an N recommendation given for mowing would suffice to adapt it for grazing. Model calculations have been carried out to get a better insight into the causes of this wide variation.

In the model calculations various factors have been looked into which are involved during grazing affecting the DM yield. These calculations were based on the DM yields of grassland used for mowing. The factors distinguished for grazing were the recirculation of nutrients via dung and urine, irregular regrowth, urine scorching, and poaching, which factors can be split up into two groups. Irregular regrowth and recirculation of nutrients via dung and urine will always manifest themselves during grazing, whereas urine scorching and

poaching apply under specific conditions only.

The model calculations have proven that irregular regrowth and recirculation of nutrients via dung and urine together not very much affect the DM yield and consequently the optimum N application. Compared with mowing only, these factors cause the optimum annual N application to fall by approx. 35 kg/hectare. On soils susceptible to these factors, the effects of urine scorching and poaching is often much larger. In severe cases of urine scorching the optimum annual N application can be as much as 100 kg/hectare less than when the grassland is used for mowing.

On the basis of the test results and the model calculations it can be stated that it does not seem advisable to take the grassland use (mowing or grazing) explicitly into account for drafting the N recommendation. The effects of the more or less constant grazing factors (irregular regrowth and recirculation of nutrients via dung and urine) prove to be small, at least too small to take them into account in recommendations for practical farming. Other grazing factors (damage due to poaching and urine scorching) can vary widely. The extent of these factors can best be determined from year to year by assessing the sward quality. When the sward quality is considered in the fertilizer recommendation, any sward damage due to grazing will be implicitly taken into account.

Neuteboom et al. (1992) developed a method to determine the sward quality. This method might be a useful tool for considering the sward quality where the N application is involved. More research will have to be performed, however, to be able to apply this method to achieve a more accurate N fertilizer recommendation method.

A list of translations of captions for tables and appendices is given from page 75 onwards.

1. INLEIDING	1
2. ANALYSE BEWEIDINGSPROEVEN	3
2.1 Inleiding	3
2.2 Het gebruikte proefmateriaal	3
2.2.1 PAW-proeven	3
2.2.2 LUW-proeven	7
2.3 Methode	10
2.4 Resultaten	13
2.4.1 PAW-proeven	15
2.4.2 LUW-proeven	22
2.5 Discussie	25
3. MODELMATIGE BENADERING	29
3.1 Inleiding	29
3.2 Uitgangspunten	30
3.2.1 Grasopbrengst en gebruiksschema	30
3.2.2 Terugkeer van nutriënten via mest en urine	32
3.2.3 Afwijkende hergroei	33
3.2.4 Urinebrandplekken	35
3.2.5 Vertrapping	36
3.3 Resultaten	40
3.4 Discussie	47
4. EINDCONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	49
LITERATUUR	51
BIJLAGEN	53

1. INLEIDING

In het najaar van 1992 zal een nieuw stikstofadvies voor grasland worden geïntroduceerd. Dit nieuwe stikstofadvies houdt beter rekening met de behoeften van het gras onder specifieke omstandigheden dan het huidige advies.

Het huidige advies is zeer grof: voor alle grondsoorten geldt een adviesgift van 400 kg N per ha per jaar op intensieve bedrijven. Alleen op goed ontwaterde veengrond is het advies wat lager vanwege de hogere stikstofmineralisatie op deze gronden. Het advies bedraagt daar 250 kg N per ha per jaar.

Het nieuwe advies is verfijnder. Zo wordt in het nieuwe advies, zoals dat in concept klaar is, rekening gehouden met het stikstofleverend vermogen van de grond (NLV) en het vochtleverend vermogen van de grond (VLV).

Het nieuwe advies in zijn huidige vorm is alleen gebaseerd op maaiproeven. Bij het gebruik van het nieuwe advies voor een weidesnede wordt alleen rekening gehouden met het feit dat een weidesnede over het algemeen in een vroeger stadium wordt geoogst dan een maaisnede. Met andere factoren die bij beweiding een rol spelen, zoals extra toevoer van nutriënten via mest en urine en verminderd produktievermogen van het gras vanwege vertrapping en urinebrandplekken, wordt nog geen rekening gehouden.

Volgens Lantinga (1988) is de respons van grasland op extra toegevoerde stikstof onder beweidingsomstandigheden slechter dan onder maaiomstandigheden. De relatie tussen N-gift en ds-opbrengst zou bij weiden dus vlakker lopen dan bij maaien. Lantinga geeft als verklaring voor de afvlakking van de opbrengstcurve dat bij lage stikstofniveaus tot ongeveer 200 kg N per ha de ds-opbrengst bij weiden positief wordt beïnvloed door stikstof uit mest en urine. Boven de 200 kg N is de stikstof uit mest en urine nauwelijks meer van betekenis, maar gaan wel de negatieve aspecten van beweiding, zoals vertrapping en urineverbranding, een grote rol spelen.

Het doel van de hier beschreven studie was om na te gaan of de respons van grasland op extra toegevoerde stikstof onder beweidingsomstandigheden inderdaad anders verloopt dan onder maaiomstandigheden (bij een gelijk oogststadium). Zo ja, waardoor wordt dit veroorzaakt en hoe kan daar in het

nieuwe N-advies rekening mee worden gehouden.

In eerste instantie is een aantal proeven geanalyseerd, waarin zowel maai- als beweidingsobjecten naast elkaar aanwezig waren. De analyse van deze proeven wordt beschreven in hoofdstuk 2.

De resultaten van de analyses van de proeven bleken zeer uiteen te lopen. Daarom is getracht door middel van een modelberekening wat meer inzicht te krijgen in de factoren die er voor zorgen dat de grasgroei, en dus ook de N-respons, bij beweiding anders verloopt dan bij maaien. Deze modelberekening wordt in hoofdstuk 3 beschreven.

In hoofdstuk 4 zullen slotconclusies worden getrokken en aanbevelingen worden gedaan voor verfijning van het N-advies op basis van de bevindingen in de hoofdstukken 2 en 3.

2. ANALYSE BEWEIDINGSPROEVEN

2.1 Inleiding

Voor de vergelijking tussen maaien en weiden is gebruik gemaakt van proeven van het voormalige Proefstation voor de Akker- en Weidebouw (PAW) en de Landbouwwuniversiteit in Wageningen (L.U.W.). Dit waren proeven met stikstoftrappen, waarbij naast de beweidingsobjecten, maaiobjecten aanwezig waren, die gelijktijdig met de beweidingsobjecten werden geoogst. Alle waargenomen verschillen kunnen dus in principe worden toegeschreven aan specifieke invloeden van beweiding, anders dan alleen de verschillen in oogststadium.

De proeven zijn geanalyseerd door middel van driekwadrantenfiguren. Deze geven een goed inzicht in de invloed van toegevoerde stikstof op de ds-productie en de N-opname onder maai- en beweidingssomstandigheden. Vervolgens is het materiaal verder geanalyseerd met behulp van regressie-analyse.

Het gebruikte proefmateriaal wordt in paragraaf 2.2 besproken. In paragraaf 2.3 wordt een uitleg gegeven van de gevolgde methode. De resultaten worden besproken in paragraaf 2.4. In paragraaf 2.5 volgt de discussie.

2.2 Het gebruikte proefmateriaal

2.2.1 PAW-proeven

Van 1960 t/m 1971 zijn door het toenmalige Proefstation voor de Akker- en Weidebouw maai- en beweidingproeven bij verschillende stikstoftrappen uitgevoerd. Deze proeven worden uitvoerig beschreven door Boxem (1964 t/m 1973). Het doel van deze proeven was om het effect van oplopende stikstofgiften op de bruto-opbrengst van gras te bestuderen. Tevens werd gekeken naar de invloed van de stikstofbemesting op de kwaliteit en de chemische samenstelling van het gras. De proeven werden uitgevoerd op klei-, zand- en veengrond.

De proefvelden zijn in 1960 aangelegd op oud blijvend grasland. In het eerste jaar zijn alleen beweidingproeven uitgevoerd. In 1961 werden op dezelfde

percelen tevens proefvelden aangelegd, die uitsluitend werden gemaaid. De bemesting op deze maaiproefvelden week echter af van de bemesting op de beweidingsproefvelden. Vanaf 1962 liet men de bemesting van de maa- en beweidingsproefvelden met elkaar overeenkomen. Voor de vergelijking tussen maaien en weiden is daarom alleen de periode van 1962 t/m 1971 gebruikt.

Tabel 1 geeft een overzicht van de proefvelden.

Tabel 1 Lokatie en grondsoort van de PAW-proefvelden

Plaats	Proefboerderij	Grondsoort	Proefveldnummer	
			Weiden	Maaien
Wageningen	De Ossenkampen	Klei	PAW 479	PAW 642
Selmien	Bosma Zathe	Zand	PAW 480	PAW 643
Zegveld	Zegveld	Veen	PAW 481	PAW 644

Uit: Boxem en Oostendorp (1967)

De belangrijkste kenmerken van de grondsoorten zijn weergegeven in tabel 2. Deze gegevens zijn het gemiddelde van de tien proefjaren, m.u.v. van de jaren 1964, 1966, 1967 en 1971, omdat daarvan de gegevens ontbreken. Tevens is de hoedanigheidsgraad van het grasland vermeld.

Tabel 2 Bodemgegevens en hoedanigheidsgraad van de PAW-proefvelden (gemiddelde van de proefjaren exclusief '64, '66, '67 en '71)

	Kleigrond	Zandgrond	Veengrond
Naam	poldervaaggrond	veldpodzolgrond	koopveengrond
Type	Rn44C	Hn23x	ohVb
Grondwatertrap	V	V	II
Vochtleverend vermogen			
- klasse	3	2	1
- traject (mm)	100-150	150-200	> 200
pH-KCl 4,8	5,1	4,9	
% Humus	21,8	10,2	43,2
P-Al	47	52	74
K-getal	20	19	16
Hoedanigheidsgraad	7,4	8,6	7,7

Uit: Koomen (1989)

Het beweidingsproefveld omvatte 7 objecten in tweevoud, elk 6 are groot. De

maaiproefvelden, die in alle gevallen één geheel vormden met de beweidingsproefvelden, bestonden uit $4 * 7 = 28$ veldjes (7 objecten in viervoud). De grootte van deze veldjes bedroeg ca. 18 m^2 .

Voor het beweiden werd gebruik gemaakt van twee groepen van 5 pinken, die de perceeltjes in 2 à 3 dagen kaal weidden. Het vee deed in deze proeven alleen dienst om het beweidingseffect in de loop op te nemen, d.w.z. het betreden en eventueel vertrappen van de zode en de terugkeer van een deel van de plantvoedende stoffen op het perceel in de vorm van mest en urine.

Om zoveel mogelijk bij het praktijkgebruik van grasland aan te sluiten, werden de beweidingspercelen één à twee keer per jaar gemaaid. In tabel 3 staat vermeld om welke sneden het gaat.

Op de beweidingsproefvelden werd vlak voor het inscharen van de pinken of voor het maaien voor hooi of kuil, de bruto-opbrengst bepaald door 10 m^2 te maaien. Er werd geoogst zodra bij weiden ca. 10 ton en bij maaien voor hooi of kuil 18 à 20 ton vers gras per hectare aanwezig was. Dit betekent dus dat de tijdstippen waarop bij de verschillende stikstofgiften werd ingeschaard en gemaaid, uiteenliepen. Het tijdstip van maaien op de maaiproefvelden kwam overeen met het tijdstip van oogsten van het overeenkomstige beweidingsproefveld.

Na elke beweiding werden, indien nodig, de bossen gemaaid; dit om te voorkomen dat de opbrengst van de volgende snede zou worden verhoogd door de resten die de pinken hadden laten staan. Ook werd na elke beweiding de mest verspreid.

In tabel 3 wordt een overzicht gegeven van de stikstofgiften per snede. Dit bemestingsschema geldt voor zowel de maaï- als beweidingspercelen. In 1962 en 1963 werden vlakke stikstofbemestingsschema's toegepast. Uit de hoge nitraatgehalten van het gras in het najaar bij deze proeven, bleek dat het geen aanbeveling verdiende iedere snede evenveel stikstof te geven. Vandaar dat in de periode van 1964 t/m 1967 in de loop van het seizoen afnemende giften werden gegeven. Van 1968 t/m 1971 werden naast afnemende stikstofschemas een aantal afwijkende schema's toegepast, waarbij de piek van de stikstof-

Tabel 3 Stikstofbemesting¹⁾ (in kg N/ha) per snede en totaal per jaar (zowel maaien als weiden). Voor de percelen die overwegend werden beweid, is tevens de gebruikswijze per snede aangegeven. (W = weiden, M = maaien)

Object	Totaal	Per snede						
		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°
1962 t/m 1963								
A	0	-	-	-	-	-	-	-
B	100	20	20	20	20	20	-	-
C	150	30	30	30	30	30	-	-
D	200	35	35	35	35	35	35	-
E	240	40	40	40	40	40	40	-
F	300	50	50	50	50	50	50	-
G	420	60	60	60	60	60	60	60
A t/m G		W	W	M ²⁾	W	W	W	W
1964 t/m 1967								
A	0	-	-	-	-	-	-	-
B	100	40	20	20	20	-	-	-
C	150	50	30	30	20	20	-	-
D	200	70	40	40	30	20	-	-
E	250	80	50	40	40	20	20	-
F	350	120	60	60	50	40	20	-
G	450	160	70	70	60	40	30	20
A t/m G	M	W	W	W/M ³⁾	W	W	W	
1968 t/m 1970								
A	0	-	-	-	-	-	-	-
B	150	M	W	W	W	W	-	-
		W	W	M	W	W	-	-
C	150	M	W	W	W	W	-	-
		W	W	W	W	W	-	-
D	300	M	W	W	M	W	W	-
		W	W	W	W	W	W	-
E	300	M	W	W	M	W	W	-
		W	W	W	W	W	W	-
F	450	M	W	W	M	W	W	W
		W	W	W	W	W	W	W
G	450	M	W	W	M	W	W	W
		W	W	W	W	W	W	W

Naar: Boxem (1964 t/m 1973)

¹⁾ Begrote hoeveelheden. De werkelijke hoeveelheden kunnen hier van afwijken, doordat in werkelijkheid vaak een ander aantal sneden werd gerealiseerd als gevolg van verschillen in groeiomstandigheden.

²⁾ De derde snede werd in de meeste, maar niet in alle gevallen gemaaid. Bij een zeer vlotte grasgroei werden in de herfst objecten met hoge N-giften nogmaals gemaaid.

³⁾ Bij de hogere bemestingniveaus werd de vierde snede soms ook gemaaid.

bemesting in de zomer lag. Uit bedrijfsbegrotingen was namelijk gebleken dat dit gunstig zou zijn voor de spreiding van arbeidsbehoefte op het bedrijf. Deze inzichten hebben geen stand gehouden. De objecten met de afwijkende stikstofschemas zijn daarom verder buiten beschouwing gelaten.

De bemesting van fosfaat en kali werd steeds gebaseerd op de analysere-sultaten van het grondonderzoek van de voorafgaande herfst en op het gebruik van het grasland. Op de uitsluitend te maaien proefvelden moest in verband met hogere onttrekking globaal tweemaal zoveel fosfaat en kali worden gestrooid als op de beweidingsproefvelden. Om de twee jaar werden de proefvelden in de herfst met ca. 20 ton stalmest per ha bemest.

2.2.2 LUW-proeven

Van 1986 t/m 1988 zijn door de LU stikstofresponsproeven uitgevoerd op de Minderhoudhoeve bij twee stikstofniveaus, onder maai- en beweidingsomstan-digheden. Van 1985 t/m 1988 zijn soortgelijke proeven uitgevoerd op de Meenthoeve. De proefvelden zijn aangelegd op blijvend grasland. Gegevens van de proefvelden staan in tabel 4.

Tabel 4 Locatie en bodemgegevens LUW-proeven.

Plaats	Proefboerderij	Bodemgegevens
Swifterbant	Minderhoudhoeve	Lichte jonge zeeklei (35% lutum, 8% organische stof in de laag 0-30 cm) goed ontwaterd; groot vochtleverend vermogen
Achterberg	Meenthoeve	Lichte zandgrond (4-5% humus in de laag 0-30 cm) goed ontwaterd; slecht vochtleverend vermogen (werd berekend indien nodig)

Naar: Deenen (1992)

Allereerst zullen de proefopzetten van beide locaties afzonderlijk worden besproken. De delen van de proefopzetten die voor beide locaties gelijk waren zullen aan het eind aan bod komen. Voor een uitvoerige beschrijving van de proeven wordt verwezen naar Deenen (1992).

Minderhoudhoeve (klei)

In 1986, het jaar voorafgaand aan de eigenlijke proefperiode, werden twee percelen van ongeveer één hectare bemest met 250 en 550 kg N per ha per jaar. Deze percelen werden gedurende dit jaar beweid door vaarzen volgens een standweidesysteem.

In de proefjaren 1987 en 1989 werd uitgegaan van een omweidingssysteem. Twee dagen voor iedere beweidingperiode werden twee kleine groepen melkkoeien geselecteerd uit een koppel, die was gehouden op gras met een jaarlijkse stikstofgift van 400 kg N per hectare. De beide groepen werden verdeeld over twee N-niveaus en ingeschaard op 'voorbehandelingspercelen' van ongeveer 0,30 ha, met een jaarlijkse stikstofgift van 250 en 550 kg. Na twee dagen werden de koeien overgebracht naar de eigenlijke proefpercelen van 0,18 ha.

De percelen werden in ongeveer één tot twee dagen afgeweid. Vervolgens werden de dieren omgeweid. Het totale omweidingssysteem bestond uit tien percelen.

In 1988 werden de beweidingproefvelden verkleind tot 0,14 ha. Op een deel van het proefveld dat in 1987 was beweid, werd een maaiproefveld aangelegd.

Meenthoeve (zand)

Tot en met 1984 hadden de proefvelden 400 tot 500 kg N per ha per jaar gekregen. In 1985 werd een oppervlak van 3,20 ha werd in twee blokken verdeeld. Op ieder blok werden 4 percelen van 0,40 ha aangelegd, met N-trappen van 250, 400, 550 en 700 kg per ha per jaar. Op het maaiproefveld werd naast de hier vermelde trappen ook nog een object met 0 kg N aangelegd.

In 1985, de voorperiode, werden de beweidingproefvelden beweid door ossen volgens een standweidesysteem. In dezelfde periode werden de maaiproefvelden wekelijks gemaaid, om de oogstfrequentie bij standweiden zo goed mogelijk na te bootsen.

In 1986 startte de eigenlijke proef. In dat jaar werd omgeschakeld naar een

omweidingssysteem (met ossen). De percelen werden daartoe gehalveerd tot 0,20 ha en in elk blok werd één perceel per behandeling aangewezen als 'meetperceel' en werd alleen maar beweid. Om een rotatie met 10 percelen van 0,20 ha binnen één N-behandeling mogelijk te maken, werd het proefoppervlak uitgebreid met 8 ha. De ossen werden ingeschaard bij een hoeveelheid van 1800 kg ds en om de 3 à 4 dagen omgeweid. Met uitzondering van de 'meetpercelen', werden de andere percelen beweid of gemaaid voor graskuil, afhankelijk van de hoeveelheid gras die nodig was om de behoefte van het weidende vee te dekken.

In beide experimenten werd de eerste N-gift gegeven bij een temperatuursom van 200 °C. In de voorperiode, met standweiden en wekelijks maaien, werd iedere drie weken een stikstofbemesting gegeven. Tijdens het omweiden in de proefperiode werd de N-bemesting direct na uitscharen uitgevoerd. De bijbehorende maaipercelen volgden hetzelfde schema. In alle gevallen was sprake van aflopende schema's gedurende het seizoen.

De basisbemesting van andere elementen werd gegeven op basis van de uitslagen van het grondonderzoek.

De opbrengsten in de beweidingsproefvelden werden bepaald met behulp van de double-samplingmethode. Tijdens de proefperiode werden de maaipercelen op hetzelfde tijdstip gemaaid als op de beweidingspercelen werd ingeschaard. Indien nodig werden de beweidingspercelen na beweiding gebloot.

In dit verslag worden regelmatig de termen klei-, zand- en veengrond gebruikt. Dit zijn echter termen voor grondsoorten die uit zeer uiteenlopende typen bestaan. Bij het noemen van de termen klei-, zand- en veengrond moet men goed bedenken dat het hierbij uitsluitend gaat om de typen zoals die in dit hoofdstuk bij de desbetreffende proeven staan beschreven.

2.3 Methode

Als eerste zijn de gegevens van de proeven per jaar uitgezet in een driekwadrantenfiguur, waarbij de maai- en beweidingsvarianten in één figuur zijn weergegeven. Het eerste kwadrant (rechts boven) geeft de relatie tussen N-opname en ds-opbrengst weer, het tweede kwadrant (links boven) tussen N-gift en ds-opbrengst en het vierde kwadrant (rechts onder) tussen N-gift en N-opname.

Met behulp van regressie-analyse zijn de relaties die in de driekwadrantenfiguren staan weergegeven, nader geanalyseerd. Per jaar is dit gedaan met de volgende modellen:

Kwadrant I

$$Ds = \text{Const} + a.Nopn + b.Nopn^2 + c.Gebr + d.Nopn.Gebr + E \quad (1)$$

Kwadrant II

$$Ds = \text{Const} + a.Ngift + b.Ngift^2 + c.Gebr + d.Ngift.Gebr + E \quad (2)$$

Kwadrant IV

$$Nopn = \text{Const} + a.Ngift + b.Ngift^2 + c.Gebr + d.Ngift.Gebr + E \quad (3)$$

Waarin:

Const = Constante

a, b, c en d = Coëfficiënten

Ds = Droge-stofopbrengst (kg.ha⁻¹.jaar⁻¹)

Ngift = Stikstofgift (kg.ha⁻¹.jaar⁻¹)

Nopn = Stikstofopname (kg.ha⁻¹.jaar⁻¹)

Gebr = Gebruikswijze grasland (maaïen of weiden)

Ngift.Gebr = Interactie tussen stikstofgift en gebruikswijze

Nopn.Gebr = Interactie tussen stikstofopname en gebruikswijze

E = Restterm

Naast regressie-analyse met de volledige modellen, zoals die hierboven staan vermeld, is ook regressie-analyse uitgevoerd met deelmodellen, waarbij één of meer parameters werden weggelaten. Wel bleef in alle gevallen de constante gehandhaafd, ook als bleek dat deze geen significante bijdrage levert aan een bepaald model. Verder werd in het geval dat er een kwadratische term van een parameter werd opgenomen, de parameter zelf ook altijd opgenomen. Ook bij het opnemen van een interactieterm werden de afzonderlijke parameters ook altijd zelfstandig opgenomen.

Naast een analyse per jaar zijn de PAW-proeven tevens per grondsoort over de jaren heen geanalyseerd. Hierbij werd gebruik gemaakt van de modellen 4 tot en met 6 of delen daarvan, waarin jaar (Jr) als extra parameter is opgenomen. Interacties met jaren zijn verder buiten beschouwing gelaten, omdat deze moeilijk zijn te interpreteren en de modellen zeer omvangrijk maken.

Voor de LUW-proeven is de regressie-analyse over de jaren heen achterwege gelaten, omdat het hier per locatie om slechts twee proefjaren gaat.

Kwadrant I

$$Ds = \text{Const} + a.Nopn + b.Nopn^2 + c.Gebr + d.Jr + e.Nopn.Gebr + E \quad (4)$$

Kwadrant II

$$Ds = \text{Const} + a.Ngift + b.Ngift^2 + c.Gebr + d.Jr + e.Ngift.Gebr + E \quad (5)$$

Kwadrant IV

$$Nopn = \text{Const} + a.Ngift + b.Ngift^2 + c.Gebr + d.Jr + e.Ngift.Gebr + E \quad (6)$$

Met als nieuwe symbolen:

e = coëfficiënt

Jr = proefjaar

Met behulp van een t-toets is gekeken of de diverse coëfficiënten significant waren. Hierbij is een betrouwbaarheidsinterval van 95% aangehouden. Voor het aantonen van een significant verschil in N-respons tussen maaien en weiden is

vooral de t-waarde van de interactieterm N-gift.Gebr van belang. Bij de bespreking van de resultaten worden de regressiecoëfficiënten niet vermeld, omdat de exacte waarden daarvan in dit kader minder belangrijk zijn.

2.4 Resultaten

In bijlage 1 worden de driekwadrantenfiguren van de PAW-proeven voor de drie verschillende grondsoorten per jaar weergegeven. In bijlage 2 zijn deze figuren te vinden voor de LUW-proeven. In alle gevallen zijn de gefitte lijnen in deze figuren tweedegraadspolynomen hoewel uit de resultaten van de regressie-analyse bleek dat in veel gevallen de kwadratische term niet significant is.

De bijbehorende resultaten van de regressie-analyse per proefjaar worden vermeld in de bijlagen 3 t/m 7. In deze bijlagen staan het percentage verklaarde variantie, de t-waarden van de diverse coëfficiënten en het aantal vrijheidsgraden van de restterm vermeld. Per jaar wordt alleen het beste model weergegeven. Met behulp van een t-toets met een betrouwbaarheidsinterval van 95% werd vastgesteld of een parameter wel dan niet een significante bijdrage levert aan het model. Het ontbreken van een t-waarde bij een parameter, betekent dat opnemen van de parameter het model niet significant verbeterde of zelfs verslechterde. Alleen bij de constante wordt altijd een t-waarde vermeld, ook als deze niet significant is. Hetzelfde geldt voor een parameter als zijn kwadraat en/of interactie met een andere term wel significant is.

In enkele gevallen was het moeilijk om aan te geven wat het beste model is. Soms waren de t-waarden van een extra parameter strikt genomen net te klein om te voldoen aan de eis van de 95% betrouwbaarheid. Als de toevoeging van een dergelijke parameter toch een substantiële verhoging van het percentage verklaarde variantie gaf, dan is ook dit model vermeld in de bijlagen 3 t/m 7.

Naast de analyse per jaar is bij de PAW-proeven per grondsoort een analyse over de jaren heen gedaan. De hierbij behorende driekwadrantenfiguren zijn te vinden in bijlage 9. De resultaten van de bijbehorende regressie-analyse staan in de bijlagen 10, 11 en 12 vermeld. Alle regressieberekeningen die zijn uitgevoerd, worden hier weergegeven, ook als zij de werkelijkheid slecht beschrijven. In tegenstelling tot de analyse per proefjaar is hier dus nog geen voorselectie gemaakt.

In de volgende paragrafen zal per proefserie en grondsoort de resultaten van de analyses per kwadrant worden besproken. Bij de bespreking zal met de

belangrijkste relatie, de relatie tussen de N-gift en de ds-opbrengst, worden begonnen. Vervolgens komt kwadrant IV, die de relatie tussen de N-gift en de N-opname weergeeft, aan bod. Als laatste zal de relatie tussen N-opname en ds-opbrengst in kwadrant I, die inzicht geeft in het stikstofgehalte van het gras, worden besproken, omdat dit min of meer een resultante is van de kwadranten II en IV.

2.4.1 PAW-proeven

Klei

Kwadrant II: Relatie N-gift - ds-opbrengst (bijlage 1, 3, 9 en 10)

Uit de grafieken in bijlage 1 is af te leiden dat de relatie tussen de N-gift en de ds-opbrengst voor maaien en weiden op kleigrond door de jaren heen niet eenduidig is. Hoewel door de punten in de figuren standaard een tweedegraads-polynoom is getrokken, blijkt uit de regressie-analyse in bijlage 3 dat dit niet altijd terecht is: in zes van de tien gevallen voldoet een rechte lijn beter in het hier beschouwde stikstoftraject.

Bij de vergelijking tussen maaien en weiden zijn we vooral geïnteresseerd in het verschil in N-respons. Het verschil in N-respons komt bij de statistische analyse tot uitdrukking in de interactieterm tussen gebruik en N-gift. In bijlage 3 is te zien dat er in drie jaren een significante interactie is tussen N-gift en ds-opbrengst. De N-respons op de beweidingpercelen is in deze jaren significant lager. In de overige jaren is er geen verschil in N-respons of is deze niet aantoonbaar.

In zes jaren is de term voor gebruik significant. (Let er op dat 1965 bij klei in bijlage 3 twee maal staat vermeld!). In drie van deze zes jaren is de coëfficiënt bij weiden lager dan bij maaien (negatieve t-waarde). In bijlage 1 is te zien dat in deze jaren het ds-opbrengstniveau bij weiden over het hele N-traject lager is dan bij maaien. In 1963, 1967 en 1971 is de coëfficiënt voor gebruik positief. Alleen in 1971 wil dat zeggen dat de droge-stofopbrengst bij weiden over het hele N-traject hoger is dan bij maaien. In de andere twee jaren is bij ON de ds-opbrengst bij weiden weliswaar hoger dan bij maaien, maar door de interactieterm bij deze jaren keert dit beeld om bij toenemende stikstofbemesting. In bijlage 1 komt dit tot uitdrukking in het kruisen van de opbrengstlijnen voor maaien en weiden.

Wanneer een analyse over de jaren heen wordt uitgevoerd (zie bijlage 9 en 10), dan blijkt dat de jaarinvloeden zeer groot zijn. Model E komt als beste uit de

bus. Hoewel bij de analyse per jaar maar in een enkel geval een verbetering van het model wordt gerealiseerd door het opnemen van een kwadratische term, is de kwadratische term in de overall-analyse significant. Wanneer van model E wordt uitgegaan, dan is te zien dat er sprake is van een significant vlakkere N-respons bij weiden ten opzichte van maaien.

Kwadrant IV: Relatie N-gift - N-opname (bijlage 1, 4, 9 en 11)

In vier van de tien jaren laat de relatie tussen N-gift en N-opname zich het beste verklaren door een tweedegraadspolynoom; in de overige zes jaren voldoet een rechte lijn beter. Opvallend is dat in drie van de jaren met een kwadratisch verband, de N-opname meer dan evenredig toeneemt met de N-gift. Alleen in 1971 neemt de N-opname meer dan evenredig af bij stijgende N-gift, zoals men zou verwachten.

In de meeste jaren is de N-opname op de beweidingsoBJECTEN hoger dan op de maaiobjecten. In vier van de tien jaren is dit verschil significant. In alle gevallen is de N-opname op het ON-object bij beweiding gelijk of hoger dan bij maaien. De lijnen die het verband tussen N-opname en N-gift voor maaien en weiden weergeven, lopen allemaal min of meer parallel. Alleen in 1966 is er een significante interactie.

Bij de analyse over de jaren heen (bijlage 11) voldoet model G het best. Model G gaat uit van een lineair verband tussen N-gift en N-opname, waarbij verder geen sprake is van interacties tussen N-gift en N-opname.

Kwadrant I: Relatie N-opname - ds-opbrengst (bijlage 1, 5, 9 en 12)

Bij de bespreking van kwadrant IV zagen we dat in veel gevallen de N-opname bij weiden gelijk of hoger is dan bij maaien. Dit gecombineerd met min of meer gelijke of lagere droge-stofopbrengsten bij weiden, resulteert in hogere N-gehalten in het gras op de beweidingsoBJECTEN. In kwadrant I komt dit tot uitdrukking in het feit dat lijnen die de relatie tussen N-opname en ds-opbrengst weergeven bij weiden lager liggen dan bij maaien. In vijf jaren is dit verschil

significant. Alleen in de jaren 1971 is het N-gehalte bij weiden niet verhoogd, omdat de hogere N-opname daar gepaard gaat met een fors hogere ds-opbrengst.

In de helft van het aantal gevallen zorgt het opnemen van een kwadratische term voor significante verbetering van de modellen. In geen enkel jaar is er sprake van interacties tussen gebruik en N-opname.

Bij de analyse over de jaren heen (bijlage 12) zijn er vier modellen die het verband tussen ds-opbrengst en N-opname evengoed beschrijven. Dit zijn de modellen D, E, G en H. Opvallend hierbij is dat het weinig uitmaakt of er nu wel of niet van een kwadratisch verband wordt uitgegaan en wel of geen interactie tussen gebruik en N-gift. Wanneer een interactieterm wordt opgenomen is deze significant. Bij alle modellen is het verschil in niveau significant.

Zand

Kwadrant II: Relatie N-gift - ds-opbrengst (bijlage 1, 3, 9 en 10)

Bij het bekijken van de drie-kwadrantenfiguren (bijlage 1) voor zand valt op dat op het ON-object van de maaipercelen de opbrengsten meestal hoger liggen dan men op basis van de opbrengsten bij de overige N-trappen zou verwachten. Deze verhoging wordt veroorzaakt door een groot aandeel klaver op de ON-objecten. Dit verklaart waarom in veel jaren in plaats van een bergparabool, zoals men zou verwachten, een dalparabool door de punten van de maaipercelen is gefit. Naast regressieberekeningen met gegevens van alle N-trappen zijn daarom ook berekeningen uitgevoerd met weglating van de ON-objecten, om de ruis die door de klaver wordt veroorzaakt te elimineren.

In bijlage 3 is te zien dat in een regressie-analyse met alle N-trappen in alle gevallen een rechtlijnig verband het beste voldoet. Voor een deel wordt dit veroorzaakt door de hoge opbrengsten op de ON-objecten van de maaipercelen. Bij het weglaten van deze objecten wordt het verband in drie jaren beter beschreven door een tweedegraadspolynoom.

In 1962 en 1963 is de N-respons bij weiden significant lager dan bij maaien.

Wanneer het ON-object wordt weggelaten, dan verdwijnt deze interactie tussen N-gift en ds-opbrengst bij deze twee jaren. Hiervoor komt een interactie bij de jaren 1966 en 1967 in de plaats. Per saldo verandert er dus weinig.

In de grafieken van bijlage 1 valt op dat in de meeste gevallen de drogestofopbrengst bij weiden hoger is dan bij maaien. Zelfs op het ON-object waar de maaipercelen extra stikstof krijgen door de klaver is dit het geval.

In vier jaren is er sprake van een significant hoger ds-opbrengstniveau bij weiden. Bij weglating van het ON-object komt 1970 daar nog bij. Dit geldt voor het hele N-traject; zelfs in 1966 en 1967 waar sprake is van een interactie waardoor de opbrengsten bij hogere N-giften op de beweidingspercelen minder goed op extra stikstof reageren dan op de maaipercelen. Alleen 1963 wijkt sterk af; daar is het opbrengstniveau beduidend lager.

Bij de overall-analyse (bijlage 10) is te zien dat het wel of niet opnemen van het ON-object weinig invloed heeft op de statistische analyse. In beide gevallen is model G favoriet. Model G is een model zonder kwadratische term en zonder interactie tussen N-gift en gebruik. Er is dus geen significant vlakkere N-respons op de beweidingspercelen.

Kwadrant IV: Relatie N-gift - N-opname (bijlage 1, 4, 9 en 11)

De ON-objecten hebben een behoorlijke invloed op het verloop van de relatie tussen N-gift en N-opname: wanneer de ON-objecten worden meegenomen is er in vijf jaren sprake van een kwadratisch verband en in vijf jaren van een rechtlijnig verband, exclusief deze objecten is de kwadratische term nooit significant.

Voor het al dan niet significant zijn van de factor gebruik en de interactie tussen N-gift en gebruik, is het wel of niet opnemen van het ON-object van minder groot belang. Wanneer het ON-object wordt meegenomen, dan is er in vijf jaren sprake van een significante term voor gebruik en in twee jaren van een significante interactie tussen N-gift en gebruik. Bij weglating van het ON-object blijven de termen voor gebruik bestaan. Voor de interactieterm tussen gebruik en N-gift heeft het weglaten van het ON-object alleen gevolgen voor 1962: de interactie verdwijnt.

In vier van de vijf jaren met een significante term voor gebruik is de N-opname voor weiden in het hele beschouwde N-traject hoger dan bij maaien. In 1965 met eveneens een positieve t-waarde voor gebruik (weiden t.o.v. maaien) is bij lage N-giften de N-opname ook hoger bij weiden, maar dit verschil verdwijnt boven de 300N, omdat er sprake is van een significante interactieterm.

Het jaar 1963 waarin met en zonder ON-object een significante interactie tussen N-gift en gebruik is aan te tonen, wijkt qua stikstofopname behoorlijk af van de overige jaren. Terwijl in de meeste jaren de N-opname op de beweidingspercelen hoger is dan op de maaipercelen, is in de driekwadrantenfiguur in bijlage 1 te zien dat in dit jaar de N-opname op de maaipercelen juist fors hoger is.

Bij de analyse over de jaren heen is ook weer terug te vinden dat wanneer het ON-object wordt opgenomen, een kwadratisch verband het beste voldoet en bij weglating van dit object een rechte lijnig verband. Er is in beide gevallen sprake van een significant hogere N-opname bij weiden ten opzichte van maaien. De interactieterm tussen N-gift en gebruik is nergens significant. Dit resulteert in een keuze voor model D in geval de ON-objecten gehandhaafd blijven en in model G als deze buiten de analyse worden gelaten.

Kwadrant I: Relatie N-opname - ds-opbrengst (bijlage 1, 5, 9 en 12)

In de driekwadrantenfiguren voor zand valt op dat de relatief hogere N-opname bij weiden gepaard gaat met een evenredig hogere ds-opbrengst. Dit heeft als gevolg dat N-gehalten in het gras bij weiden weinig afwijken van maaien. Bijlage 5 geeft wel aan dat er bij de regressie-analyse inclusief het ON-object in één jaar sprake is van een significant niveauverschil met interactie. Bij weglating van het ON-object is zelfs in twee jaren sprake van significante niveauverschillen en in één jaar van een significant niveauverschil met interactie. Wanneer we echter naar de bijbehorende figuren in bijlage 1 kijken, zien we dat het om relatief kleine verschillen gaat. Het wel of niet significant zijn zegt immers niets over de grootte van de effecten.

Bij de analyse per proefjaar zien we dat in de meeste gevallen bij het beschrij-

ven van de relatie tussen N-opname en ds-opbrengst het beste kan worden uitgegaan van een rechtlijnig verband. In slechts drie jaren is de kwadratische term significant. Bij de analyse over de jaren is door het grote aantal vrijheidsgraden de lichte kromming die in de meeste jaren duidelijk is waar te nemen in de figuren, wel te vatten in een significant kwadratisch model (model B) voor zowel met als zonder het ON-object. Toch is te zien dat het opnemen van de kwadratische term maar een minimale bijdrage levert aan de verbetering van het rechtlijnige model (model A).

De conclusie dat de verschillen in N-gehalte tussen weiden en maaien, hoewel in enkele proefjaren significant, van weinig betekenis zijn, wordt bevestigd door de overall-analyse. In geen enkel model wordt een significante term voor gebruik of voor de interactie tussen N-opname en gebruik aangetroffen.

Veen

Kwadrant II: Relatie N-gift - ds-opbrengst (bijlage 1, 3, 9 en 10)

In maar drie jaren laat de relatie tussen N-gift en ds-opbrengst op veen zich goed beschrijven door een kwadratisch verband. In de andere jaren kan worden volstaan met een rechtlijnig verband, hoewel in drie van deze jaren een kwadratisch verband ook tendeert naar significantie. In geen enkel jaar is de N-respons voor weiden anders dan voor maaien, wat tot uitdrukking komt in het achterwege blijven van een significante interactieterm tussen N-gift en gebruik.

Bij bestudering van bijlage 1 en 9 valt direct op dat de spreiding in drogestofopbrengst door de jaren heen op veen op de beweidingspercelen zeer groot is in vergelijking met de andere grondsoorten. Op de maaipercelen is deze spreiding ongeveer even groot als op de andere grondsoorten. In een groot aantal gevallen verschillen de drogestofopbrengsten bij weiden fors van de ds-opbrengsten bij maaien, zowel in positieve als negatieve zin. In de jaren 1962, 1963 en 1964 zijn de opbrengsten op de beweidingspercelen aanmerkelijk lager dan op de maaipercelen. In 1966 en 1967 is juist het omgekeerde het geval. In 1967 werden op de hoogste N-objecten van de beweidingspercelen zelfs

opbrengsten van rond de 17 ton per ha per jaar gerealiseerd.

Bij de analyse over de jaren heen (bijlage 10) valt op dat eigenlijk geen enkel model goed voldoet. Model D lijkt nog het best te voldoen, alleen is de term voor gebruik daar niet significant. Misschien zou een model waar ook de interactie tussen proefjaar en gebruik zou zijn opgenomen wel een significante term voor gebruik opleveren, gezien de tegengestelde effecten van weiden over de diverse jaren. Enigszins logisch te interpreteren zou een dergelijk model niet meer zijn. Alleen de conclusie dat er grote jaarverschillen zijn, die we nu ook al kunnen trekken, zou er nog eens mee worden bevestigd.

Kwadrant IV: Relatie N-gift - N-opname (bijlage 1, 4, 9 en 11)

Net als bij de droge-stofopbrengst in kwadrant II is de spreiding in N-opname op de beweidingpercelen zeer groot. Ook hier geldt dat analoog aan de ds-opbrengsten, de N-opname in 1962, 1963 en 1964 op de beweidingpercelen significant, en met een behoorlijke hoeveelheid, lager is in vergelijking met de maaipercelen. Ook is in 1966 en 1967 juist weer het omgekeerde het geval, net als bij de droge-stofopbrengsten. In 1965 is er sprake van een interactie tussen N-gift en gebruik.

Bij de overall-analyse is net als bij de relatie N-gift - ds-opbrengst geen enkel model met een significante term voor gebruik te vinden, binnen de in bijlage 11 getoonde modellen. Ook hier is model G de minst slechte keuze.

Kwadrant I: Relatie N-opname - ds-opbrengst (bijlage 1, 5, 9 en 12)

In 1962, 1963 en 1964, de jaren met lage ds-opbrengsten en lage N-opnames op de beweidingpercelen, zijn de ds-opbrengsten relatief meer achtergebleven dan de N-opnames, aangezien in deze jaren het gras significant hogere N-gehalten heeft. In 1966 en 1967, de jaren met de hoge ds-opbrengsten en de hoge N-opnames op de beweidingpercelen is het omgekeerde het geval: daar zijn de N-gehalten op de beweidingpercelen juist significant lager.

Bij de analyse over de jaren heen voldoet model B het best. In tegenstelling

tot de relaties in kwadrant II en VI zijn er bij het N-gehalte van het gras wel significante verschillen tussen maaien en weiden, zoals de term voor gebruik en de interactieterm tussen gebruik en N-opname aangeven.

2.4.2 LUW-proeven

De driekwadrantenfiguren van de LUW-proeven staan in bijlage 2 en de resultaten van de regressie-analyse in bijlage 6 t/m 8.

De statistische analyse is alleen per proefjaar uitgevoerd en niet ook nog eens over de proefjaren heen, zoals bij de PAW-proeven, omdat het hier per locatie maar twee proefjaren betreft. Bij de statische analyse moet men overigens goed bedenken dat de resultaten bij de LUW-proeven maar heel betrekkelijk zijn, omdat het aantal waarnemingen gering is. Vooral bij de Minderhoudhoeve (klei) is het aantal waarnemingen zeer klein.

Kwadrant II: Relatie N-gift - ds-opbrengst (bijlage 2 en 6)

Volgens bijlage 6 is er alleen in 1987 sprake van een significant lagere N-respons bij weiden ten opzichte van maaien op de zandgrond. In dat jaar is de curve bij weiden niet alleen vlakker dan bij maaien, hij daalt zelfs bij het toemen van de N-gift. Dat er bij kleigrond geen significante verschillen in N-respons worden aangetoond, is niet verwonderlijk. In bijlage 2 is te zien dat de curve voor weiden in beide jaren wel wat vlakker loopt, maar veel is dit niet. Maar ook al zouden de verschillen wel groter zijn, door het geringe aantal waarnemingen zijn er te weinig vrijheidsgraden om een interactieterm op te nemen.

In beide proefjaren is op zandgrond een significant kwadratisch verband aan te tonen. Hierbij moet wel vermeld worden dat deze significante term in grote mate veroorzaakt wordt door het ON-object op de maaipercelen. Wanneer dit ON-object in 1986 buiten beschouwing zou worden gelaten, dan zouden twee evenwijdige lijnen voor maaien en weiden een goede weergave zijn van de relatie. Het is zeer opvallend hoe weinig de ds-opbrengst in dit jaar reageert op de N-gift in het traject van 200 tot 700 N.

In het traject van 200 à 300 tot 700 N liggen de ds-opbrengsten op de zandgrond bij maaien duidelijk hoger dan bij weiden. Deze verschillen tenderen naar significantie. Op kleigrond zijn juist de opbrengsten bij weiden veel hoger dan bij maaien. In 1990 is dit verschil significant. De opbrengsten liggen in dat jaar op deze kleigrond trouwens op een zeer hoog niveau: bij één van de beweidingsoBJECTEN wordt zelfs een ds-opbrengst gerealiseerd van meer dan 17 ton.

Kwadrant IV: Relatie N-gift - N-opname (bijlage 2 en 7)

In bijlage 2 is te zien dat in het traject van 200 tot 700 N de N-opnames op de kleigrond bij weiden hoger liggen dan bij maaien en op de zandgrond bij maaien. Net als bij de relatie tussen N-gift en ds-opbrengst geldt hier weer dat in 1987 op de zandgrond een significante interactie tussen N-gift en gebruik wordt aangetroffen en dat in beide jaren op zandgrond een kwadratisch verband het beste voldoet. In 1990 is op klei en in 1986 op zand een significant verschil in niveau van de N-opname voor maaien en weiden waar te nemen. De opmerkingen die gemaakt zijn bij de statistische analyse van kwadrant II zijn voor het grootste deel ook nu weer van kracht.

Kwadrant IV: Relatie N-opname - ds-opbrengst (bijlage 2 en 8)

Relatief hogere N-opbrengsten (maaien t.o.v. weiden of omgekeerd) gaan in alle gevallen gepaard met relatief lagere N-gehalten, ongeacht of deze relatief hogere opbrengsten op de maai- of op de beweidingparcelen zijn gerealiseerd: Op kleigrond, waar relatief hoge opbrengsten bij weiden werden gerealiseerd, zijn de N-gehalten bij weiden significant lager dan bij maaien. Op de zandgrond, waar in beide proefjaren de opbrengsten bij maaien hoger zijn dan bij weiden, zijn de N-gehalten bij maaien lager dan bij weiden. De hogere N-opname bij de hogere ds-producties was dus niet voldoende om het N-gehalte op peil te houden.

De resultaten van de regressie-analyse van ds-opbrengst met als verklarende variabele de N-opname zijn wat betreft de significantie van de diverse termen

nagenoeg gelijk aan die voor kwadrant IV zijn uitgevoerd. De resultaten zullen daarom hier niet nog eens apart worden besproken.

2.5 Discussie

De hypothese dat de N-respons onder beweidingomstandigheden lager is dan onder maaiomstandigheden wordt niet onvoorwaardelijk bevestigd door het hier bestudeerde proefmateriaal. Bij de PAW-proeven is in een aantal individuele jaren wel sprake van een lagere N-respons bij weiden, maar meestal is er weinig verschil tussen de helling van de maai- en beweidinglijn in de grafieken waar de ds-opbrengst tegen de N-gift is uitgezet. Dit geldt zowel visueel als statistisch. Alleen op kleigrond is de slechtere N-respons bij beweiding redelijk goed terug te vinden, hoewel ook daar geldt dat de verschillen tussen jaren groot zijn.

Bij de LUW-proeven op kleigrond (Minderhoudhoeve) zijn er wel tendensen waar te nemen dat de N-respons bij beweiding iets slechter is dan bij maaien, maar vanwege het geringe aantal waarnemingen is dit niet statistisch aan te tonen.

Bij de LUW-proeven op de zandgrond (Meenthoeve) is wel duidelijk te zien dat er sprake is van een slechtere N-respons bij beweiding in vergelijking met maaien. Het is alleen jammer dat bij deze proeven alleen op de maaipercelen een ON-object is aangelegd; bij de beweidingpercelen begint het stikstoftraject pas bij 250 kg N per ha. De positieve effecten van mest en urine bij lage N-niveaus kunnen nu niet goed met deze proeven worden aangetoond.

Opvallend bij de proeven op de Meenthoeve is dat in het beschouwde traject van 250 tot 700 kg N per ha per jaar het gras bij beweiding helemaal niet reageert op stikstof (1986) of zelfs negatief (1987). Bij de PAW-proeven wordt een enkele keer ook wel een negatief verband tussen stikstofbemesting en droge-stofopbrengst gevonden, maar dan alleen bij stikstofgiften boven de 400 kg N per ha per jaar. Volgens Deenen (1992) wordt het niet of negatief reageren op kunstmeststikstof op de beweidingpercelen op de Meenthoeve vooral veroorzaakt door een achteruitgang van de zodekwaliteit als gevolg van urinebrandplekken. De lichte zandgrond op de Meenthoeve is daar heel gevoelig voor. Dit pleit er voor om bij het geven van stikstofadviezen rekening te houden met de zodekwaliteit en dus het produktievermogen van de grasmat.

In het algemeen zijn er dus wel wat tendensen te bespeuren dat de N-respons

bij beweiding iets lager is dan bij maaien, maar echt duidelijk is dit niet. Jackson en Williams (1979), die soortgelijke proeven hebben uitgevoerd in Engeland, vonden over het algemeen ook een iets lagere N-respons bij weiden, maar echt overtuigend waren hun resultaten niet. Ook bij hun proeven traden zeer grote verschillen op tussen locaties en tussen jaren op dezelfde locatie.

De grote verschillen tussen de jaren op dezelfde locaties in de PAW-proeven maken het aannemelijk dat weersinvloeden grote invloed hebben gehad op de resultaten van de proeven. Vaak is deze invloed groter dan de invloed van gebruikswijze. Om na te gaan of vochtigheid van de bodem de verschillen tussen de jaren kan verklaren bij de vergelijking tussen maaien en weiden, worden in bijlage 13 grafieken met het cumulatief potentieel neerslagoverschot weergegeven. Het potentieel neerslagoverschot is per decade berekend. Voor een uitvoerige beschrijving van de methode wordt verwezen naar Noij (1989). Men moet bij het bestuderen van deze grafieken er wel goed op letten dat niet in alle gevallen dezelfde schaalverdeling is gebruikt.

Wanneer we globaal de extremen aangegeven dan kunnen we zeggen dat 1963, 1964, 1967 en 1971 droge jaren waren. Natte jaren waren 1965 en 1966. Vooral in 1965 en 1966 zou dus vertrapping een grote rol gespeeld kunnen hebben, met name op de veengrond. Wanneer we echter naar de driekwadrantenfiguren van bijlage 1 kijken, zien we de figuren van deze jaren zich niet specifiek onderscheiden van andere jaren; er zijn ook droge jaren te vinden met een vergelijkbaar verloop. Ook op andere manieren zijn er weinig verbanden te leggen met het cumulatief potentieel neerslagoverschot.

Toch zijn er waarschijnlijk wel verbanden tussen variatie in vochtigheid van de bodem en verschillen in opbrengsten bij maaien en weiden. Cruciaal is echter het antwoord op de vraag of de bodem nat (is) was op het moment van inscharen. Dit kan echter niet worden nagegaan met de gebruikte methode. Op het moment hebben we echter geen betere methode voor handen, omdat we afhankelijk zijn van bepalingen die in het verleden zijn gedaan. Het is overigens wel opmerkelijk dat ook Jackson en Williams (1979) in hun proeven geen relaties tussen ds-opbrengst en regenval konden leggen.

De veronderstelling dat bij lage stikstofbemestingsniveaus de grasgroei bij beweiding extra wordt gestimuleerd door stikstof uit mest en urine wordt redelijk bevestigd door de proeven. In de meeste gevallen is de ds-produktie op het ON-object bij beweiding hoger dan bij maaien.

Bij de PAW-proeven op zandgrond liggen de ds-opbrengsten bij beweiding over de hele linie wat hoger dan bij maaien. Blijkbaar hebben de negatieve aspecten van beweiding bij de hogere N-niveaus hier geen belangrijke rol gespeeld. Op deze zandgrond werden dan ook geen noemenswaardige hoeveelheden urinebrandplekken waargenomen (Boxem, persoonlijke mededeling).

Op de veengrond van de PAW-proeven is het opmerkelijk dat de variatie in opbrengsten op de beweidingspercelen veel groter is dan op de maaipercelen. De veengrond is kennelijk zeer gevoelig voor diverse aspecten van beweiding, zowel in positieve als negatieve zin, en de effecten kunnen van jaar tot jaar sterk verschillen. Zo heeft in 1962, 1963 en 1964, de jaren met relatief lage ds-opbrengsten bij beweiding, vertrapping mogelijk een grote rol gespeeld. Zoals al eerder is vermeld, kan echter geen relatie worden gelegd met het cumulatief potentieel neerslagoverschot. Hoe dan ook, vertrapping lijkt toch de meest voor de hand liggende verklaring voor de verschillen tussen maaien en weiden in deze jaren.

Voor 1966 en 1967, de jaren waarin de opbrengsten bij weiden bijna over de hele linie hoger waren dan bij maaien, is het moeilijker om een verklaring te vinden voor het feit dat beweiding zo gunstig afsteekt bij maaien. Het positieve effect van beweiding dat over het algemeen wordt genoemd -de terugkeer van nutriënten via mest en urine- kan haast onmogelijk voor dit totale verschil hebben gezorgd. Zeker in 1967 waar het verschil tussen maaien en weiden bij zowel de hoge als de lage N-niveaus 4 ton op jaarbasis bedroeg.

Opvallend is dat zowel op de zandgrond als op de kleigrond in de PAW-proeven de N-opname bij beweiding hoger is dan bij maaien. Omdat op de zandgrond de ds-opbrengsten bij beweiding eveneens hoger zijn dan bij maaien,

is er geen verschil in N-gehalte tussen het gras van de beweidings- en maaipercelen. Op de kleigrond gaat de verhoogde N-opname op de beweidingspercelen niet gepaard met een verhoogde ds-opbrengst en is daarom daar wel sprake van een verhoogd N-gehalte op de beweidingspercelen.

De belangrijkste conclusie die uit het de PAW- en LUW-proeven kan worden getrokken, is dat er tendensen zijn dat de N-respons bij weiden lager is dan bij maaien, maar dat de variatie tussen locaties en tussen jaren op dezelfde locatie zeer groot is. De variatie is te groot om in de nieuwe N-adviezen te kunnen volstaan met een eenvoudige correctie voor beweiding. De indruk bestaat dat de zodekwaliteit een rol speelt bij het N-effect. Om meer inzicht te kunnen krijgen in de oorzaken van de grote variatie in de genoemde proeven, zijn modelberekeningen uitgevoerd. Deze berekeningen worden beschreven in het hoofdstuk 3 van dit verslag.

3. MODELMATIGE BENADERING

3.1 Inleiding

Uit deel 1 van dit verslag kwam naar voren dat beweiding zeer uiteenlopende effecten op de ds-opbrengst kan hebben. Om meer inzicht te krijgen in de factoren die hierbij een rol spelen, zijn een aantal modelberekeningen gedaan, waarbij de diverse aspecten van beweiding zoveel mogelijk zijn uitgesplitst.

Beweiding kan zowel een positieve als een negatieve invloed hebben op de ds-opbrengst van grasland wanneer we deze vergelijken met de ds-opbrengst onder maaicomstandigheden. Zo zullen bijvoorbeeld urinebrandplekken en vertrapping een negatieve invloed hebben op de ds-opbrengst en de terugkeer van nutriënten via mest en urine een positieve invloed. Deze invloeden zullen variëren bij verschillende niveaus van stikstofbemesting en zullen daarmee invloed hebben op het N-effect. Door de opbrengsten bij maaien te corrigeren voor additionele effecten van beweiding, zijn de ds-opbrengsten bij beweiding te berekenen.

Bij het formuleren van de uitgangspunten voor de modelberekeningen is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van literatuurgegevens. Kwantitatieve gegevens over dit onderwerp zijn echter schaars. Er is daarom een groot aantal aannames gedaan. De resultaten moeten in dit licht worden gezien: de uitkomsten van het model geven vooral de invloeden van de diverse factoren aan; de waarde van de absolute getallen moet niet worden overschat.

3.2 Uitgangspunten

3.2.1 Grasopbrengst en gebruiksschema

Als uitgangspunt bij de modelberekeningen worden de ds-opbrengsten bij maaien gehanteerd zoals die in tabel 5 staan vermeld. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in zes stikstofniveaus van 0 tot 500 kg N per ha per jaar. Tabel 6 geeft globaal aan in welke maanden de diverse sneden worden geoogst. Tabel 5 en 6 zijn met behulp van het Graspogstmodel van het Proefstation voor de Rundveehouderij (Gramin) tot stand gekomen. Een uitgangspunt bij de berekeningen met Gramin was dat de sneden bij ongeveer twee ton droge stof worden geoogst. Aan het eind van het seizoen is hier wel eens van afgeweken. Bij beweiding wordt in principe van dezelfde oogststadia uitgegaan als bij maaien, alleen hangt van de correctiefactoren voor beweiding af welke opbrengsten uiteindelijk worden gerealiseerd.

Tabel 5 Opbrengst bij maaien berekend met behulp van Gramin, het graspogstmodel van het PR (in kg ds/ha)

N-niveau (kg/ha/jr)	Snedes							Totaal
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	
0	2111	2046	2278					6435
100	2036	2032	2035	2287				8390
200	2061	2056	2086	2026	2283			10512
300	2050	2095	2026	2060	2014	1910		12155
400	2132	2047	2096	2080	2019	2017	871	13262
500	2016	2002	2103	2023	2027	2056	1642	13869

Om zo veel mogelijk bij het graslandgebruik in de praktijk aan te sluiten, wordt er onder beweidingsomstandigheden vanuit gegaan dat de eerste snede altijd wordt gemaaid. Bij 300 t/m 500 N wordt ook de vierde snede nog een keer gemaaid. In tabel 7 is dit in een schema weergegeven. Dit gebruiksschema sluit goed aan bij het gebruiksschema van de beweidingspercelen in de PAW-proeven, zodat vergelijking wat dit punt betreft goed mogelijk is.

Tabel 6 Globale aanduiding in welke maanden de diverse sneden worden geoogst

N-niveau (kg/ha/jr)	Snedes						
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°
0	mei	jun	okt				
100	mei	jun	jul	okt			
200	mei	jun	jul	aug	okt		
300	mei	jun	jul	aug	sep	okt	
400	mei	jun	jun	jul	aug	sep	okt
500	mei	mei	jun	jul	aug	sep	okt

Tabel 7 Gebruiksschema (M = maaien; w = weiden)

N-niveau (kg/ha/jr)	Snedes						
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°
0	M	w	w				
100	M	w	w	w			
200	M	w	w	w	w		
300	M	w	w	M	w	w	
400	M	w	w	M	w	w	w
500	M	w	w	M	w	w	w

Een aantal factoren zorgen er voor dat de opbrengsten bij beweiding anders zijn dan de opbrengsten bij maaien zoals die in tabel 5 staan weergegeven. Bij de modelberekeningen worden de volgende factoren onderscheiden: terugkeer van nutriënten via mest en urine, afwijkende hergroei, urinebrandplekken en vertrapping. De factoren terugkeer van nutriënten en afwijkende hergroei zullen bij beweiding altijd een rol spelen. Het optreden van urinebrandplekken en vertrapping zal echter zeer sterk afhangen van de grondsoort en de ontwatering.

In de volgende paragrafen zal per beweidingfactor worden besproken wat de invloed op de ds-opbrengst is in vergelijking met alleen maaien. De afwijkingen ten op zichte van maaien zullen als een percentage opbrengstreductie of -verhoging worden weergegeven. Door deze percentages te vermenigvuldigen

met de opbrengsten bij maaien, zoals die staan vermeld in tabel 5, kan de opbrengst bij weiden worden berekend.

3.2.2 Terugkeer van nutriënten via mest en urine

Voor het inschatten van de opbrengstverhoging door nutriënten uit mest en urine is gebruik gemaakt van het model "Grasmod" van het Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (van de Ven, 1992). Dit model simuleert gedetailleerd welke delen van het weiland niet en welke delen wel één of meerdere keren met mest en/of urine zijn bedekt en berekent wat dit plaatselijk voor gevolgen heeft voor de ds-produktie. Door opbrengsten van ieder gebiedje te vermenigvuldigen met het oppervlak dat het vertegenwoordigt, kan de opbrengst op perceelsniveau worden berekend. Aangezien Grasmod geen rekening houdt met andere beweidingfactoren, kan de procentuele opbrengstverhoging bij beweiding door de terugkeer van nutriënten nu worden berekend door deze opbrengst per ha op perceelsniveau te relateren aan die op de niet met mest en urine bedekte plaatsen.

In Grasmod wordt er van uit gegaan dat de positieve invloed van excreta op de grasproduktie op perceelsniveau alleen wordt veroorzaakt door nutriënten uit urine. Bij mest verondersteld men dat het netto-opbrengsteffect nul is. De mestflatten zorgen weliswaar voor een verhoging van de opbrengst in hun directe nabijheid, maar dit wordt te niet gedaan door het feit dat op de plaats van de mestflat zelf geen gras kan groeien.

Op korte termijn (korter dan één jaar) is deze veronderstelling misschien gerechtvaardigd, maar op lange termijn wordt waarschijnlijk op deze manier toch een onderschatting gemaakt van de opbrengstverhogende werking van mestflatten. MacDiarmid en Watkin (1972) geven aan dat tot twee jaar na depositie nog positieve effecten op de grasgroei kunnen worden waargenomen op een oppervlak dat zes keer zo groot is als de mestflat zelf. Aangezien in modelberekeningen in dit verslag wordt uitgegaan van een situatie op lange termijn, wordt toch rekening gehouden met een geringe positieve werking van mestflatten op de ds-opbrengst.

Voor de bepaling van de opbrengsteffecten van urine is met Grasmod gerekend bij drie N-niveaus, namelijk 0, 250 en 500 kg N per ha per jaar. De maaipercentages bij 0 en 500 N kwamen overeen met de maaipercentages die men uit tabel 7 kan afleiden, dus 100% bij 0 N en 200% bij 500 N. Bij 250 N is een maaipercentage van 150% aangehouden. Verder werd uitgegaan van dag en nacht weiden, geen bijvoeding met maïs, standaard krachtvoer en een melkproduktie van 6500 per jaar.

In tabel 8 staat in de tweede kolom de opbrengstverhoging door nutriënten uit urine, zoals die met behulp van Grasmod is berekend. Bij de tussenliggende N-niveaus is geïnterpoleerd. In de derde kolom wordt de opbrengstverhoging ten gevolge van mestflatten vermeld, zoals die is ingeschat. Volgens MacDiarmid en Watkin (1972) zijn de effecten van mestflatten boven 200 kg N gering. Vandaar dat in tabel 8 de percentages opbrengstverhoging door mest boven dit N-niveau praktisch nul zijn. In de laatste kolom van de tabel staat de optelling van de positieve effecten van mest en urine op de ds-opbrengst. Hiermee is uiteindelijk verder gerekend.

Tabel 8 Opbrengstverhoging door terugkeer van nutriënten via mest en urine (in %)

N-niveau (kg/ha/jr)	Urine ¹⁾	Mest	Totaal
0	5	3	8
100	4	2	6
200	3	1	4
300	2	0	2
400	1	0	1
500	0	0	0

¹⁾ Berekend met behulp van Grasmod, Van de Ven (1992)

3.2.3 Afwijkende hergroei

In tabel 9 wordt aangegeven wat de beweiding voor invloed heeft op de hergroei van de volgende snede. Bij het samenstellen van deze tabel is gebruik gemaakt van een concepttabel van het "Handboek voor de Rundveehouderij" waarin hergroeifactoren staan vermeld (zie bijlage 15).

Tabel 9 Opbrengstverhoging door afwijkende hergroei (in %)

N-niveau (kg/ha/jr)	Snedes							Gem.
	1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*	
0	0	0	10					3
100	0	0	10	-10				0
200	0	0	10	-10	0			0
300	0	0	10	-10	0	10		2
400	0	0	10	-10	0	10	-10	0
500	0	0	10	-10	0	10	-10	0

Naar: Handboek voor de Rundveehouderij (1992)

Uit tabel 9 is op te maken dat beweiding zowel een positieve als een negatieve invloed kan hebben op de hergroei van de volgende snede. Pas bij de derde snede gaat dit een rol spelen, omdat de eerste snede een maaisnede is. Na beweiding in de tweede snede blijft er een weiderest staan, die door het relatief grote bladoppervlak in vergelijking met de resten die overblijven na maaien, voor een snellere hergroei zorgt. Vandaar dat er een opbrengstverhoging van 10% optreedt in de derde snede.

Na de derde snede blijft een weiderest over die verouderd is. Deze wordt dan ook gebloot. De hergroei van de verouderde stengels die overblijven verloopt wat moeizamer. Vandaar dat in de vierde snede een opbrengstverlaging van 10% optreedt.

Van de stikstofniveaus van 300 tot en met 500 N is de vierde snede een maaisnede; de hergroei van de vijfde snede hoeft dus niet te worden gecorrigeerd. Ook bij 200 N staat bij de vijfde snede een correctiepercentage van 0%, omdat bij dit stikstofniveau drie opeenvolgende beweidingen hebben plaatsgevonden. Volgens bijlage 15 hoort daar een hergroefactor bij van 1, wat dus overeenkomt met een correctiepercentage van 0%.

Wat er in de zesde en de zevende snede gebeurt, is vergelijkbaar met wat er in de derde en vierde snede heeft plaatsgevonden. Vandaar dat de correctiepercentages voor de zesde en zevende snede respectievelijk 10 en -10% bedragen.

Wanneer naar het gemiddelde effect van de hergroei op jaarbasis wordt gekeken, dan blijkt dat de positieve en negatieve effecten vaak tegen elkaar wegvallen. Alleen bij 0 en 300 N is er een licht positief effect. Bovendien is het effect vrij grillig wanneer de diverse N-niveaus met elkaar worden vergeleken; het net wel of net niet kunnen realiseren van een extra snede bij een bepaalde N-niveau zorgt voor dit grillige verloop.

3.2.4 Urinebrandplekken

De schade door urinebrandplekken neemt toe naarmate de stikstofbemesting hoger is en is groter op zandgrond dan op veengrond (Keuning, 1981) en kleigrond (Jackson en Williams, 1979). Keuning heeft onderzoek gedaan naar de oppervlakeschade die optreedt op lichte zandgrond (ROC Cranendonk) en veengrond (De Olde Weije). Op basis van dit onderzoek is tabel 10 opgesteld.

Bij de modelberekeningen is voor beide grondsoorten uit tabel 10 nagaan wat urineverbranding voor invloed heeft op de grasproductie. We moeten ons bij deze berekeningen goed realiseren dat de vermelde percentages gelden op de bodemtypen van de door Keuning onderzochte locaties. In werkelijkheid zal de opbrengstreductie sterk kunnen variëren als gevolg van andere bodem- en weersomstandigheden.

Tabel 10 Effect van stikstofbemesting en grondsoort op urineverbranding in percentage van de totale oppervlakte per jaar

Grondsoort	N-niveau (kg/ha/jr)					
	0	100	200	300	400	500
Zand	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
Veen	0,2	0,5	1,0	1,5	2,5	3,5

Naar: Keuning (1981), Lantinga et al (1987)

Het oppervlak dat door urinebrandplekken wordt aangetast, zal fluctueren gedurende het seizoen. Vooral tijdens perioden met warm en vochtig weer zullen er veel nieuwe urinebrandplekken ontstaan (Keuning, 1981). Gedetailleer-

de gegevens van de verdeling over het seizoen zijn echter niet voorhanden. Bij alle snedes is daarom in de modelberekeningen gewerkt met de gemiddelde percentages. Dit is niet zo bezwaarlijk, omdat we vooral geïnteresseerd zijn in de effecten op jaarbasis.

De in tabel 10 vermelde waarden hebben betrekking op het oppervlak dat gemiddeld per jaar kaal wordt als gevolg van urinebrandplekken. Wanneer jaar na jaar urineverbranding optreedt, zal het werkelijk aangetaste oppervlak echter veel groter zijn, omdat er veranderingen in botanische samenstelling zullen optreden. Open plekken die in een bepaald jaar door urineverbranding ontstaan, zullen in een volgend seizoen voor een groot deel zijn bedekt met straatgras en andere minder gewenste plantensoorten met een lagere opbrengst (Keuning, 1981). Hoeveel de ds-opbrengst uiteindelijk op lange termijn daalt, hangt sterk af van het aantal jaren dat ernstige urineverbranding na elkaar optreedt.

In de literatuur is geen kwantitatieve informatie te vinden over het effect van de verslechtering van de botanische samenstelling als gevolg van urinebrandplekken op de opbrengst van grasland. Om in de modelberekeningen toch enigszins rekening te houden met dit aspect, zijn ook berekeningen uitgevoerd waarbij naast de opbrengstderving door kale plekken, rekening is gehouden met opbrengstderving door een slechtere botanische samenstelling op lange termijn. Hierbij is de aanname gedaan dat de opbrengstderving door een slechtere botanische samenstelling ongeveer even groot is als de directe opbrengstderving door open plekken. De totale schade wordt dus verdubbeld. Men moet zich goed realiseren dat deze keuze nogal arbitrair is. Van de ouderdom van de grasmat zal afhangen hoe groot deze schade werkelijk is.

3.2.5 Vertrapping

Naar vertrapping is wel wat onderzoek gedaan, maar het blijkt dat het toch erg moeilijk is om in de literatuur voor de modelberekeningen geschikte gegevens te vinden.

Zo hebben Altena en Hijink (1971) gekeken naar de invloed van de grondsoort en de stikstofbemesting op de draagkracht van grasland. Deze proeven

werden uitgevoerd met behulp van een penetrometer die voorzien was van een kegelvormig drukvoetje met een horizontale oppervlakte van 5 cm². De metingen werden in het voorjaar en het najaar uitgevoerd. In tabel 11 worden de resultaten van de proeven weergegeven.

Tabel 11 Draagkracht verlies op verschillende grondsoorten bij verschillende vochtclassen en stikstofniveaus (in kg/cm²)¹⁾. D = voldoende vochthoudend; F = nat

Grondsoort	Vocht-klasse	N-niveau (kg N/ha/jr)					
		0	100	200	300	400	500
Veen	D	7,7	7,4	7,3	6,9	6,8	6,7
Veen	F	5,7	5,4	4,8	4,5	4,2	4,0
Klei op veen (ZH)	D	7,5	7,3	7,2	6,9	7,0	6,8
Klei op veen (ZH)	F	5,8	5,9	5,4	5,2	5,0	4,9
Zand	D	8,5	8,5	7,8	7,7	7,7	7,6
Zand	F	6,0	5,8	5,6	5,3	5,1	4,8
Klei op veen (Fr)	F	7,5	7,2	6,9	6,5	6,3	6,4
Gemiddeld		7,0	6,8	6,4	6,1	6,0	5,9

¹⁾ 1 kg/cm² ≈ 0,1 MPa

Naar: Altena en Hijink (1971)

Uit deze proeven blijkt echter niet wat voor gevolgen dit nu heeft voor de ds-productie wanneer beweid wordt met vee. Wat wel duidelijk uit tabel 11 is af te lezen is dat de draagkracht afneemt bij toenemende stikstofbemesting. Verder is te zien dat, zoals te verwachten, de draagkracht op natte percelen slechter is dan op normaal vochthoudende percelen en dat zandgrond een betere draagkracht heeft dan veengrond.

Beuving et al (1989) hebben een methode ontwikkeld om te berekenen hoe groot de vertrappingsverliezen zijn als de draagkracht van de zode onvoldoende is. Zij stellen dat bij een draagkracht van 0,70 MPa (≈ 7,0 kg/cm²) geen vertrappingsverliezen optreden. Beneden deze waarde treden wel vertrappingsverliezen op. Met behulp van tabel 12 kan bij iedere draagkracht afgelezen worden hoe groot dit vertrappingsverlies is. Onder vertrappingsverliezen wordt in deze tabel verstaan de extra beweidingsverliezen die optreden door de slechte

draagkracht boven op de normale beweidingsverliezen.

Tabel 12 Invloed van de draagkracht op beweidingsduur, mate van vertrapping en vertrapingsverlies bij een D_4 -systeem en een grasaanbod bij inscharen van 2000 kg ds

I_w^{11} (MPa)	Beweidingsduur (dagen)	Mate van vertrappen (%)	Vertrappingsverlies	
			(%)	(kg.ha ⁻¹)
0,70	4,0	0,0	0,0	0
0,65	3,9	5,0	3,9	62
0,60	3,9	10,9	8,4	136
0,55	3,8	17,0	13,2	212
0,50	3,7	23,4	18,2	291
0,45	3,6	30,0	23,4	374
0,40	3,5	36,9	28,8	461
0,35	3,3	44,2	34,4	551
0,30	3,2	51,7	40,3	645

¹¹ I_w = Indringweerstand = Draagkracht
Uit: Beuving et al (1989)

In tabel 12 worden benuttingsverliezen gegeven; het gras kan dus wel zijn gegroeid maar uiteindelijk niet opgegeten door het vee. In het kader van verfijning van het N-advies zijn we echter meer geïnteresseerd in wat er werkelijk groeit. Voor alles wat groeit is immers stikstof nodig, of het gewas nu gebruikt wordt of niet. Als gras vertrappt wordt en niet meer opgegeten wordt, is dat dus hier niet van belang; als echter door deze vertrapping de grasgroei in de volgende snede minder is, zal dit wel gevolgen moeten hebben voor de stikstofgift.

Over dit bruto-opbrengsteffect van vertrapping is in de literatuur nauwelijks iets te vinden. Voor het bepalen van de vertrappingsverliezen voor de modelberekening is daarom een schatting gemaakt. Deze schatting staat vermeld in tabel 13.

Op basis van de bevindingen van Altena en Hijink (tabel 11) dat de zodedraagkracht afneemt met het N-niveau, is er voor gekozen om de opbrengstreductiepercentages te laten toenemen bij het stijgen van het N-niveau.

Er wordt aangenomen dat vertrapping vooral in het voor- en het najaar optreedt als de zodedraagkracht verminderd is. De opbrengstreductie in de eerste snede wordt volledig veroorzaakt door vertrapping die in het najaar heeft

Tabel 13 Opbrengstreductie door vertrapping (in %)

N-niveau (kg/ha/jr)	Snede							Gem.
	1 ^e	2 ^e	3 ^e	4 ^e	5 ^e	6 ^e	7 ^e	
0	2	0	4					2
100	4	0	0	4				2
200	6	0	8	4	6			4
300	8	0	10	0	0	9		5
400	10	0	13	0	0	8	12	5
500	12	0	16	0	0	10	15	7

plaatsgevonden. In de tweede snede treedt geen opbrengstreductie op, omdat de eerste snede een maaisnede is. In de derde snede treedt opbrengstreductie op als gevolg van vertrapping in de tweede snede. Gedurende de zomermaanden is er geen noemenswaardige vertrapping. Pas in de laatste en voorlaatste snede begint opbrengstreductie door vertrapping weer een rol te spelen. Bij de lagere stikstofniveaus wijkt dit patroon iets af, omdat er minder sneden worden gerealiseerd.

Bij het vergelijken van de opbrengstreducties bij de verschillende stikstofniveaus moet men niet klakkeloos de percentages bij hetzelfde snedenummer vergelijken. Eenzelfde snedenummer komt immers niet overeen met eenzelfde tijdstip in het seizoen bij de diverse stikstofniveaus. Om in het najaar de oplopende percentages bij het toenemen van de stikstofgift te kunnen zien, moet dus diagonaal worden gelezen.

De waarden van tabel 13 moet men niet te absoluut zien. In de praktijk kan de schade door vertrapping zeer sterk variëren. Tussen een onaangetaste grasmat en een volledig kapotgetrapte zode, zijn oneindig veel variaties mogelijk.

3.3 Resultaten

In tabel 14 wordt weergegeven wat de ds-opbrengst bedraagt als voor iedere beweidingfactor afzonderlijk wordt gecorrigeerd. Deze tabel is verkregen door de maaiopbrengsten per snede van tabel 5 te vermenigvuldigen met de percentages van de tabellen 8, 9, 10 en 13, en vervolgens de opbrengsten per snede te sommeren. Wanneer geen gespecificeerd correctiepercentage per snede voor handen was, zoals bij de opbrengstreductie door urinebrandplekken en de opbrengstverhoging door nutriënten uit mest en urine, dan zijn alle snedeopbrengsten bij maaien vermenigvuldigd met het gemiddelde correctiepercentage. De in deze tabel vermelde opbrengsten bij correctie voor urinebrandplekken hebben betrekking op de schade op korte termijn (< 1 jaar). Op de langere termijn zijn de verschillen met de maaiopbrengsten twee keer zo groot.

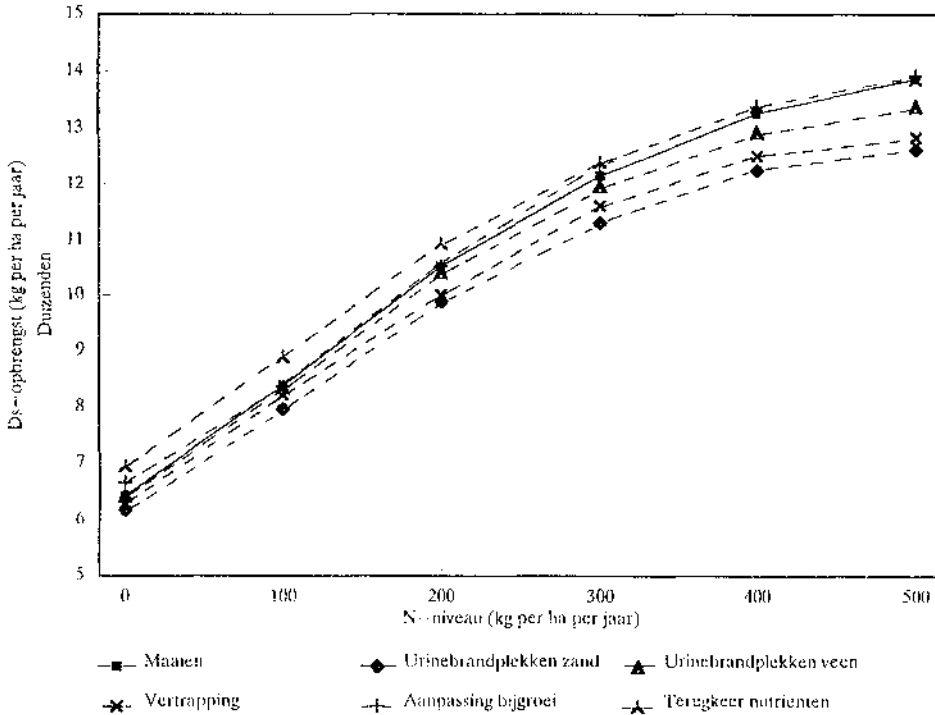
Tabel 14 Opbrengst wanneer gecorrigeerd wordt voor de afzonderlijke beweidingfactoren (in kg ds/ha/jr)

	N-niveau (kg N/ha/jr)					
	0	100	200	300	400	500
Alleen maaien	6435	8390	10512	12155	13262	13869
Terugkeer nutriënten	6950	8893	10932	12398	13395	13869
Afwijkende hergroei	6663	8365	10518	12343	13378	13918
Urinebrandplekken zand (korte termijn)	6178	7968	9881	11307	12256	12632
Urinebrandplekken veen (korte termijn)	6422	8348	10407	11973	12930	13384
Vertrapping	6302	8217	10003	11617	12510	12839

De opbrengsten die in tabel 14 staan vermeld, worden ook nog eens grafisch weergegeven in figuur 1. Uit deze figuur blijkt dat alle beweidingfactoren een afvlakkende werking hebben op de stikstofresponscurve, hetzij door op een hoog niveau te beginnen en gelijk te eindigen met de maailijn (terugkeer nutriënten), hetzij door gelijk te beginnen en lager te eindigen dan de maailijn (urinebrandplekken en vertrapping). Alleen bij de factor afwijkende hergroei gaat dit verhaal niet op: bij 0 en 300 N is er een kleine verhoging van de ds-op-

brengst, maar verder wijkt de lijn met gecorrigeerde hergroei bij beweiding nauwelijks af van de maailijn.

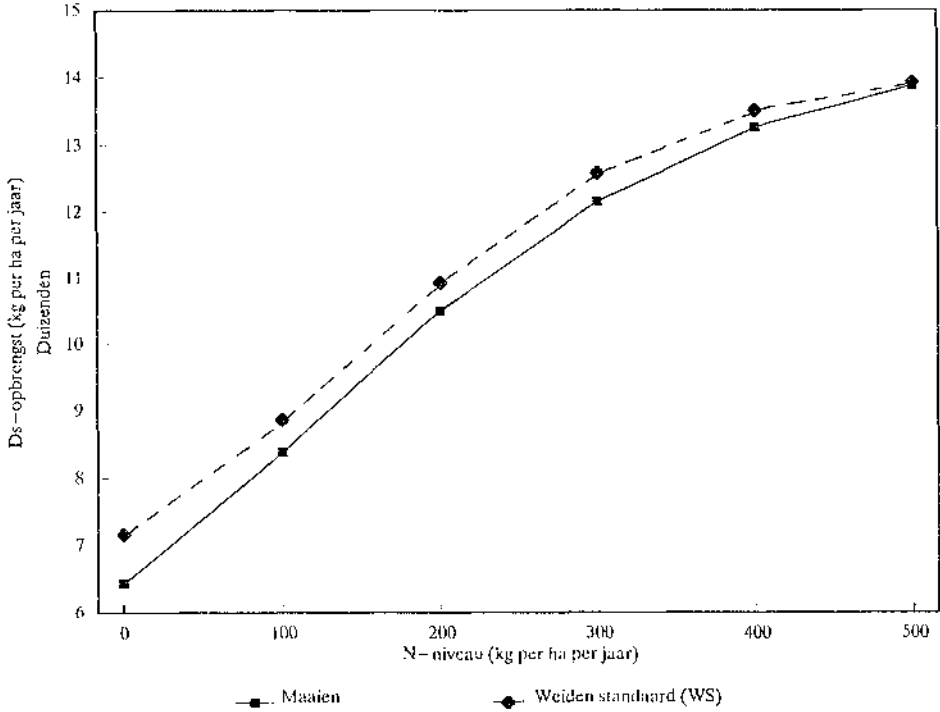
Figuur 1 Relatie tussen N-niveau en ds-opbrengst bij de effecten van de afzonderlijke beweidingfactoren



We kunnen stellen dat de factoren afwijkende hergroei en terugkeer van nutriënten via mest en urine altijd een rol zullen spelen bij beweiding. Bij de factor urinebrandplekken en vertrapping daarentegen is dit zeer sterk afhankelijk van de grondsoort en weersomstandigheden. Wanneer we een aantal beweidingssituaties willen simuleren, moeten we dus de factoren afwijkende hergroei en terugkeer nutriënten altijd in de berekeningen opnemen en met vertrapping en urinebrandplekken gaan variëren. De situatie met correctie voor afwijkende hergroei en terugkeer van nutriënten via mest en urine zullen we vanaf nu "weiden standaard" (WS) noemen. Figuur 2 geeft een indruk hoe de beweiding

onder deze standaardomstandigheden zich verhoudt ten opzichte van maaien.

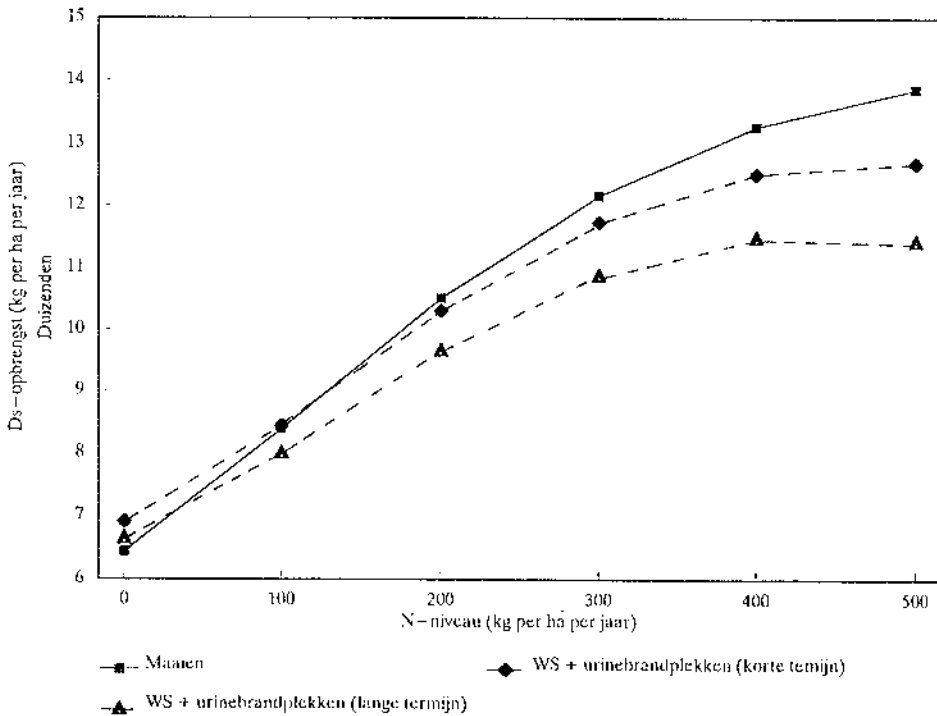
Figuur 2 Relatie tussen N-niveau en ds-opbrengst bij maaien en weiden in de standaard-situatie (alleen correctie voor afwijkende hergroei en terugkeer van nutriënten via mest en urine)



Bij de beweiding in de standaard-situatie wordt er van uit gegaan dat er verder geen schade door het weidende vee wordt toegebracht aan de zode. In de praktijk zal er echter vaak vertrapping en urineverbranding optreden. Voor een aantal situaties is dit verder uitgewerkt. Hierbij is uitgegaan van een zand- en een veengrond, omdat de eerste in grote mate gevoelig kan zijn voor urineverbranding en de tweede voor vertrapping. Een uitgangspunt bij de berekeningen is dat de opbrengsten bij maaien op alle grondsoorten gelijk zijn; de verschillen tussen de grondsoorten beperken zich tot verschillen in correctie voor beweiding.

ding.

Figuur 3 Relatie tussen N-niveau en ds-opbrengst bij maaien en weiden onder verschillende beweidingomstandigheden op een gevoelige zandgrond

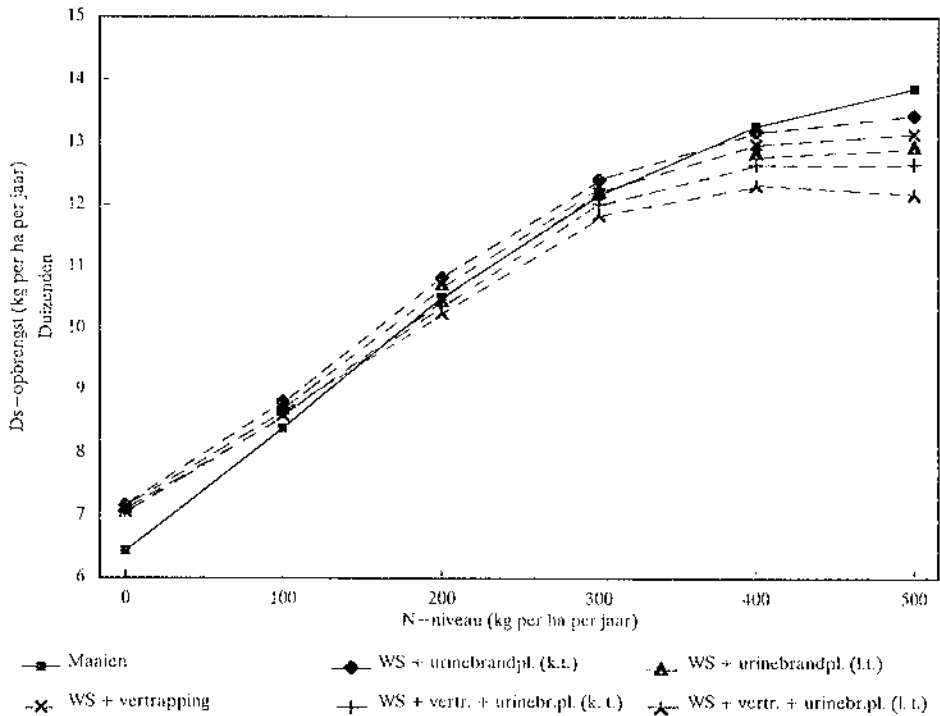


Figuur 3 geeft weer wat beweiding voor invloed heeft op de ds-opbrengsten op een gevoelige zandgrond. Hierbij wordt er van uit gegaan dat deze grond gevoelig is voor urineverbranding en niet voor vertrapping. Er is een onderscheid gemaakt tussen de invloed van urinebrandplekken op de korte en de lange termijn. Vooral bij de beweidingsslijn waar rekening wordt gehouden met de effecten van urinebrandplekken op de lange termijn (slechtere botanische samenstelling), is de opbrengst bij de hogere N-niveaus fors lager dan bij maaien. Boven de 400 N neemt de ds-opbrengst zelfs licht af met het toenemen van de N-bemesting. Bij 500 N bedraagt dit verschil ongeveer 3000 kg ds.

De situatie voor een veengrond wordt weergegeven in figuur 4. In deze figuur

worden, naast de maailijn, een vijftal situaties onderscheiden.

Figuur 4 Relatie tussen N-niveau en ds-opbrengst bij maaien en weiden onder verschillende beweidingsomstandigheden op veengrond



Net als bij zandgrond kunnen er op veengrond urinebrandplekken ontstaan, maar wanneer dit optreedt is de schade op veengrond over algemeen veel lager dan op zandgrond, zoals uit figuur 4 is af te lezen. Bovendien gaat urineverbranding pas bij relatief hoge N-giften een rol van betekenis spelen, wat logisch is gezien het veel progressievere verloop van de schadeprecentages voor urinebrandplekken bij veen in vergelijking met zand (tabel 10). Dit heeft tot gevolg dat de beweidingslijn met urinebrandplekken op de korte termijn pas vanaf 400 N onder de maailijn gaat lopen.

Wanneer de veengrond erg nat is, kan er vertrapping optreden. De opbrengsten bij vertrapping zijn ongeveer even groot als bij urinebrandplekken op de

lange termijn. Gevoelsmatig vinden een aantal geraadpleegde voorlichters en bedrijfsleiders van proefbedrijven de hier getoonde schade door vertrapping op een slecht draagkrachtige veengrond nog erg laag. Men moet echter niet vergeten dat het hier om brutoverliezen gaat. De in de praktijk makkelijk waarneembare verliezen hebben vaak betrekking op extra beweidingsverliezen.

In figuur 4 staat ook aangegeven wat de opbrengsten zijn wanneer zowel vertrapping als urineverbranding optreedt. Het verschil tussen maaien en weiden met vertrapping en urinebrandplekken op de lange termijn kan dan oplopen tot 2000 kg ds bij 500 N.

Wat voor gevolgen de diverse beweidingssituaties hebben op de optimale N-gift wordt weergegeven in tabel 15. Bij het berekenen van de optimale N-giften zijn eerst met behulp van regressie-analyse tweedegraadspolynomen door de relaties tussen N-gift en ds-opbrengst gefit. Vervolgens is gekeken bij welke N-gift de raaklijn aan de kromme een richtingscoëfficiënt van 7,5 had. Deze marginale opbrengst van 7,5 kg ds per kg N is ook gebruikt bij de vaststelling van de nieuwe bemestingsadviezen (Vellinga et al, in druk). Wanneer veel benuttingsverliezen door vertrapping optreden, zal de marginale opbrengst hoger dan deze 7,5 kg moeten zijn, om de extra opbrengsten op te laten wegen tegen de extra kosten van stikstof. In de berekeningen wordt hier verder geen rekening mee gehouden. Dit houdt wel in dat de optimale N-giften bij vertrapping in werkelijkheid iets lager zijn dan in tabel 15 wordt vermeld.

De optimale N-gift is bij continu maaien, met 451 kg per ha per jaar, het hoogst. Wanneer naar de invloed van de afzonderlijke beweidingfactoren op de optimale N-gift wordt gekeken, dan blijkt vooral dat het optreden van urineverbranding op gevoelige zandgrond grote invloed heeft op de optimale N-gift. Op lange termijn kan urineverbranding er voor zorgen dat de optimale N-gift daar ruim 100 kg lager ligt dan bij continu maaien.

Bij weiden in de standaard situatie, dus met correctie voor afwijkende hergroei en terugkeer van nutriënten uit mest en urine zonder verdere zodebeschadiging, is de optimale N-gift 418 kg N per ha per jaar. Het verschil met continu maaien bedraagt in deze situatie dus 40 kg per ha per jaar.

Wanneer naar de verschillende grondsoorten onder verschillende omstandig-

Tabel 15 Optimale N-gift bij de verschillende modelsituaties berekend bij een marginale opbrengst van 7,5 kg ds per kg N

Omschrijving situatie	Optimale N-gift (kg/ha/jr)	Vershil ¹⁾ met alleen maaien
Alleen maaien	451	0
Afzonderlijke beweidings factoren		
Terugkeer nutriënten	412	- 40
Afwijkende hergroei	450	0
Urinebrandplekken zand (korte termijn)	399	- 50
Urinebrandplekken zand (lange termijn)	349	-100
Urinebrandplekken veen (korte termijn)	412	- 40
Urinebrandplekken veen (lange termijn)	379	- 70
Vertrapping	396	- 55
Weiden standaard (WS)		
Terugkeer nutriënten + afwijkende hergroei	418	- 35
Zandgrond		
WS + urinebrandplekken (korte termijn)	366	- 85
WS + urinebrandplekken (lange termijn)	316	-135
Veengrond		
WS + urinebrandplekken (korte termijn)	382	- 70
WS + urinebrandplekken (lange termijn)	352	-100
WS + vertrapping	383	- 70
WS + vertrapping + urinebrandplekken (korte termijn)	351	-100
WS + vertrapping + urinebrandplekken (lange termijn)	323	-130

¹⁾ Afgerond op vijftallen

heden wordt gekeken, dan is vooral de optimale N-gift bij zandgrond die langdurig last heeft van urineverbranding behoorlijk verlaagd. Het verschil met continu maaien bedraagt ongeveer 135 kg N per ha per jaar. Ook bij veen-grasland dat wordt geteisterd door vertrapping in combinatie met langdurige urineverbranding ligt het verschil tussen maaien en weiden in deze orde van grootte.

3.4 Discussie

Een groot aantal situaties die bij de PAW- en LUW-proeven voorkomen, kunnen met behulp van de modelmatige berekeningen worden gesimuleerd. Door te gaan variëren met de parameters vertrapping en urineverbranding kan men op modelbasis gelijksoortige figuren creëren als die in de bijlagen 1 en 2 voor de PAW- en LUW-proeven staan afgebeeld. Tot hetzelfde eindresultaat komen wil natuurlijk nog niet zeggen dat de bewandelde weg om tot dit eindresultaat te komen ook hetzelfde is geweest. In jaren dat de N-responscurve bij beweiden sterk afgevlakt is in vergelijking met maaien, gaan we er nu van uit dat dit veroorzaakt wordt door vertrapping en/of urineverbranding. Het is echter niet meer mogelijk om precies na te gaan of in deze jaren inderdaad veel schade door deze twee factoren werd veroorzaakt.

Hoewel de meeste situaties redelijk kunnen worden nagebootst, geven de modelberekeningen geen verklaring voor de situaties in de PAW-proeven waarbij soms bij weiden over het hele stikstoftraject hogere opbrengsten werden gerealiseerd in vergelijking met maaien. In een groot aantal jaren zijn deze verschillen behoorlijk groot. De verhoogde opbrengsten bij weiden kunnen moeilijk alleen het gevolg zijn van de positieve effecten van de nutriënten uit mest en urine. Het kan zijn dat door speciale omstandigheden de hergroei bij beweiding ruimschoots in het voordeel was. Ook is het mogelijk dat er nog een andere beweidingsfactor in het spel is, die een positieve werking heeft op de ds-opbrengst. Om welke factor dat gaat, is echter niet duidelijk.

Wanneer we de diverse beweidingsfactoren beschouwen, dan kunnen we stellen dat alleen terugkeer van nutriënten via mest en urine een redelijk constante factor is die bij iedere beweiding optreedt. Het effect ervan is echter niet zo groot. Deze factor kan dus niet voor de grote variatie in N-respons bij de proeven van hoofdstuk 2 hebben gezorgd.

De andere factoren variëren veel meer. De afwijkende hergroei na beweiding is sterk afhankelijk van het gebruiksschema van het grasland. Bij de modelberekeningen waren de effecten op de jaaropbrengsten gering, maar bij andere gebruiksschema's kan deze factor veel meer invloed hebben. Bij de proeven

werd echter jaarlijks hetzelfde gebruiksschema toegepast. De hergroei na beweiding kan dus in principe geen rol gespeeld hebben bij de grote verschillen in uitkomsten tussen de diverse proefjaren.

De factoren die overblijven om de variatie tussen de locaties en proefjaren op één locatie te kunnen verklaren, zijn vertrapping en urineverbranding. Bij de uitgangspunten van de modelberekeningen is echter al benadrukt dat inschatten van deze factoren heel moeilijk is. De variatie is groot en sterk afhankelijk van de plaatselijke omstandigheden.

4. EINDCONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Bij aanvang van dit project hoopten we door een eenvoudige correctie op het nieuwe stikstofadvies, dat voor maaiomstandigheden in concept klaar is, een advies voor beweidingsomstandigheden te kunnen formuleren. Dit blijkt echter niet zo gemakkelijk te realiseren. De invloeden van beweiding blijken zeer variabel te zijn.

De enige factoren waar bij beweiding altijd rekening mee gehouden kan worden zijn de terugkeer van nutriënten via mest en urine en afwijkende hergroei. Volgens de modelberekeningen hebben deze echter weinig invloed op de N-respons van grasland. De optimale N-gift komt volgens de modelberekeningen 35 kg per ha per jaar lager uit dan bij maaien. Wanneer dit over een aantal sneden wordt verdeeld, resulteert dit in hoeveelheden waarmee in de praktijk moeilijk rekening kan worden gehouden.

Afvlakking van de N-responscurve wordt bij beweiding vooral veroorzaakt door schade die kan optreden door vertrapping en urinebrandplekken. Dit treedt echter lang niet in alle gevallen van beweiding op; het is zeer sterk afhankelijk van de grondsoort en de bodemgesteldheid. Zelfs op één locatie kunnen de verschillen van jaar tot jaar groot zijn, wat waarschijnlijk te maken heeft met de weersomstandigheden. Dit maakt het erg moeilijk om met algemene richtlijnen te komen voor de bemesting.

Zowel bij vertrapping als bij urineverbranding is de slechtere N-respons toe te schrijven aan een verminderde zodekwaliteit. Het is dus wenselijk om een maatstaf te hebben voor het beoordelen van de kwaliteit van een grasmat, om op die manier een inschatting te kunnen maken van het produktievermogen. Vervolgens zou aan de hand van deze zodekwaliteit de stikstofgift aangepast kunnen worden.

Schade aan de zode hoeft niet persé te zijn ontstaan door beweiding. Ook uitwintering en slecht graslandbeheer kunnen zorgen voor een slechte zodekwaliteit. Door de aanpassing van de stikstofgift via de zodekwaliteit te laten lopen, wordt met meer zaken dan alleen beweiding rekening gehouden.

Neuteboom et al (1992) beschrijven een methode waarbij een schatting van

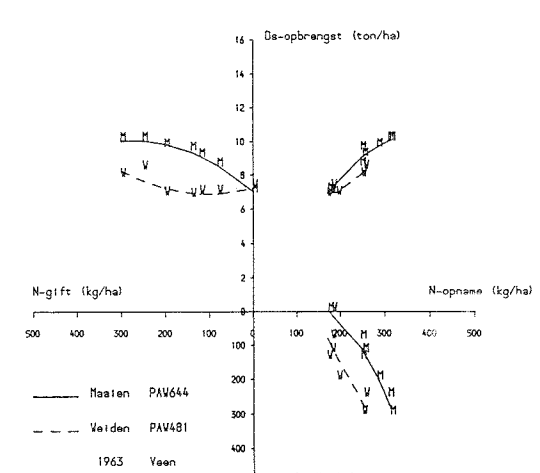
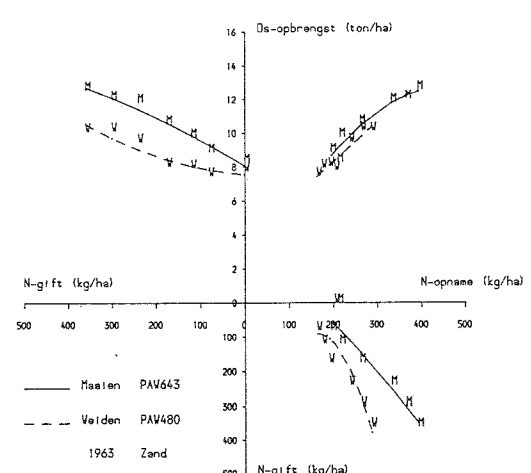
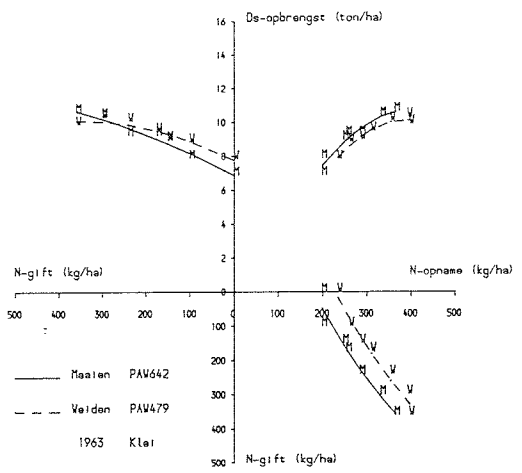
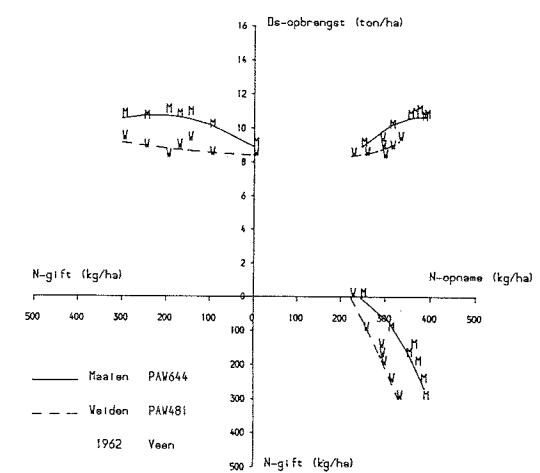
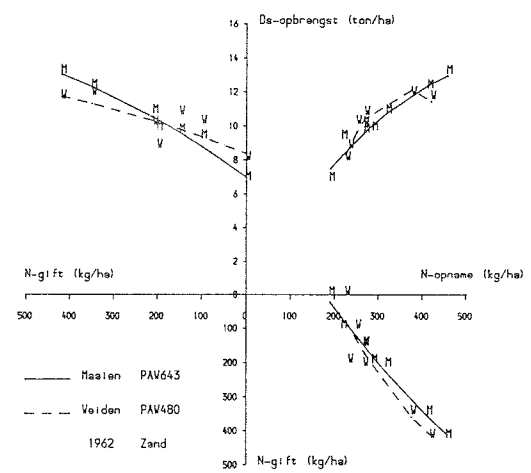
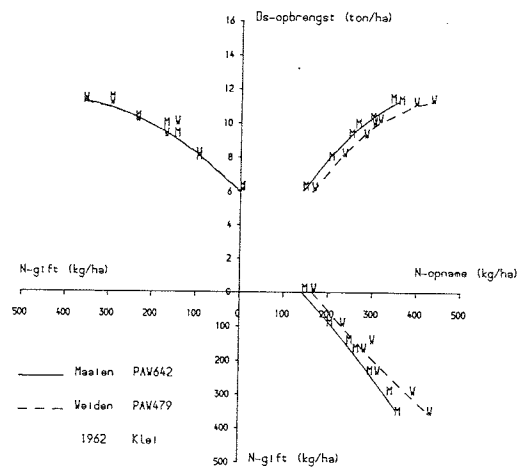
de zodekwaliteit wordt gemaakt door de "afwezigheidsfrequentie" van Engels raaigras te bepalen. De afwezigheidsfrequentie wordt bepaald door een ring met een bepaalde diameter een groot aantal keren op een willekeurige plaats van het perceel te leggen. Vervolgens wordt dan gekeken hoe vaak het voorkomt dat er in deze ring helemaal geen bewortelde spruit van Engels raaigras aanwezig is. Deze methode lijkt goede perspectieven te bieden om een inschatting te kunnen maken van het produktievermogen van de grasmat. Om de methode in te kunnen zetten voor het verfijnen van het stikstofadvies zal echter eerst meer onderzoek moeten worden gedaan.

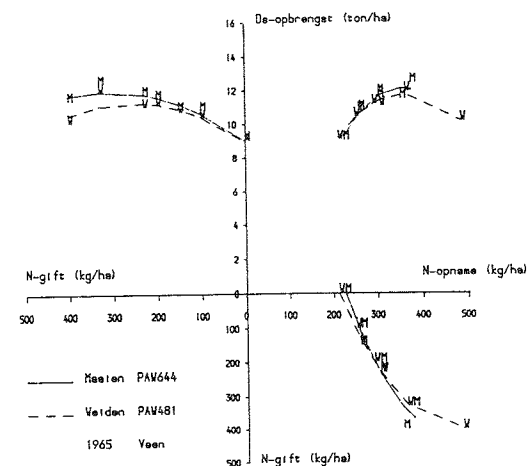
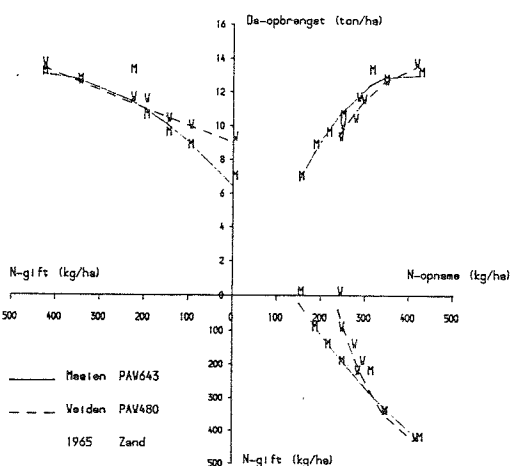
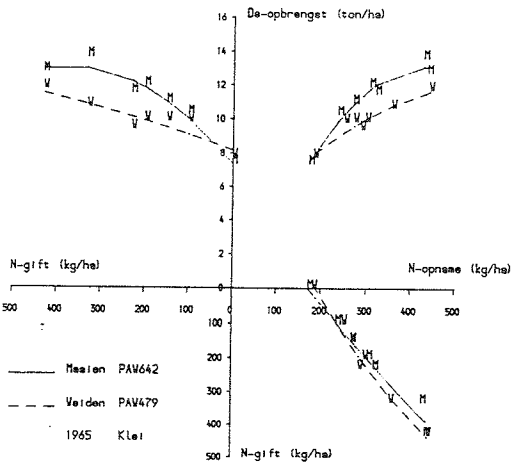
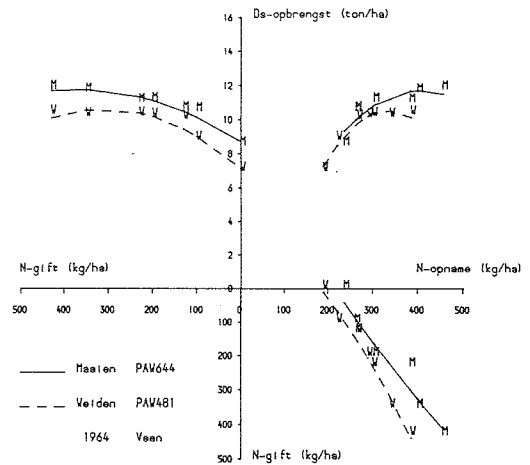
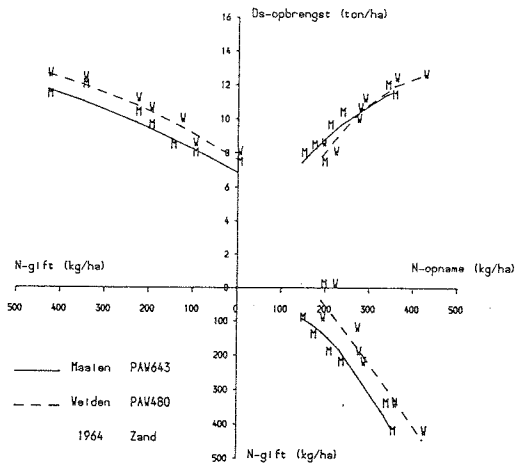
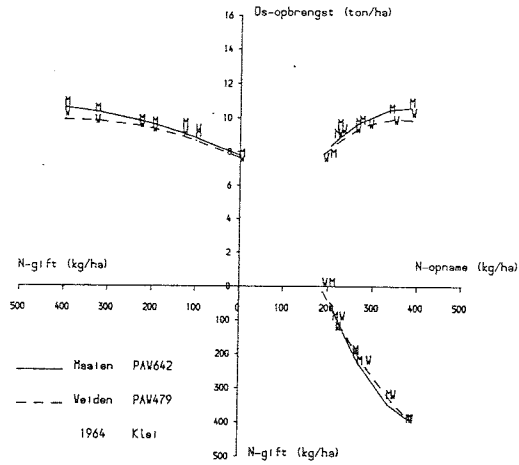
LITERATUUR

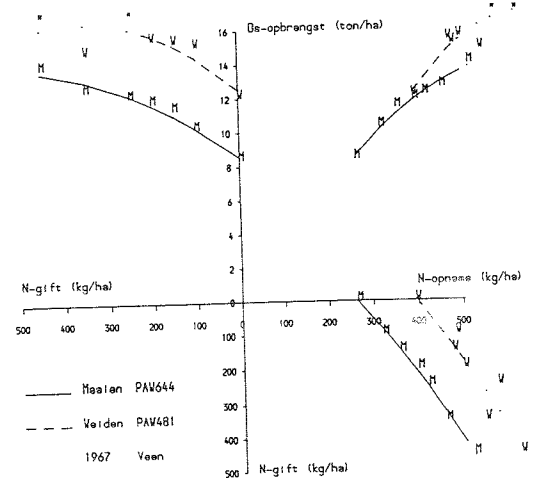
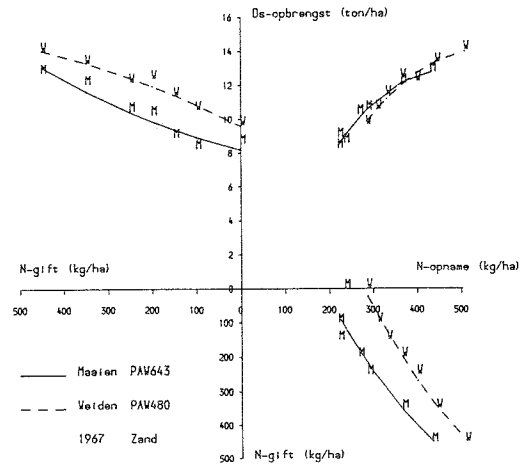
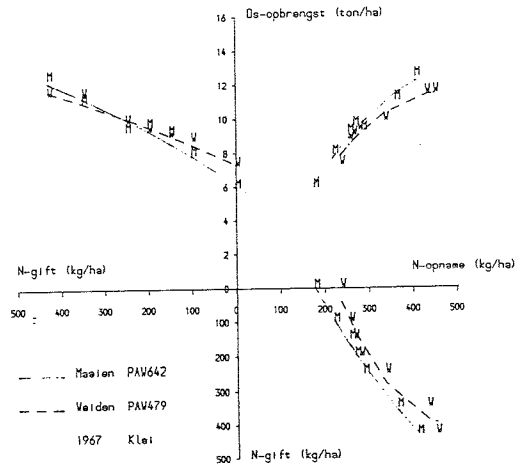
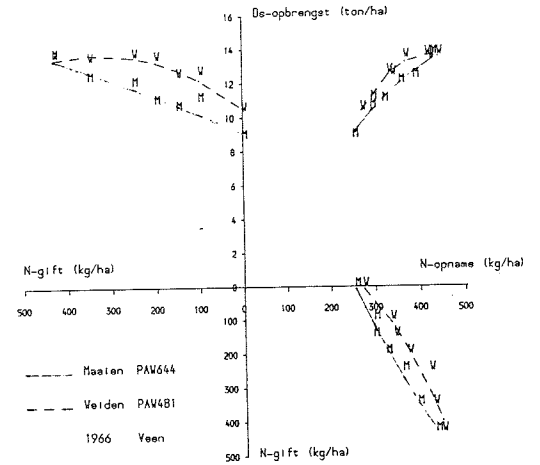
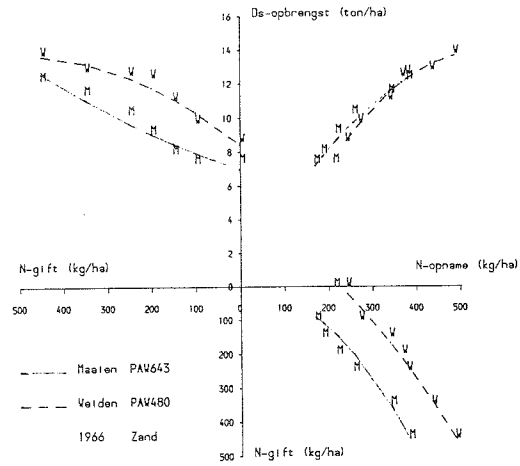
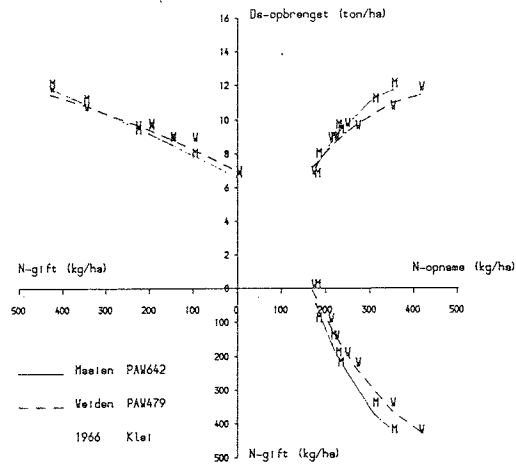
- Altena, H.J. en Hijink, J.W.F., 1971, Enkele factoren die van invloed zijn op de draagkracht van grasland, *Bedrijfsontwikkeling* 2, 55-58.
- Beuving, J., Oostindie, K. en Vellinga, Th., 1989, Vertrappingsverliezen door onvoldoende draagkracht van veengrasland, *Rapport 6*, Staringcentrum, Wageningen.
- Boxem, Tj., 1967, Bruto beweidings- en maaiproeven in 1964, Proefstation voor de Akker- en Weidebouw, Wageningen.
- Boxem, Tj. en Oostendorp, D., 1967, Bruto beweidings- en maaiproeven in 1965, Proefstation voor de Akker- en Weidebouw, Wageningen.
- Boxem, Tj. en Oostendorp, D., 1967, Stikstofbemesting en gebruikswijze van grasland, Verslag van een onderzoek naar de invloed van stikstofbemesting en gebruik op de opbrengst van grasland, Deel I. 1960-1963, Proefstation voor de Akker- en Weidebouw, Wageningen, mededeling nr. 131.
- Boxem, Tj., 1969, Documentatieverslag 1968, Stikstofproefvelden PAW 479 t/m 481 (beweiding) en PAW 642 t/m 644 (uitsluitend maaien), Proefstation voor de Akker- en Weidebouw, Wageningen.
- Boxem, Tj. 1970, Documentatieverslag 1969, Stikstofproefvelden PAW 479 t/m 481 (beweiding) en PAW 642 t/m 644 (uitsluitend maaien), Proefstation voor de Rundveehouderij, Lelystad.
- Boxem, Tj. 1971, Documentatieverslag 1970, Stikstofproefvelden PAW 479 t/m 481 (beweiding) en PAW 642 t/m 644 (uitsluitend maaien), Proefstation voor de Rundveehouderij, Lelystad.
- Boxem, Tj., 1973, Stikstofbemesting en bruto-opbrengst van grasland, *Stikstof* 73, 536-545.
- Boxem, Tj., Proefstation voor de Rundveehouderij, Lelystad, persoonlijke mededeling.
- Deenen, 1992, (in voorbereiding, titel nog onbekend) Proefschrift Landbouwuniversiteit Wageningen.
- Handboek voor de Rundveehouderij (in druk), 1992, IKC-RSP.
- Jackson, M.V. en Williams T.E., 1979, Response of grass swards to fertilizer N under cutting or grazing, *Journal of agricultural Science, Cambridge*, 549-562.
- Keuning, J.A., 1981, Urinebrandplekken in grasland 1, *Bedrijfsontwikkeling*

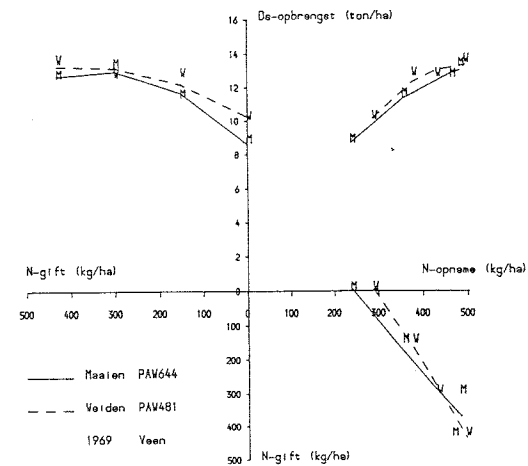
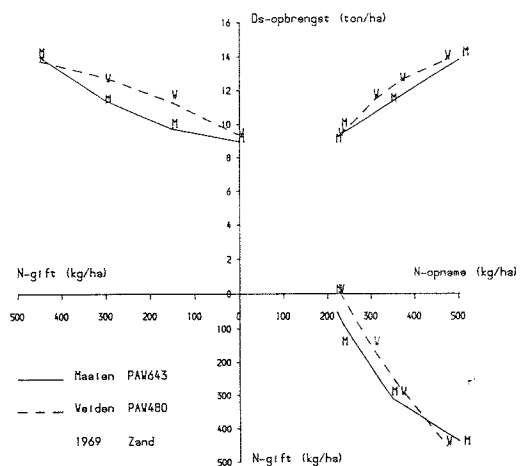
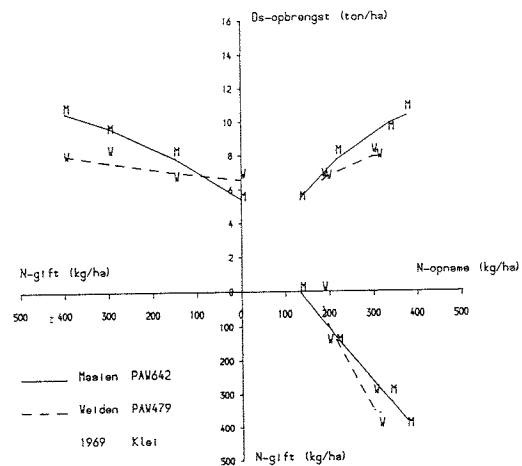
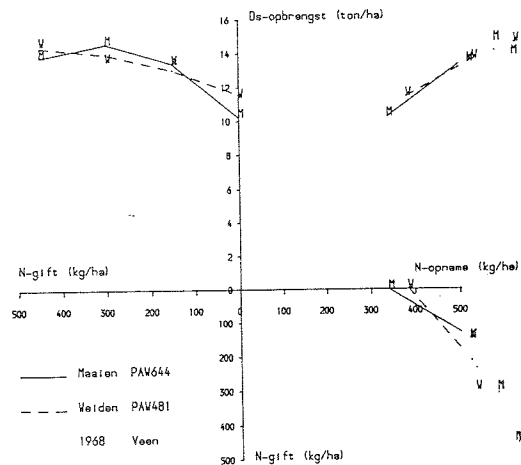
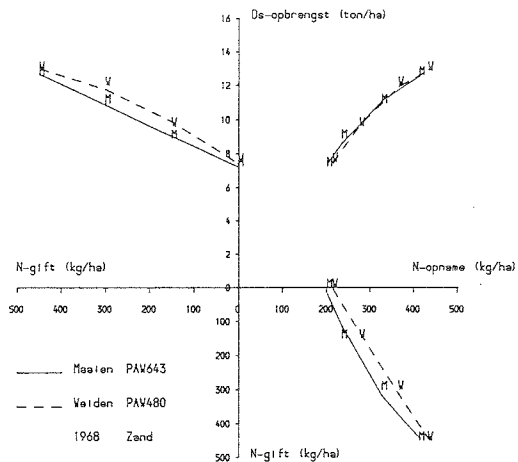
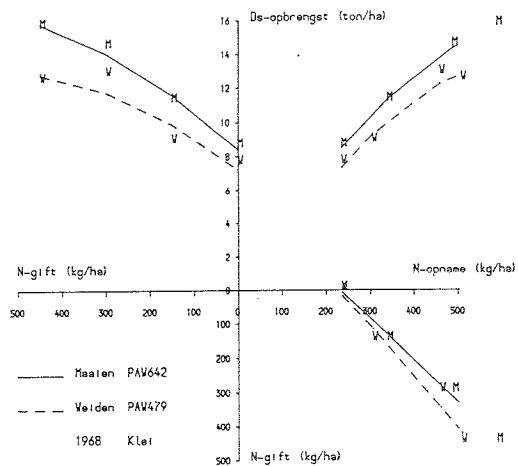
12, 453-458.

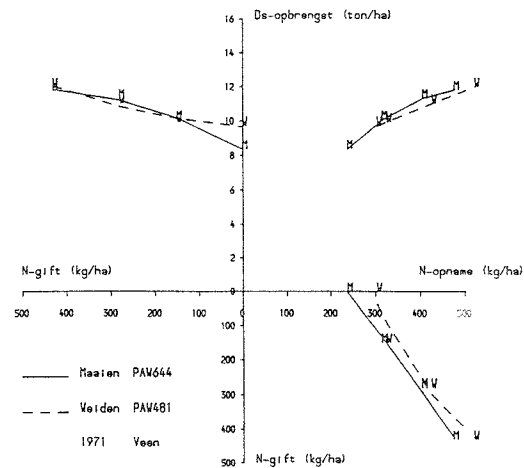
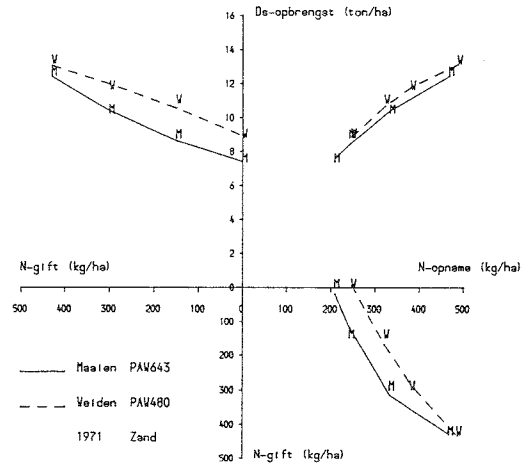
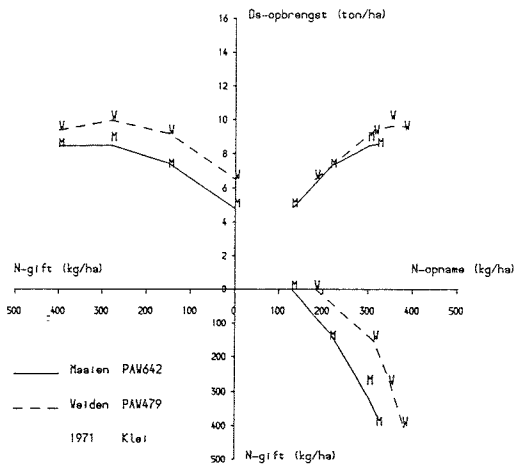
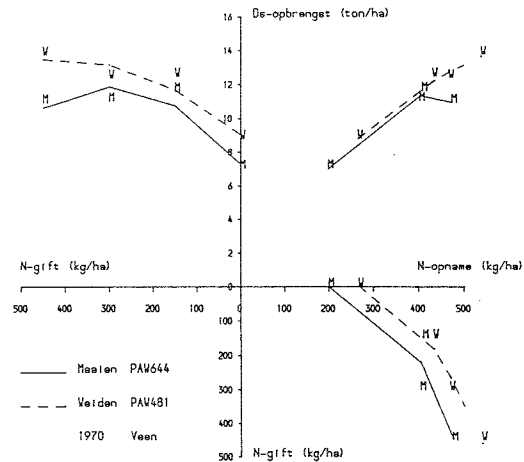
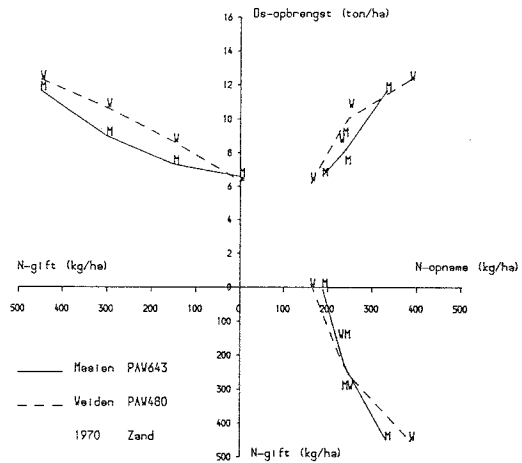
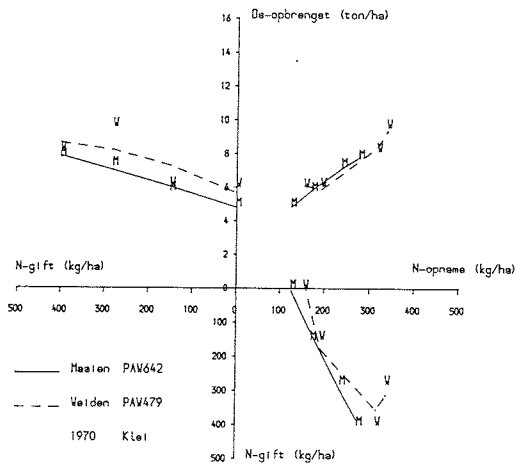
- Koomen, T.L.M., 1989, Onderzoek naar verfijning van het stikstofbestedingsadvies voor grasland, stage-verslag, CAD Bodem-, Water- en bemestingszaken in de Veehouderij, Wageningen.
- Lantinga, E.A. Keuning, J.A, Groenwold, J. en Deenen, P.J.A.G., 1987, Distribution of excreted nitrogen by grazing cattle and its effects on sward quality, herbage production and utilization. In Meer, H.G. v.d. (eds.), Animal Manure on Grassland and Fodder Crops, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, 103-117.
- Lantinga, E.A., 1988, De invloed van weidend vee op de stikstofhuishouding van grasland, Meststoffen 3, 16-20.
- MacDiarmid, B.N. en Watkin, B.R., 1972, The cattle dung patch. II. Effect of a dung patch on the chemical status of the soil, and ammonia losses from the patch. Journal of the British Grassland Society 27, 43-48.
- Meer, H.G. van der (ed.), 1991, Stikstofbenutting en -verliezen van gras- en maisland, stand van zaken in het onderzoek naar stikstofproblematiek van gras- en maisland, Werkgroep Stikstofproblematiek van gras- en maisland, Wageningen.
- Neuteboom, J.H., Lantinga, E.A., en Van Loo, E.N., 1992, The use of frequency estimates in studying sward structure (toegezonden aan Grass en Forage Science)
- Noij, I.G.A.M., 1989, Verfijning N-advies naar bodemtype en grondwatertrap, CAD Bodem-, Water- en bemestingszaken in de Veehouderij, Wageningen.
- Prins, W.H., (1983), Limits to nitrogen fertilizer on grassland, Proefschrift Landbouwhogeschool Wageningen.
- Ven, G.W.J. van de, 1992, Grasmod, a grassland management model to calculate nitrogen losses from grassland, verslag 158, Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek, Wageningen.



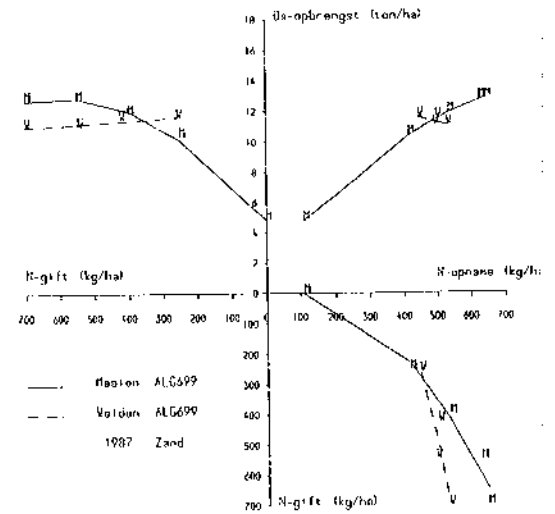
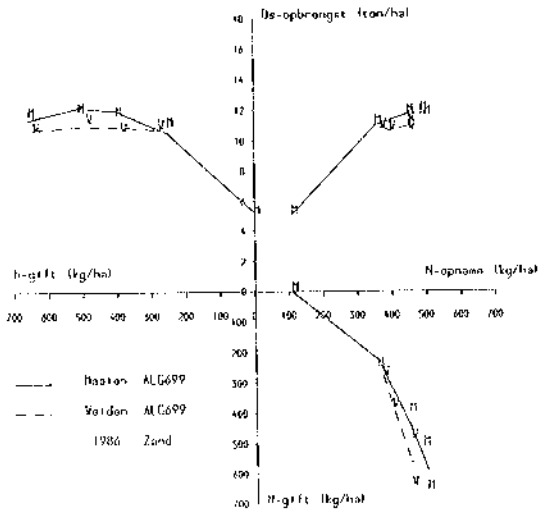
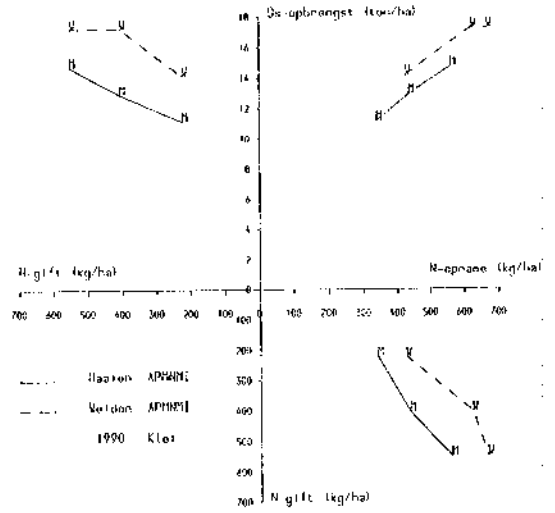
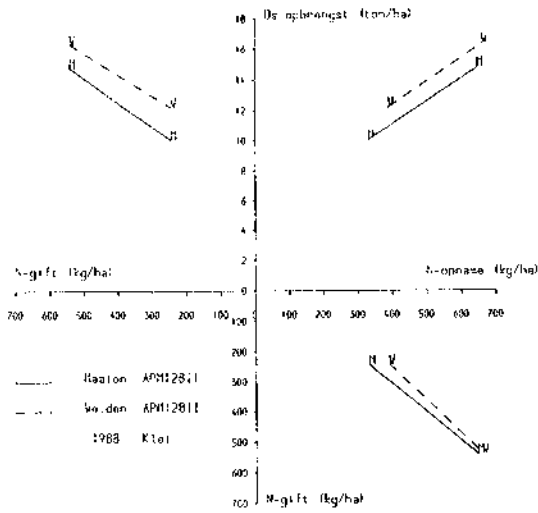








Bijlage 2 Driekwadrantenfiguren LUW-proeven



Bijlage 3 Uitkomsten van regressie-analyse van de PAW-proeven per proefjaar met ds-opbrengst als te verklaren variabele en N-gift, N-gift², gebruikswijze en interactie tussen gebruikswijze en N-gift als verklarende variabelen (De regressiecoëfficiënten zijn niet weergegeven.)

Grondsoort	Jaar	R ² _{adj}	DF _{rest}	t-waarden				
				Const	Ngift	Ngift ²	GebrW	Ngft.Gebr W
Klei	1962	94.6	11	26.88	9.62	-4.32		
	1963	93.9	9	27.88	6.71	-2.43	3.64	-3.01
	1964	91.2	10	41.71	6.07	-2.94	-2.41	
	1965 #	81.4	10	15.92	4.00	-2.04 *	-3.30	
	1965 #	76.1	11	19.04	5.91		-2.91	
	1966	96.2	12	45.08	18.08			
	1967	94.7	10	22.68	12.41		2.66	-2.44
	1968	88.5	5	10.53	6.86		-2.95	
	1969	92.0	4	13.85	8.21		1.46 *	-4.13
	1970	56.1	6	8.75	3.15			
	1971	96.8	4	20.65	9.29	-6.23	6.81	
Zand	1962	82.2	10	14.75	6.94		1.71 *	-2.17
	1963	93.9	10	28.33	9.61		-2.55	-2.34
	1964	91.3	11	24.48	11.28		3.36	
	1965	80.2	12	19.05	7.34			
	1966	92.3	11	20.47	10.56		6.74	
	1967	94.1	11	32.56	12.42		7.33	
	1968	97.7	5	31.07	17.31		2.41 *	
	1969	93.1	5	24.08	9.58		2.09 *	
	1970	91.4	6	15.83	8.66			
	1971	96.3	5	27.49	12.51		5.12	
Zand zonder ON	1962	66.1	10	16.27	4.74			
	1963	95.2	9	31.07	11.10		-9.93	
	1964	95.1	8	7.89	6.16	-3.96	5.03	
	1965	75.7	10	15.56	5.93			
	1966	96.5	7	6.44	5.94	-3.20	6.86	-2.54
	1967	97.5	7	12.80	5.89	-2.51	7.49	-2.79
	1968	89.4	4	13.33	6.57			
	1969	76.4	4	10.50	4.15			
	1970	97.3	3	14.56	12.64		4.69	
	1971	90.1	3	12.39	6.01		3.39	
Veen	1962	82.0	11	37.46	3.21		-7.12	
	1963	80.1	11	24.37	4.14		-6.09	
	1964	92.8	10	35.39	8.38	-5.80	-6.53	
	1965	74.8	11	27.26	5.42	-4.15		
	1966	82.0	11	26.50	6.51		4.34	
	1967 #	85.8	11	17.54	5.23		7.29	
	1967 #	89.5	10	14.83	3.95	-2.22 *	8.50	
	1968	85.5	5	27.20	4.57	-3.03		
	1969 #	68.1	6	17.69	4.00			
	1969 #	82.7	5	19.56	3.89	-2.46 *		
	1970 #	43.0	6	9.41	2.51			
1970 #	78.4	4	9.47	3.54	-2.47 *	2.40 *		
1971	87.8	6	35.58	7.17				

meer dan 1 kandidaatmodel

* parameter waar de t-waarde betrekking op heeft, is niet significant bij een betrouwbaarheid van 95%

R²_{adj} = percentage verklaarde variantie
 DF_{rest} = aantal vrijheidsgraden van de restterm
 Const = constante
 Ngift = stikstofgift
 Ngift² = stikstofgift in het kwadraat
 GebrW = gebruikswijze grasland (weiden weergegeven t.o.v. maaien)
 Ngft.GebrW = interactie tussen stikstofgift en gebruikswijze (weiden weergegeven t.o.v. maaien)

Bijlage 4 Uitkomsten van regressie-analyse van de PAW-proeven per proefjaar met N-opname als te verklaren variabele en N-gift, N-gift², gebruikswijze en interactie tussen N-gift en gebruikswijze als verklarende variabelen. (De regressiecoëfficiënten zijn niet weergegeven.)

Grondsoort	Jaar	R ² _{adj}	DF _{rest}	t-waarden				
				Const	Ngift	Ngift ²	GebrW	Ngift.Gebr W
Klei	1962	96.5	11	14.87	18.47		4.54	
	1963	94.9	11	19.48	14.29		6.29	
	1964	98.2	11	33.50	2.64	5.35		
	1965	95.3	12	19.16	16.27			
	1966	99.2	9	31.46	2.13 *	7.83	-0.47 *	5.38
	1967	95.9	10	15.48	2.48	2.60	4.34	
	1968	94.0	6	11.87	10.51			
	1969 #	86.2	6	7.84	6.69			
	1969 #	93.6	4	7.09	8.85		1.47 *	-2.70 *
	1970	74.3	6	5.72	4.61			
	1971	97.7	4	12.07	7.97	-3.63	6.74	
Zand	1962	94.1	9	11.47	2.03 *	2.82	1.21 *	-2.37
	1963	92.5	9	12.17	0.74 *	3.16	-0.56 *	-3.29
	1964	90.2	10	8.99	0.01 *	3.03	4.05	
	1965	95.0	9	10.33	2.36	4.76	4.76	-3.58
	1966	90.9	11	8.69	9.29		6.81	
	1967	96.9	10	19.07	1.26 *	4.02	10.48	
	1968	97.6	5	19.11	16.77		2.84	
	1969	90.1	6	9.70	8.04			
	1970	80.1	6	8.65	5.40			
	1971	87.2	6	9.51	6.99			
	Zand zonder ON	1962	89.1	10	8.59	9.55		
1963		98.2	11	13.37	17.93		-0.99 *	-4.78
1964		94.9	9	5.87	13.29		5.51	
1965		93.7	8	6.39	10.55		3.03	-2.44
1966		97.8	9	9.86	17.03		14.07	
1967		98.6	9	18.98	23.51		15.26	
1968		98.9	3	17.26	21.06		5.08	
1969		89.5	4	4.24	6.62			
1970		66.5	4	3.70	3.31			
1971		83.9	4	4.03	5.20			
Veen		1962	94.8	10	30.37	6.09	-2.32	-9.46
	1963	84.2	11	17.34	6.37		-5.53	
	1964	92.8	11	20.06	12.40		-4.07	
	1965	86.6	10	11.07	4.72		-1.55 *	2.34
	1966	95.3	11	32.84	15.48		5.04	
	1967	95.4	11	23.49	12.58		10.56	
	1968	86.6	6	17.26	6.79			
	1969	88.5	6	14.65	7.40			
	1970	75.3	6	8.26	4.73			
	1971 #	91.7	6	15.60	8.83			
	1971 #	95.6	5	17.11	12.11		2.51 *	

meer dan 1 kandidaatmodel

* parameter waar de t-waarde betrekking op heeft, is niet significant bij een betrouwbaarheid van 95%

R²_{adj} = percentage verklaarde variantie
 DF_{rest} = aantal vrijheidsgraden van de restterm
 Const = constante
 Ngift = stikstofgift
 Ngift² = stikstofgift in het kwadraat
 GebrW = gebruikswijze grasland (weiden weergegeven t.o.v. maaien)
 Ngift.GebrW = interactie tussen stikstofgift en gebruikswijze (weiden weergegeven t.o.v. maaien)

Bijlage 5 Uitkomsten van regressie-analyse van de PAW-proeven per proefjaar met ds-opbrengst als te verklaren variabele en N-opname, N-opname², gebruikswijze en interactie tussen gebruikswijze en N-opname als verklarende variabelen (De regressiecoëfficiënten zijn niet weergegeven.)

Grondsoort	Jaar	R ² _{adj}	DF _{res}	t-waarden				
				Const	Nopname	Nopname ²	GebrW	Nopn.Gebr W
Klei	1962	99.3	10	-1.24 *	17.01	-10.52	-7.99	
	1963	91.8	10	-1.28 *	5.03	-3.85	-2.96	
	1964 #	65.8	12	10.24	5.10			
	1964 #	72.9	11	0.03 *	2.54	-2.05 *		
	1965	90.7	10	0.40 *	4.13	-2.80	-4.26	
	1966	91.5	11	-1.14 *	4.72	-3.39		
	1967	94.5	10	-1.89 *	5.63	-3.93	-2.65	
	1968	96.7	5	6.13	13.25		-3.51	
	1969	83.9	6	3.94	6.13			
	1970	94.3	6	6.21	10.83			
	1971	91.3	6	4.53	8.62			
Zand	1962	83.3	12	6.61	8.13			
	1963	91.3	12	8.37	11.76			
	1964	83.9	12	7.38	8.29			
	1965	95.6	9	2.28	7.29	-5.36	-3.00	2.51
	1966	93.5	12	7.83	13.69			
	1967	95.8	11	0.37 *	4.55	-2.50		
	1968	98.9	5	-1.58 *	5.68	-3.37		
	1969	94.6	6	10.17	11.09			
	1970	80.1	6	1.40 *	5.40			
	1971	94.7	6	6.95	11.19			
Zand zonder ON	1962	87.6	10	10.66	8.89			
	1963	98.7	8	2.86	6.56	-3.70	-5.53	
	1964	91.5	10	12.09	10.93			
	1965 #	83.7	10	6.65	7.59			
	1965 #	88.4	9	-0.23 *	3.32	-2.25 *		
	1966	97.3	9	1.70 *	5.61	-2.74		
	1967	96.6	9	0.73 *	4.90	-2.74		
	1968	98.2	4	8.94	16.50			
	1969	99.1	3	23.60	23.80		4.96	
	1970	63.7	4	1.37 *	3.13			
1971	100.0	2	154.25	188.87		25.92	-15.25	
Veen	1962	90.0	11	9.22	5.25		-4.58	
	1963	94.5	11	7.23	9.49		-3.35	
	1964	81.7	10	-0.42 *	3.81	-3.10	-2.36	
	1965	88.5	11	-3.08	9.47	-8.93		
	1966	94.2	10	-2.07 *	4.18	-3.26	3.65	
	1967	93.7	11	3.93	8.67		3.02	
	1968	90.7	6	6.69	8.33			
	1969	89.7	6	5.89	7.87			
	1969	94.6	5	-0.74 *	3.57	-2.55 *		
	1970	88.3	6	3.68	7.35			
1971	97.6	5	1.24 *	5.07	-3.35			

meer dan 1 kandidaatmodel

* parameter waar de t-waarde betrekking op heeft, is niet significant bij een betrouwbaarheid van 95%

- R²_{adj} = percentage verklaarde variantie
- DF_{res} = aantal vrijheidsgraden van de restterm
- Const = constante
- Nopname = stikstofopname
- Nopname² = stikstofopname in het kwadraat
- GebrW = gebruikswijze grasland (weiden weergegeven t.o.v. maaien)
- Nopn.GebrW = interactie tussen stikstofopname en gebruikswijze (weiden weergegeven t.o.v. maaien)

Bijlage 6 Uitkomsten van regressie-analyse van de LUW-proeven per proefjaar met ds-opbrengst als te verklaren variabele en N-gift, N-gift', gebruikswijze en interactie tussen gebruikswijze en N-gift als verklarende variabelen (De regressiecoëfficiënten zijn niet weergegeven.)

Grondsoort	Jaar	R ² _{adj}	DF _{res}	t-waarden				
				Const	Ngift	Ngift ²	GebrW	Ngft.Gebr W
Klei	1988	98.8	1	14.48	14.41		5.92 *	
	1990	92.2	3	10.04	5.07		5.97	
Zand	1986 #	91.0	4	8.81	7.65	-5.73		
	1986 #	94.7	5	11.45	10.16	-7.80	-2.27 *	
	1987	95.5	4	10.20	8.38	-4.80	2.75 *	-3.57

Bijlage 7 Uitkomsten van regressie-analyse van de LUW-proeven per proefjaar met N-opname als te verklaren variabele en N-gift, Ngift', gebruikswijze en interactie tussen N-gift en gebruikswijze als verklarende variabelen. (De regressiecoëfficiënten zijn niet weergegeven.)

Grondsoort	Jaar	R ² _{adj}	DF _{res}	t-waarden				
				Const	Ngift	Ngift ²	GebrW	Ngft.Gebr W
Klei	1988	97.1	2	2.88 *	10.02			
	1990	93.2	3	3.68	7.01		4.58	
Zand	1986	98.8	5	8.91	17.14	-10.52	-3.51	
	1987	98.1	4	5.63	11.30	-5.34	2.31 *	-4.04

Bijlage 8 Uitkomsten van regressie-analyse van de LUW-proeven per proefjaar met ds-opbrengst als te verklaren variabele en N-opname, N-opname', gebruikswijze en interactie tussen gebruikswijze en N-opname als verklarende variabelen (De regressiecoëfficiënten zijn niet weergegeven.)

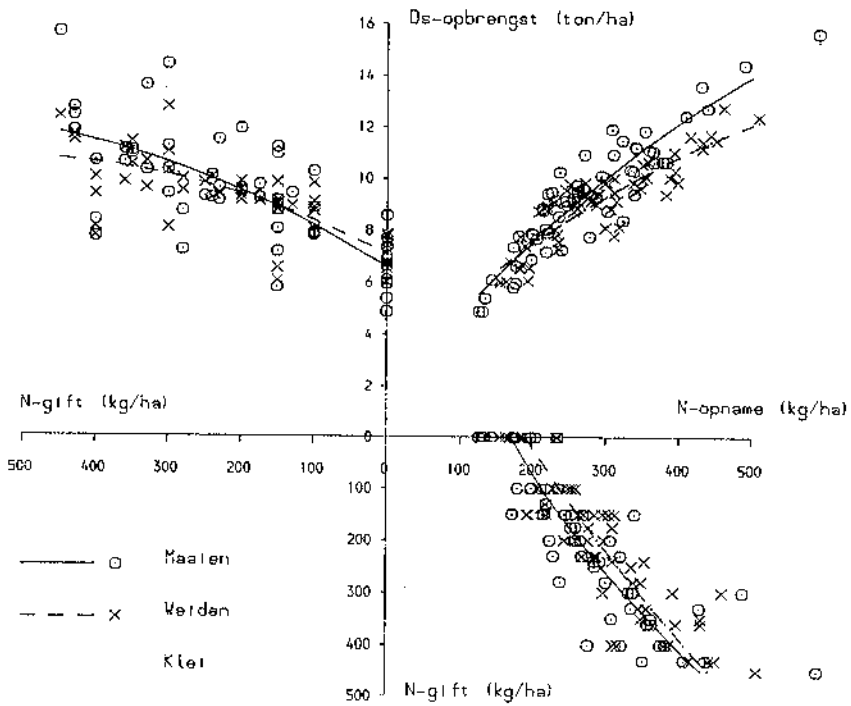
Grondsoort	Jaar	R ² _{adj}	DF _{res}	t-waarden				
				Const	Nopname	Nopname ²	GebrW	Nopn.Gebr W
Klei	1988	100.0	1	113.27	176.72		51.03	
	1990	98.2	3	10.33	10.89		4.54	
Zand	1986	98.6	5	0.77 *	10.69	-7.10	-3.73	
	1987	99.4	4	5.80	11.44	-4.89	5.40	-5.55

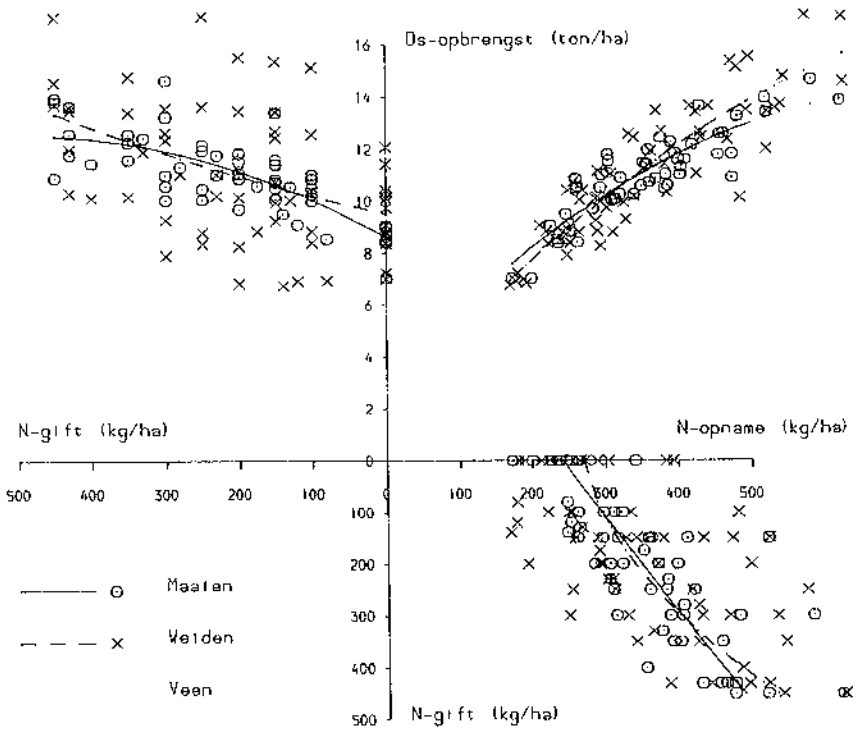
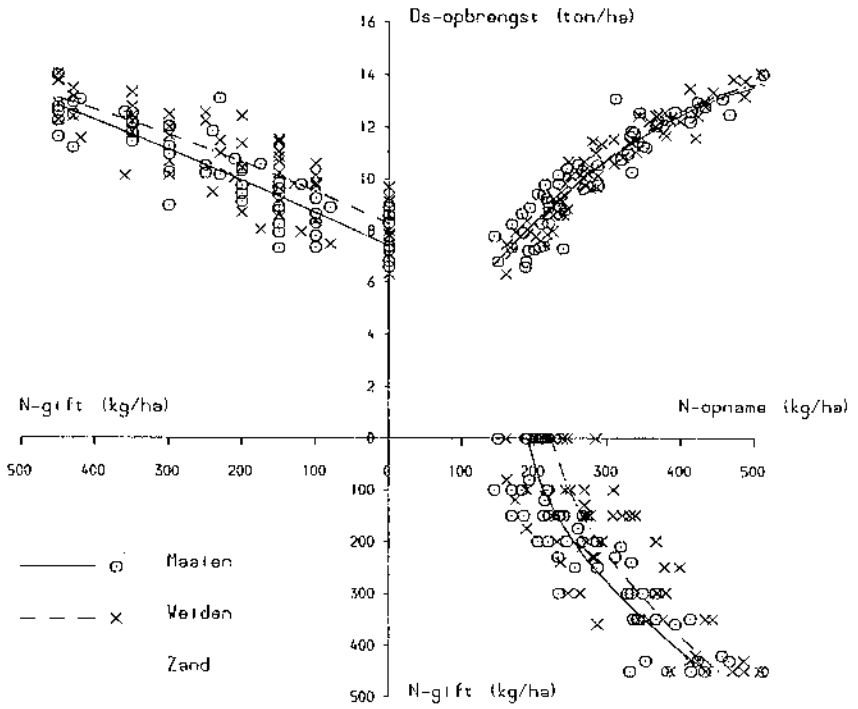
meer dan 1 kandidaatmodel

* parameter waar de t-waarde betrekking op heeft, is niet significant bij een betrouwbaarheid van 95%

R²_{adj} = percentage verklaarde variantie
 DF_{res} = aantal vrijheidsgraden van de restterm
 Const = constante
 Ngift = stikstofgift
 Ngift' = stikstofgift in het kwadraat
 Nopname = stikstofopname
 Nopname² = stikstofopname in het kwadraat
 GebrW = gebruikswijze grasland (weiden weergegeven t.o.v. maaien)
 Ngft.GebrW = interactie tussen stikstofgift en gebruikswijze (weiden weergegeven t.o.v. maaien)
 Nopn.GebrW = interactie tussen stikstofopname en gebruikswijze (weiden weergegeven t.o.v. maaien)

Bijlage 9 Driekwadrantenfiguren van alle PAW-proefjaren tezamen in één figuur per grondsoort





Uitkomsten van de regressie-analyse van de PAW-proeven bij analyse over de jaren heen met ds-opbrengst als te verklaren variabele en N-gift, Ngift², gebruikswijze, jaar en interactie tussen N-gift en gebruikswijze als verklarende variabelen. (De regressiecoëfficiënten zijn niet weergegeven.)

		t-waarden															
Grondsoort	Model	R ² _{adj}	DF _{res}	Const	Ngift	Ngift ²	Gebr W	Jr63	Jr64	Jr65	Jr66	Jr67	Jr68	Jr69	Jr70	Jr71	Ngift.GebrW
Klei	A	51.7	114	31.77	11.15												
	B	52.9	113	24.41	5.30	-1.93 *											
	C	52.6	112	22.56	5.28	-1.92 *	-0.68 *										
	D	82.1	103	24.96	8.25	-2.91	-1.10 *	-0.44 *	-0.36 *	3.54	-0.53 *	-0.05 *	5.24	-4.41	-6.78	-3.76	
	E	83.5	102	22.96	9.14	-3.04	1.98	-0.46 *	-0.38 *	3.69	-0.55 *	-0.06 *	5.46	-4.59	-7.07	-3.92	-3.13
	F	51.5	113	28.06	11.12		-0.67 *										
	G	80.8	104	28.39	17.55		-1.06 *	-0.43 *	-0.47 *	3.25	-0.72 *	0.26 *	4.64	-4.62	-6.89	-3.96	
	H	82.2	103	25.65	15.03		1.91 *	-0.44 *	-0.49 *	3.38	-0.75 *	-0.27 *	4.81	-4.80	-7.15	-4.11	-3.02
Zand	A	71.8	114	46.47	17.13												
	B	71.6	113	35.98	5.81	-0.71 *											
	C	74.4	112	33.11	6.12	-0.75 *	3.62										
	D	82.2	103	26.16	7.05	-0.74 *	4.35	-0.90 *	-1.11 *	2.01	0.63 *	2.61	-0.41 *	2.76	-3.60	0.29 *	
	E	82.3	102	23.95	7.12	-0.74 *	3.46	-0.90 *	-1.12 *	2.02	0.63 *	2.62	-0.41 *	2.77	-3.61	0.30 *	-1.21 *
	F	74.5	113	40.75	18.02		3.63										
	G	82.3	104	29.24	21.46		4.36	-0.88 *	-1.12 *	2.01	0.62 *	2.60	-0.50 *	2.70	-3.71	0.23 *	
	H	82.4	103	26.40	16.08		3.47	-0.88 *	-1.13 *	2.02	0.62 *	2.61	-0.50 *	2.71	-3.72	0.23 *	-1.21 *
Zand zonder DN	A	62.0	94	31.02	12.50												
	B	62.2	93	11.66	3.41	-1.23 *											
	C	65.5	92	11.46	3.58	-1.30 *	3.13										
	D	74.4	83	12.03	4.16	-1.51 *	3.64	-1.21 *	-1.20 *	1.79 *	0.37 *	-0.33 *	1.94 *	-3.19	-0.13 *		
	E	74.6	82	11.03	4.34	-1.52 *	2.70	-1.21 *	-1.21 *	1.80 *	0.37 *	1.88 *	-0.33 *	1.94 *	-3.21	-0.13 *	-1.28 *
	F	65.3	93	28.64	13.07	3.12											
	G	74.0	84	23.26	14.74		3.60	-1.19 *	-1.21 *	1.77 *	0.34 *	1.82 *	-0.38 *	1.87 *	-3.22	-0.12 *	
	H	74.2	83	19.45	11.48		2.67	-1.19 *	-1.22 *	1.78 *	0.34 *	1.83 *	-0.38 *	1.88 *	-3.23	-0.12 *	-1.26 *
Veen	A	29.5	114	30.35	7.01												
	B	29.1	113	23.45	2.80	-0.63 *											
	C	28.7	112	21.12	2.79	-0.63 *	0.63 *										
	D	73.4	103	18.95	6.21	-3.44	1.03 *	-2.79	1.14 *	2.85	5.48	8.61	6.90	4.42	2.71	1.89 *	
	E	73.2	102	17.47	6.01	-3.43	0.85 *	-2.78	1.14 *	2.84	5.46	8.57	6.87	4.40	2.69	1.88 *	-0.33 *
	F	29.1	113	26.06	6.99		0.63 *										
	G	70.7	104	22.52	9.01		0.98 *	-2.74	0.73 *	2.48	4.89	7.84	6.04	3.70	1.97	1.27 *	
	H	70.4	103	20.36	6.61		0.81 *	-2.73	0.73 *	2.47	4.87	7.81	6.02	3.68	1.96	1.27 *	-0.31

* parameter waar de t-waarde betrekking op heeft, is niet significant bij een betrouwbaarheid van 95%

R²_{adj} = percentage verklaarde variantie

DF_{res} = aantal vrijheidsgraden van de restterm

Const = constante

Ngift = stikstofgift

Ngift² = stikstofgift in het kwadraat

GebrW = gebruikswijze grasland (weiden weergegeven t.o.v. maaien)

JrX = jaareffect van jaar X weergegeven t.o.v. 1962

Ngift.GebrW = interactie tussen stikstofgift en gebruikswijze (weiden weergegeven t.o.v. maaien)

Uitkomsten van de regressie-analyse van de PAW-proeven bij analyse over de jaren heen met N-opname als te verklaren variabele en N-gift, Ngift², gebruikswijze, jaar en interactie tussen N-gift en gebruikswijze als verklarende variabelen. (De regressiecoëfficiënten zijn niet weergegeven.)

		t-waarden																
Grondsoort	Model	R ² _{adj}	DF _{res}	Const	Ngift	Ngift ²	Gebr W	Jr63	Jr64	Jr65	Jr66	Jr67	Jr68	Jr69	Jr70	Jr71	Ngift, GebrW	
Klei	A	73.3	114	22.44	17.79													
	B	73.5	113	18.78	4.15	1.40 *												
	C	74.8	112	16.58	4.25	1.44 *	2.61											
	D	90.4	103	18.22	7.14	1.80 *	4.23	1.19 *	-1.51 *	1.24 *	-3.77	0.64 *	7.31	-3.31	-5.45	-1.57 *		
	E	90.3	102	16.66	6.96	1.79 *	2.72	1.18 *	-1.51 *	1.23 *	-3.75	0.64 *	7.28	-3.30	-5.43	-1.57 *	-0.49 *	
	F	74.6	113	18.87	18.23		2.60											
	G	90.2	104	19.28	29.08		4.18	1.18 *	-1.42 *	1.34 *	-3.61	0.77 *	7.68	-3.09	-5.23	-1.37 *		
	H	90.1	103	17.32	20.86		2.70	1.17 *	-1.42 *	1.33 *	3.59	0.77 *	7.65	-3.08	-5.21	-1.37 *	-0.48 *	
Zand	A	69.7	114	22.71	16.29													
	B	72.8	113	21.16	1.58 *	3.76												
	C	75.6	112	18.88	1.68 *	3.96	3.72											
	D	83.9	103	16.33	2.20	4.51	4.58	-2.69	-3.00	-1.45 *	0.00 *	2.03	-0.56 *	1.14 *	-4.11	1.36 *		
	E	83.8	102	14.87	2.33	4.50	3.24	-2.68	-2.99	-1.44 *	0.00 *	2.03	-0.56 *	1.14 *	-4.10	1.36 *	-0.79 *	
	F	72.4	113	16.99	17.08		3.50											
	G	80.9	104	14.61	20.17		4.21	-2.61	-2.71	-1.30 *	0.10 *	1.97	-0.06 *	1.51 *	-3.34	1.61 *		
	H	80.8	103	13.08	14.76		2.97	-2.60	-2.71	-1.29 *	0.10 *	1.96	-0.06 *	1.51 *	-3.33	1.61 *	-0.73 *	
Zand zonder ON	A	69.6	94	12.73	14.80													
	B	69.4	93	5.77	1.98	0.62 *												
	C	72.5	92	5.40	2.10	0.63 *	3.34											
	D	82.0	83	6.74	2.55	0.75 *	4.13	-2.73	-3.05	-1.36 *	0.20 *	1.54 *	-0.55 *	1.09 *	-3.97	1.22 *		
	E	81.2	82	5.98	2.77	0.75 *	2.99	-2.75	-3.07	-1.36 *	-0.20 *	1.55 *	-0.55 *	1.10 *	-3.99	1.22 *	-1.36 *	
	F	72.6	93	11.03	15.59		3.36											
	G	82.1	84	10.83	18.33		4.15	-2.75	-3.05	-1.36 *	-0.18 *	1.56 *	-0.53 *	1.12 *	-3.96	1.22 *		
	H	82.3	83	8.67	14.15		3.00	-2.76	-3.07	-1.36 *	-0.18 *	1.57 *	-0.53 *	1.13 *	-3.98	1.23 *	-1.37 *	
Veen	A	48.9	114	18.87	10.54													
	B	49.4	113	15.80	1.98	1.43 *												
	C	49.0	112	14.18	1.97	1.43 *	0.54 *											
	D	86.9	103	15.94	6.63	-0.99 *	1.06 *	-5.16	-1.59 *	-1.71 *	1.28 *	7.74	9.92	3.06	3.40	2.34		
	E	86.8	102	14.88	6.23	-0.99 *	0.39 *	-5.13	-1.56 *	-1.70 *	1.27 *	7.70	9.87	3.05	3.39	2.33	0.25 *	
	F	48.6	113	16.11	10.50		0.53 *											
	G	86.9	104	18.84	18.32		1.06 *	-5.18	-1.71 *	-1.79 *	1.18 *	7.68	9.92	2.94	3.27	2.21		
	H	86.8	103	17.24	12.81		0.39 *	-5.16	-1.70 *	-1.78 *	1.17 *	7.64	9.88	2.92	3.26	2.20	0.25 *	

* parameter waar de t-waarde betrekking op heeft, is niet significant bij een betrouwbaarheid van 95%

R²_{adj} = percentage verklaarde variantie

DF_{res} = aantal vrijheidsgraden van de restterm

Const = constante

Ngift = stikstofgift

Ngift² = stikstofgift in het kwadraat

GebrW = gebruikswijze grasland (weiden weergegeven t.o.v. maaien)

JrX = jaareffect van jaar X weergegeven t.o.v. 1962

Ngift, GebrW = interactie tussen stikstofgift en gebruikswijze (weiden weergegeven t.o.v. maaien)

Uitkomsten van de regressie-analyse van de EAW-proeven bij analyse over de jaren heen met ds-opbrengst als te verklaren variabele en N-opname, N-opname², gebruikswijze, jaar en interactie tussen N-opname en gebruikswijze als verklarende variabelen. (De regressiecoëfficiënten zijn niet weergegeven.)

Grondsoort	Model	R ² _{adj}	DF _{rest}	t-waarden													Nopn.GebrW	
				Const	Nopname	Nopname ²	Gebr W	Jr63	Jr64	Jr65	Jr66	Jr67	Jr68	Jr69	Jr70	Jr71		
Klei	A	78.3	114	13.09	20.39													
	B	78.6	113	3.45	5.54	-1.65 *												
	C	81.1	112	3.53	6.37	-2.18	-3.98											
	D	91.0	103	5.68	7.99	-2.60	-5.51	-1.86 *	0.47 *	3.51	2.23	-1.14 *	0.68 *	-3.87	-5.03	-4.52		
	E	92.5	102	4.74	9.32	-2.77	2.82	-1.93 *	0.30 *	3.52	2.35	-1.22 *	0.40 *	-4.55	-5.48	-4.79	-4.57	
	F	80.5	113	14.24	21.79		-3.70											
	G	90.5	104	17.03	26.99		-5.12	-1.64 *	0.57 *	3.43	2.11	-1.07 *	-0.16 *	-3.88	-5.18	-4.44		
	H	92.0	103	13.16	25.04		2.66	-1.69 *	0.40 *	3.42	2.21	-1.14 *	-0.49 *	-4.53	-5.61	-4.69	-4.47	
Zand	A	86.1	114	18.98	26.73													
	B	88.3	113	1.57 *	8.96	-4.78												
	C	88.2	112	1.56 *	8.87	-4.74	-0.05 *											
	D	91.8	103	0.89 *	10.71	-5.70	-0.25 *	2.84	2.73	4.88	1.13 *	1.09 *	-0.54 *	2.43	-0.20 *	-1.57 *		
	E	91.9	102	1.00 *	10.84	-5.90	-1.45 *	2.98	2.62	4.80	0.88 *	0.86 *	-0.63 *	2.41	-0.22 *	-1.67 *	1.44 *	
	F	86.0	113	18.70	26.17		0.34 *											
	G	89.3	104	14.48	28.84		0.23 *	2.10	2.01	4.25	0.70 *	0.86 *	-0.51 *	1.60 *	-0.45 *	-1.71 *		
	H	89.2	103	11.70	21.03		-0.07 *	2.10	1.98	4.22	0.66 *	0.83 *	-0.51 *	1.59 *	-0.45 *	-1.71 *	0.14 *	
Zand zonder ON	A	86.8	94	22.71	25.05													
	B	88.3	93	3.90	7.43	-3.59												
	C	88.2	92	3.90	7.33	-3.54	0.35 *											
	D	92.0	83	3.47	8.92	-4.27	0.19 *	2.27	2.64	5.09	1.23 *	1.25 *	-0.01 *	2.26	-0.11 *	-1.62 *		
	E	92.0	82	3.58	9.05	-4.49	-1.28 *	2.43	2.51	5.02	0.94 *	0.99 *	-0.13 *	2.21	-0.18 *	-1.74 *	1.37 *	
	F	86.7	93	22.45	24.46		0.56 *											
	G	90.3	84	18.07	26.92		0.44 *	1.63 *	2.00	4.68	0.79 *	0.93 *	0.07 *	1.58 *	-0.07 *	-1.78 *		
	H	90.2	83	14.65	20.01		-0.21 *	1.65 *	1.94 *	4.63	0.69 *	0.85 *	0.05 *	1.55 *	-0.09 *	-1.80 *	0.34 *	
Veen	A	77.4	114	14.22														
	B	78.3	113	2.60	5.62	-2.34												
	C	78.2	112	2.30	5.68	-2.45	0.85 *											
	D	87.4	103	3.05	4.87	-1.41 *	0.88 *	0.78 *	2.56	5.31	6.19	4.93	0.89 *	2.93	0.13 *	-0.06 *		
	E	87.9	102	3.62	4.68	-1.58 *	-1.98	0.77 *	2.58	5.21	6.07	4.71	1.00 *	2.90	-0.03 *	-0.23 *	2.34	
	F	77.3	113	13.61	19.79		0.41 *											
	G	87.3	104	11.25	18.00		0.58 *	0.32 *	2.44	5.19	6.24	4.75	0.43 *	2.88	0.00 *	-0.11 *		
	H	87.8	103	10.18	12.21		-1.97	0.24 *	2.44	5.07	6.12	4.49	0.48 *	2.84	-0.17 *	-0.26 *	2.23	

* parameter waar de t-waarde betrekking op heeft, is niet significant bij een betrouwbaarheid van 95%

R²_{adj} = percentage verklaarde variantie

DF_{rest} = aantal vrijheidsgraden van de restterm

Const = constante

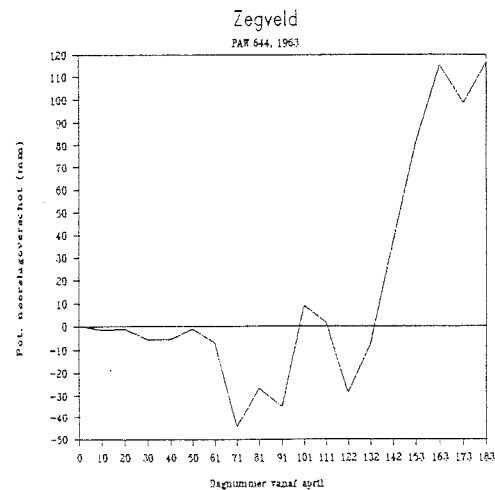
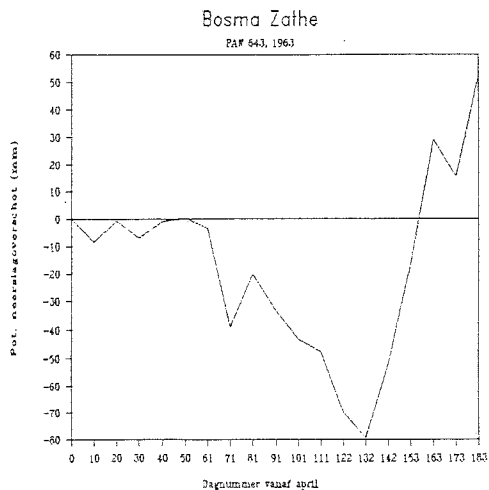
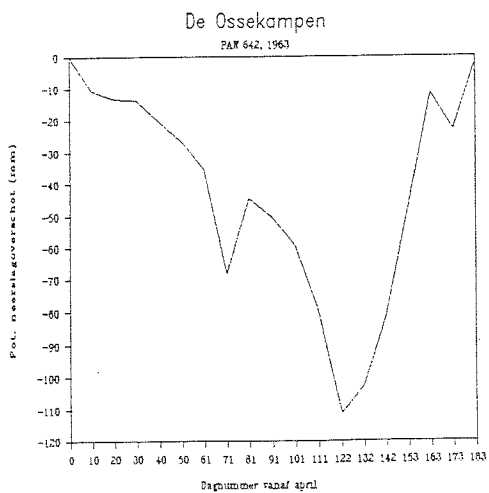
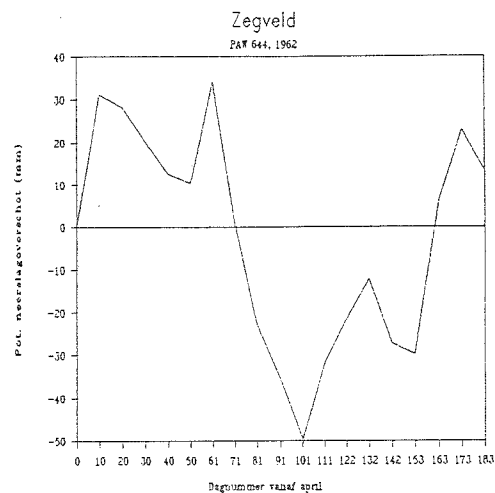
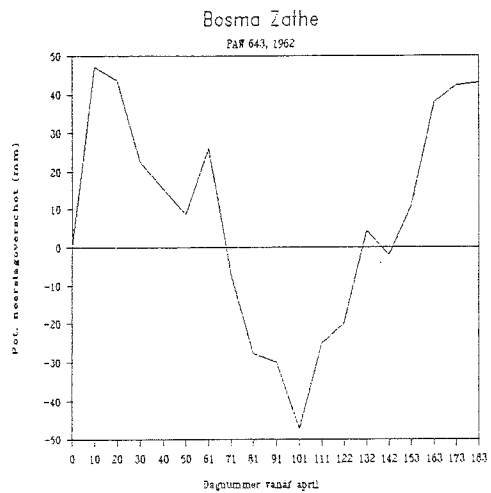
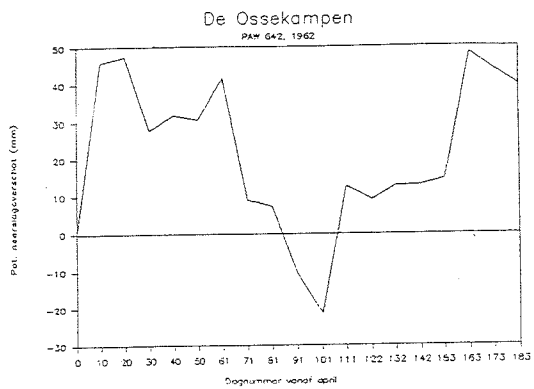
Nopname = stikstofopname

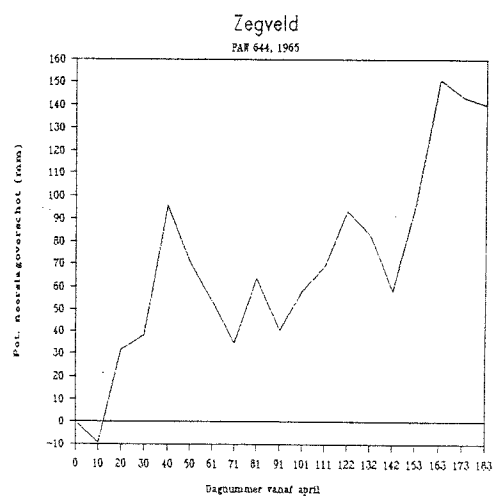
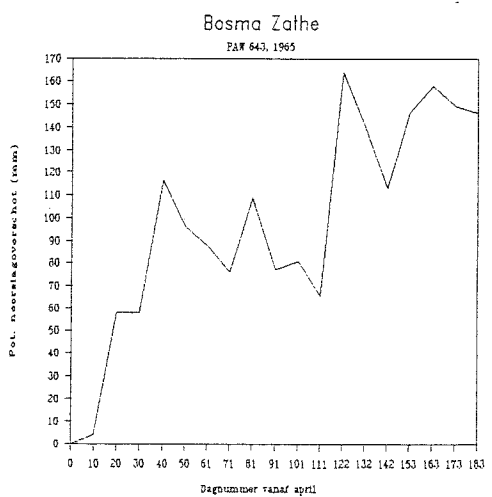
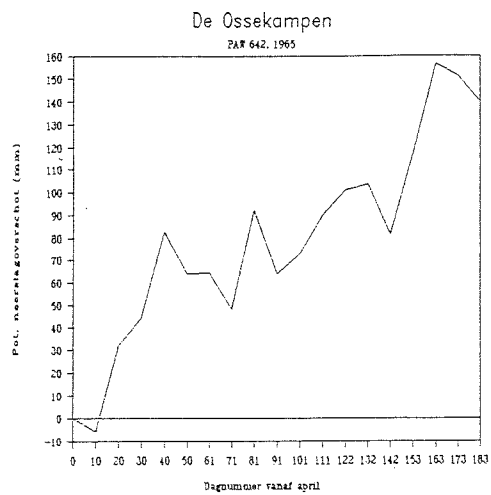
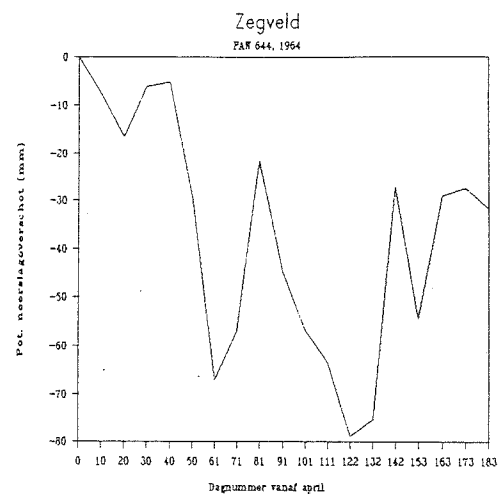
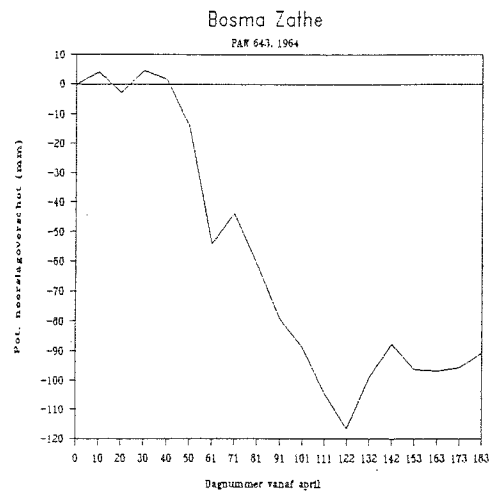
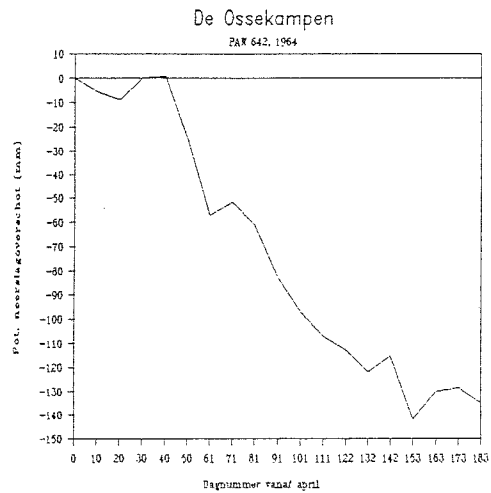
Ngift² = stikstofopname in het kwadraat

GebrW = gebruikswijze grasland (weiden weergegeven t.o.v. maaien)

JrX = jaareffect van jaar X weergegeven t.o.v. 1962

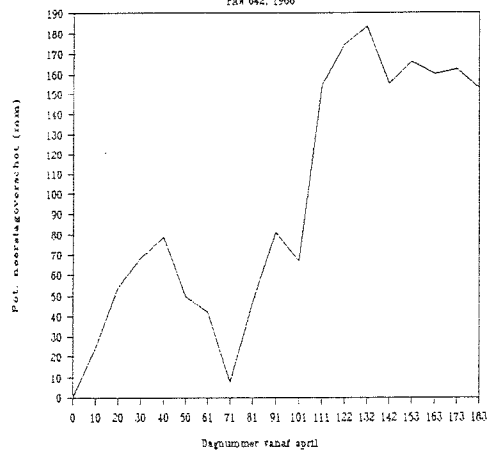
Nopn.GebrW = interactie tussen stikstofopname en gebruikswijze (weiden weergegeven t.o.v. maaien)





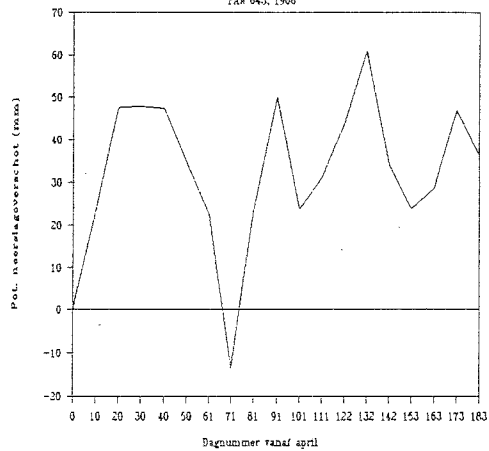
De Ossekampen

PAR 642, 1966



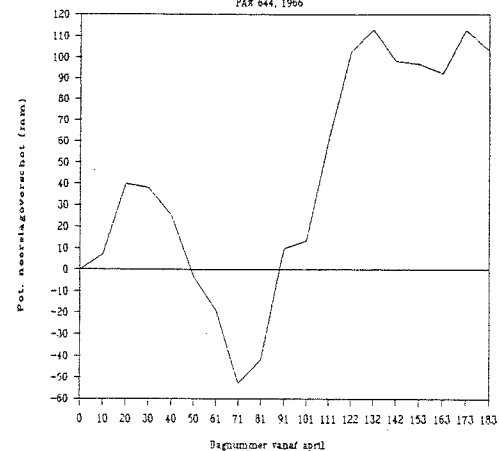
Bosma Zathe

PAR 643, 1966



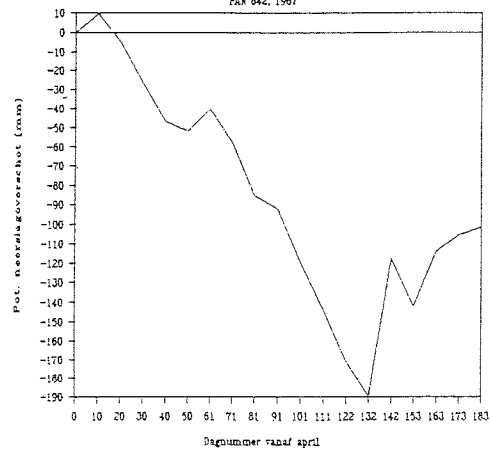
Zegveld

PAR 644, 1966



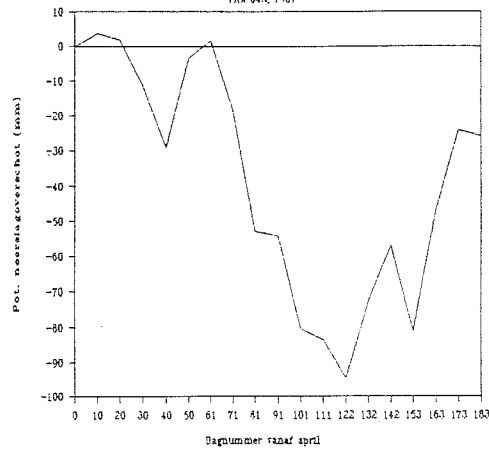
De Ossekampen

PAR 642, 1967



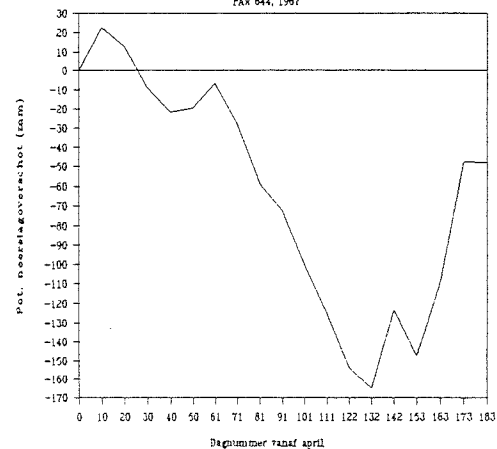
Bosma Zathe

PAR 643, 1967

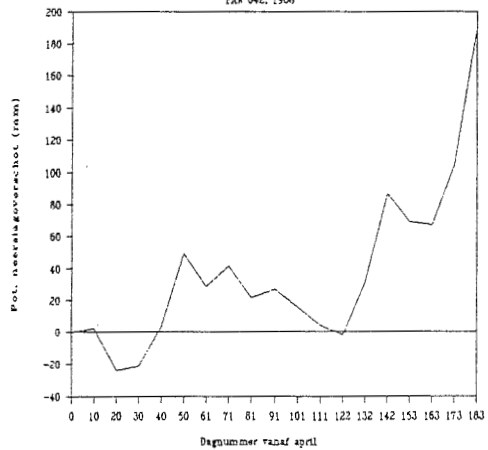


Zegveld

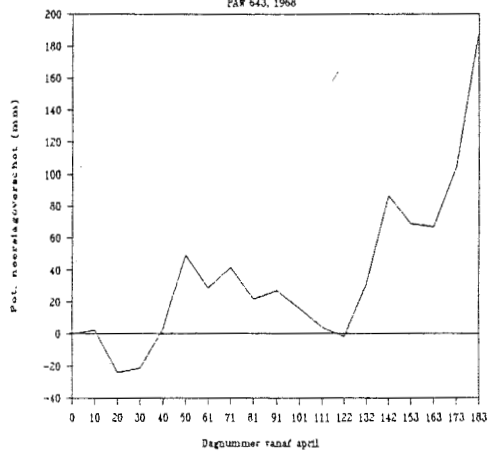
PAR 644, 1967



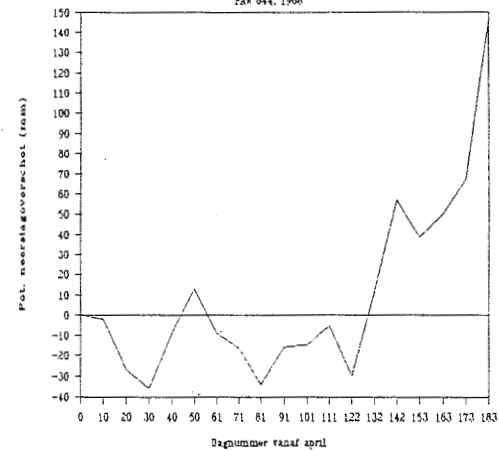
De Ossekampen
PAR 642, 1968



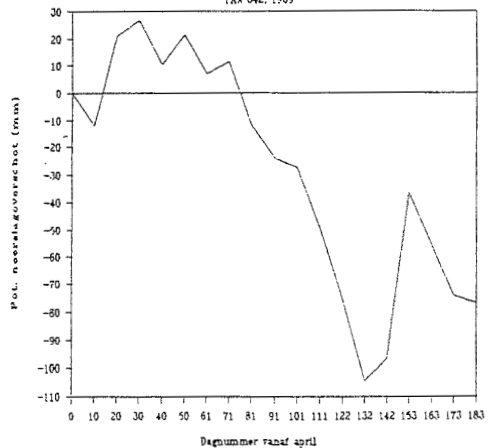
Bosma Zathe
PAR 643, 1968



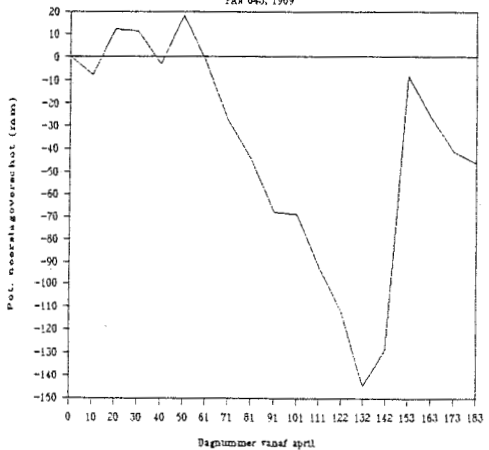
Zegveld
PAR 644, 1968



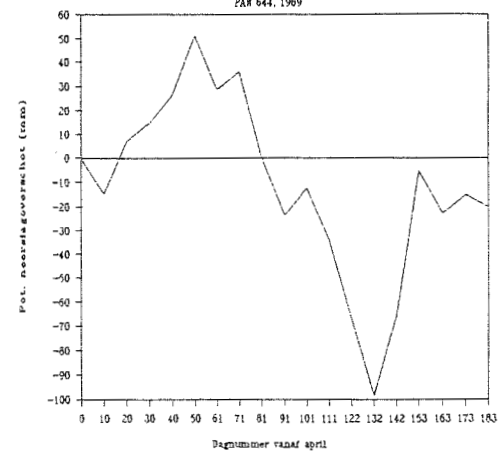
De Ossekampen
PAR 642, 1969



Bosma Zathe
PAR 643, 1969

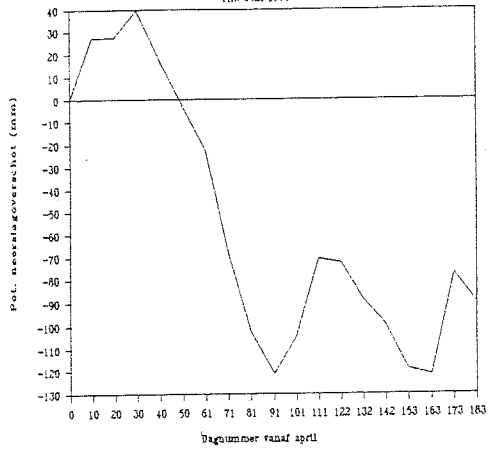


Zegveld
PAR 644, 1969



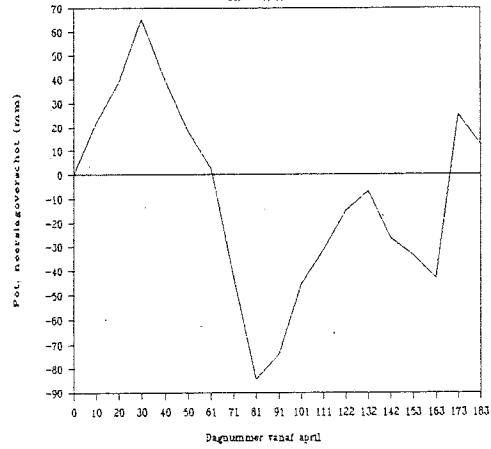
De Ossekampen

PAW 642, 1970



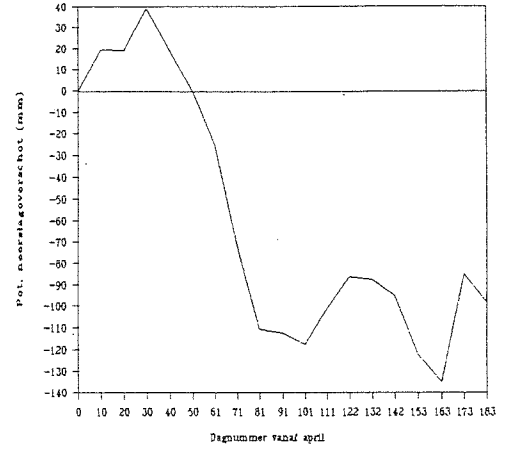
Bosma Zathe

PAW 643, 1970



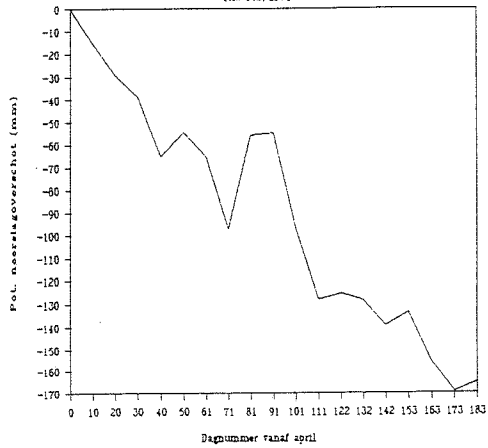
Zegveld

PAW 644, 1970



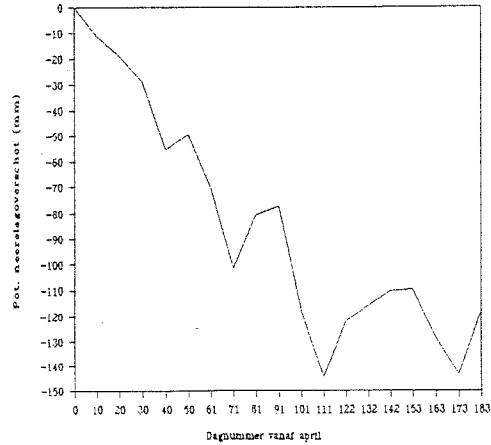
De Ossekampen

PAW 642, 1971



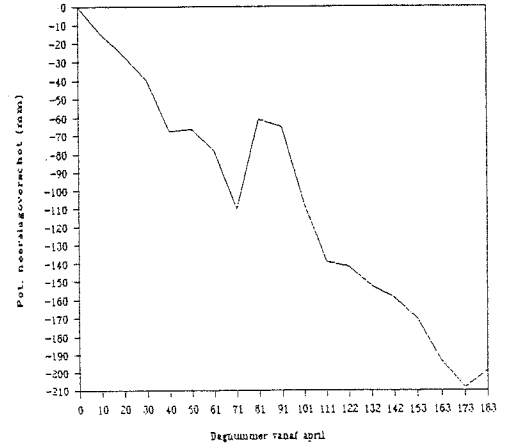
Bosma Zathe

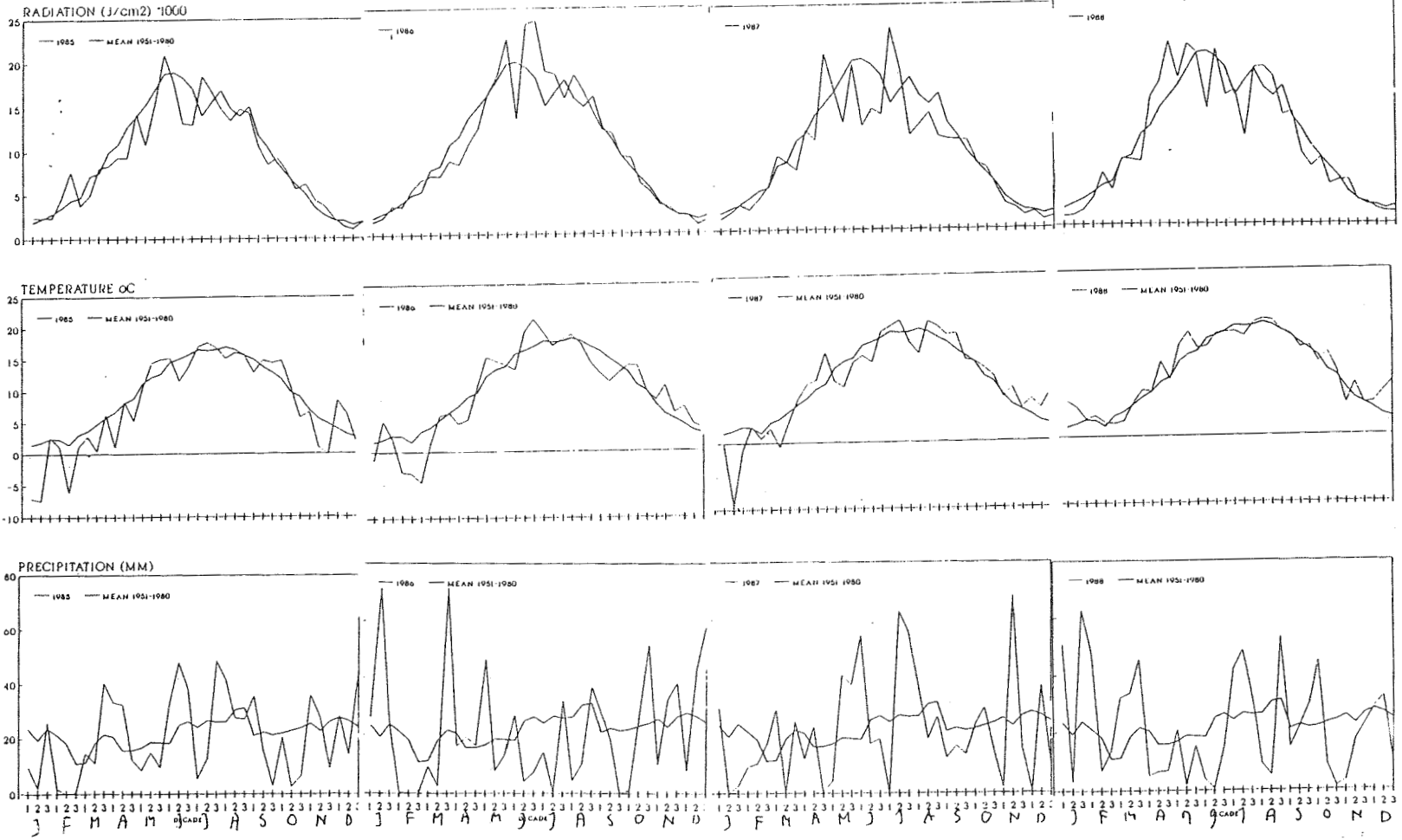
PAW 643, 1971



Zegveld

PAW 644, 1971





Bijlage 15 Invloed van het graslandgebruik op de groeisnelheid van een volgende snede, uitgedrukt in een groeifactor

		Gebruik voorgaande snede(n) (snedenummer)					Groei van snede	Groei- factor
1	2	3	4	5	6	7		
w	-	-	-	-	-	-	2	1,2
M	-	-	-	-	-	-		1,0
w	w	-	-	-	-	-	3	1,1
M	w	-	-	-	-	-		1,1
	M	-	-	-	-	-		1,0
w	w	w	-	-	-	-	4	1,0
M	w	w	-	-	-	-		0,9
	M	w	-	-	-	-		1,1
		M	-	-	-	-		1,0
w	w	w	w	-	-	-	5	1,0
M	w	w	w	-	-	-		1,0
	M	w	w	-	-	-		0,9
		M	w	-	-	-		1,1
			M	-	-	-		1,0
		w	w	w	-	-	6	1,0
		M	w	w	-	-		0,9
			M	w	-	-		1,1
				M	-	-		1,0
			w	w	w	-	7	1,0
			M	w	w	-		0,9
				M	w	-		1,1
					M	-		1,0
				w	w	w	8	1,0
				M	w	w		0,9
					M	w		1,1
						M		1,0

Legenda: w = weiden

m = maaien

Bron: Handboek voor de Rundveehouderij (in druk, 1992)

LIST OF TRANSLATIONS OF TABLES, FIGURES AND APPENDICES

Table 1	Locations and soil types of PAW test plots
Table 2	Soil data and quality levels of PAW test plots (average of test years excl. 1964, 1966, 1967 & 1971)
Table 3	Nitrogen application ¹⁾ (in kg N/hectare) per cut and total per year (both mowing and grazing). For plots which were mainly grazed, the use per cut is also given (W = grazing, M = mowing)
Table 4	Location and soil data for LUW tests
Table 5	Yield with mowing, calculated with Gramin, the grass growth agent of PR (in kg DM/hectare)
Table 6	Rough indication of months during which the various cuts can be harvested
Table 7	Grassland use diagram (M = mowing, W = grazing)
Table 8	Yield increase due to nutrient recirculation via dung and urine (in %)
Table 9	Yield increase due to irregular regrowth (in %)
Table 10	Effect of nitrogen application and soil type on urine scorching as a percentage of total area per year
Table 11	Loss of bearing capacity for various soil types at different moisture classes and nitrogen levels (in kg/cm ²) ¹⁾ D = properly moisture-retaining; F = wet
Table 12	Effect of bearing capacity on duration of grazing, degree of poaching, and loss due to poaching at an O ₄ and a grass supply at the moment of putting to pasture of 2000 kg DM
Table 13	Yield reduction due to poaching (in %)
Table 14	Yield if correction is made for individual grazing factors (in kg DM/hectare/year)

Table 15	Optimum N application for the various model situations calculated at marginal yield of 7.5 kg DM per kg N
Figure 1	Relation between N level and DM yield for effects of individual grazing factors
Figure 2	Relation between N level and DM yield with mowing and grazing in standard situation (correction only for irregular regrowth and recirculation of nutrients via dung and urine)
Figure 3	Relation between N level and DM yield with mowing and grazing under different grazing conditions for a susceptible sandy soil
Figure 4	Relation between N level and DM yield with mowing and grazing under different grazing conditions for a peat soil
Appendix 1	Three-quadrant figures for PAW experiments
Appendix 2	Three-quadrant figures for LUW experiments
Appendix 3	Results of regression analysis of PAW experiments per test year with DM yield as variable to be explained and N application, N application ² , type of grassland use and interaction between type of grassland use and N application as explanatory variables (regression coefficients are not shown)
Appendix 4	Results of regression analysis of PAW experiments per test year with N uptake as variable to be explained and N application, N application ² , type of grassland use and interaction between N application and type of grassland use as explanatory variables (regression coefficients are not shown)
Appendix 5	Results of regression analysis of PAW experiments per test year with DM yield as variable to be explained and N uptake, N uptake ² , type of grassland use and interaction between type of grassland use and N uptake as explanatory variables (regression coefficients are not shown)
Appendix 6	Results of regression analysis of LUW experiments per test year

with DM yield as variable to be explained and N application, N application², type of grassland use and interaction between type of grassland use and N application as explanatory variables (regression coefficients are not shown)

Appendix 7 Results of regression analysis of LUW experiments per test year with N uptake as variable to be explained and N application, N application², type of grassland use and interaction between N application and type of grassland use as explanatory variables (regression coefficients are not shown)

Appendix 8 Results of regression analysis of LUW experiments per test year with DM yield as variable to be explained and N uptake, N uptake², type of grassland use and interaction between type of grassland use and N uptake as explanatory variables (regression coefficients are not shown)

Appendix 9 Three-quadrant figures for all PAW test years together in a single figure per soil type

Appendix 10 Results of regression analysis of PAW experiments with analysis over the years with DM yield as variable to be explained and N application, N application², type of grassland use, year and interaction between N application and type of grassland use as explanatory variables (regression coefficients are not shown)

Appendix 11 Results of regression analysis of PAW experiments with analysis over the years with N uptake as variable to be explained and N application, N application², type of grassland use, year and interaction between N application and type of grassland use as explanatory variables (regression coefficients are not shown)

Appendix 12 Results of regression analysis of PAW experiments with analysis over the years with DM yield as variable to be explained and N uptake, N uptake², type of grassland use, year and interaction between N uptake and type of grassland use as explanatory variables (regression coefficients are not shown)

- Appendix 13 Cumulative potential rainfall surplus during growing season in PAW experiments
- Appendix 14 Meteorological data of LUW experiments during growing season
- Appendix 15 Effect of grassland use on growth rate of a next cut, expressed as a growth factor

ACTUELE RAPPORTEN + JAAR VAN UITGAVE

Nr.		Prijs
94	Graslandgebruikssystemen op het gezinsbedrijf. 1984	25,00
95	Diepe grondbewerking op veengrasland met schalterlaag. 1984	10,00
96	Rendabiliteit van beregning op melkveebedrijven en waterbehoefte van de Gelderse Landbouwgronden. Basisrapport nr. 4. Rendabiliteit van beregning op gezinsbedrijven. 1984	25,00
97	Opname van Engels raaigras, rietzwenkgras, en Italiaans raaigras door melkvee. 1984	12,50
98	Het dikbilfenomeen bij het rund. Literatuuroverzicht met commentaar. 1985	25,00
99	Opbrengst en opname van gras bij verschillende mengsels en zaaizaadhoeveelheden. 1985	25,00
100	Strooisels in de paardenhouderij en arbeidsverbruik bij instrooien en uitmesten. 1986	25,00
101	Productie en voederwaarde van gras bij gebruiks- en bemestingsbeperkingen voor natuurbeheer. 1986	45,00
102	Invloed van de afkalftatum op de voedervoorziening van melkvee. Berekeningen in het kader van een studie naar de bedrijfseconomische gevolgen van verschillende afkalftata. 1986	25,00
103	Stikstofwerking van geïnjecteerde runderdrijfmest op grasland. 1987	25,00
104	Invloed verhoogd grasaanbod op melkproductie, ruwvoeropname en graslandopbrengst. 1987	15,00
105	Het groeiverloop van gras gedurende het seizoen. 1987	25,00
106	Effect van monensin op coccidiose bij lammeren. 1987	25,00
107	De invloed van de zwaarte van een snede op de hergroei van gras. 1987	25,00
108	Oogst en conservering van luzerne. 1987	15,00
109	De nawerking van eerder gegeven stikstof. 1989	25,00
110	Invloed stikstofbemesting en zwaarte voorgaande snede op hergroei van gras. 1987	15,00
111	Melkveehouderij en milieu. 1988	17,50
112	Energiebewuste bedrijfsvoering op een melkveebedrijf. 1988	25,00
113	Vorstschade in grasland. 1988	25,00
114	Grasproductie en benutting bij de beweidingssystemen O4 en B4. 1989	25,00
115	Bodem, vegetatie, productie en graskwaliteit van grasland met beheersbeperkingen. 1989	25,00
116	Simulatie van voeding en groei van jongvee. Toelichting op een computerprogramma. 1989	25,00
117	Verdeling en toevoegmiddelen bij het inkuielen van gras. 1989	25,00
118	Effect oogstmachines en melasse op de kwaliteit van slecht voorgedroogd kuilvoer. 1989	25,00
119	Invloed van toevoegmiddelen op de kwaliteit van slecht voorgedroogd kuilvoer. 1989	25,00
120	Korrelkeuzen bij de oogst van snijmaïs. 1989	25,00
121	Invloed van het toevoegen van melasse aan gras. 1989	25,00
122	Het schaaamodel. 1989	25,00
123	Bemonstering, kwaliteit en voederwaardering van graskuil. 1990	25,00
124	Grasproductie en -benutting bij de beweidingssystemen B4 en B4+4. 1990	25,00
125	Opname van diploid en tetraploid in Engels raaigras. 1990	25,00
126	Bedrijfsmodel voor veenweidegebieden met verweving van natuur- en veehoudersbelangen. 1990	25,00
127	Graslandgebruik, bemesting en voedervoorziening op bedrijven met beheersbeperkingen. 1990	25,00
128	Continugebruik van Italiaans raaigras in vergelijking met Mk1-mengsel op komklei. 1990	25,00
129	Vriespunt van boerderijmelk. 1990	25,00
130	Invloed van het toevoegen van mierzuur en melasse aan weinig voorgedroogde graskuil. 1990	25,00
131	Vleesproductie met Piemontese x zwartbonte kruislingvaarzen. 1991	25,00
132	Invloed van ontwatering van veengrasland en van grasland met gebruiksbeperkingen op de voedervoorziening van melkveebedrijven. 1991	25,00
133	Inpassing melkveehouderij in het geïntegreerde bedrijfsmodel voor veenweidegebieden. 1991	25,00
134	Herstructurering van een veenweidegebied met het geïntegreerde bedrijfsmodel. 1992	25,00
135	Gecombineerd weiden van schapen en pinken. 1992	25,00
136	Invloed tijdstip van toediening op stikstofwerking van dunne rundermest op grasland. 1992	25,00
137	Kuilafdekking en kuilkwaliteit. 1992	25,00
138	Bedrijfseconomische gevolgen beperking stikstofverliezen op melkveebedrijven. 1992	25,00
139	Ammoniak-emissiemetingen met de Lindvalldoos. 1992	25,00
140	Propro Noord-Brabant. 1992	25,00
141	Dairy farming and automatic milking. 1992	25,00

Rapporten zijn verkrijgbaar door overmaking van het betreffende bedrag op Postbank nr. 2307421 van het PR te Lelystad met vermelding van het nummer van het rapport.