



PraktijkRapport Rundvee 44

Invloed eerder opstallen en verlagen stikstofbemesting op de hoeveelheid minerale-N in de bodem en de nitraatconcentratie in bovenste grondwater



Maart 2004

Rundvee





Colofon

Uitgever

Animal Sciences Group / Praktijkonderzoek
Postbus 2176, 8203 AD Lelystad
Telefoon 0320 - 293 211
Fax 0320 - 241 584
E-mail info.po.asg@wur.nl
Internet <http://www.asg.wur.nl/po>

Redactie en fotografie

Praktijkonderzoek

© Animal Sciences Group

Het is verboden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever deze uitgave of delen van deze uitgave te kopiëren, te vermenigvuldigen, digitaal om te zetten of op een andere wijze beschikbaar te stellen.

Aansprakelijkheid

Animal Sciences Group aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen

Bestellen

ISSN 1570-8616
Eerste druk 2004/oplage 150
Prijs € 17,50

Losse nummers zijn schriftelijk, telefonisch, per E-mail of via de website te bestellen bij de uitgever.

Referaat

ISSN 1570-8616

G. Holshof (Praktijkonderzoek ASG)

Invloed eerder opstallen en verlagen

stikstofbemesting op de hoeveelheid minerale-N in de bodem en de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater.

PraktijkRapport Rundvee 44

51 pagina's, 25 figuren, 22 tabellen

Intensieve veehouderijbedrijven op met name zandgronden hebben vaak hoge nitraatgehalten in het grondwater. Mogelijk zijn deze hoge waarden met aangepast graslandmanagement terug te dringen. Volledig opstallen van vee geeft het beste effect op het terugdringen van de uitspoeling, maar brengt hoge kosten met zich mee en is maatschappelijk niet zo verantwoord. Het eerder opstallen van het vee in het najaar kan de uitspoeling ook reduceren. De kosten zijn dan wel iets hoger en er zal een oplossing gezocht moeten worden voor het herfstgras, dat in deze periode nog groeit. Een versnelde afbouw van de kunstmestgift kan hierbij een hulpmiddel zijn.

Trefwoorden:

Nitraatuitspoeling, beweidingsmanagement, eerder opstallen, N- jaargift

Abstract

ISSN 1570-8616

G. Holshof (Research Institute for Animal Husbandry)

The influence of earlier indoor confinement of livestock and the reduction of nitrogen fertilisation on the amount of mineral N in the soil and the nitrate concentration in the uppermost groundwater.

PraktijkRapport Rundvee 44

51 pages, 25 figures, 22 tables

On intensive livestock farms, especially those on sandy soils, high levels of nitrate are often found in the groundwater. It may be possible to lower these high values, by modifying the grassland management. The most effective way of reducing the leaching is to keep the livestock indoors all year round, but this is costly and is socially undesirable. It is also possible to reduce leaching by bringing the livestock indoors earlier in the autumn. However, the costs of this are slightly higher and, furthermore, the grass is still growing in the autumn. A possible solution is to run down the fertiliser applications more rapidly.

Keywords:

Nitrate leaching, pasture management, earlier indoor confinement of livestock, annual N application



PraktijkRapport Rundvee 44

Invloed eerder opstallen en verlagen stikstofbemesting op de hoeveelheid minerale-N in de bodem en de nitraat- concentratie in bovenste grondwater

The influence of earlier indoor confinement
of livestock and the reduction of nitrogen
fertilisation on the amount of mineral N in
the soil and the nitrate concentration in the
uppermost groundwater

Maart 2004

G. Holshof (Praktijkonderzoek ASG)
J. Willems (RIVM)

Voorwoord

Nitraatuitspoeling is zeer actueel in de veehouderij als gevolg van recente discussies rondom de EU-Nitraatrichtlijn. Deze richtlijn heeft als doel de verontreiniging van water door stikstof te beperken en te voorkomen. Voor droge zandgronden zijn aanvullende of verscherpte maatregelen voorzien.

Nitraatuitspoeling is gerelateerd aan het minerale stikstofgehalte in de bodem. Als dit gehalte in het najaar hoog is, kan de bodemvoorraad stikstof gedurende de winterperiode makkelijk uitspoelen. Via managementmaatregelen, zoals maaien in plaats van weiden, verlagen van de stikstofjaargift of het eerder opstallen van vee in het najaar, is de hoeveelheid stikstof in de bodem en daarmee de kans op nitraatuitspoeling te beïnvloeden. Dit onderzoek laat zien wat het milieukundige en bedrijfseconomische effect van dergelijke maatregelen is.

Het onderzoek is gefinancierd door het Ministerie van LNV (DWK 398-I). Het wateronderzoek is in samenwerking met het RIVM uitgevoerd. Ik hoop en verwacht dat de resultaten bijdragen aan een duurzame veehouderij in Nederland.

F. Mandersloot,
manager Onderzoek

Samenvatting

Op de intensief gebruikte graslandbedrijven op de zandgronden is nitraatuitspoeling een probleem. De nitraatconcentraties in het grondwater zijn vaak hoger dan de EU-norm voor nitraat van 50 mg /liter. Drinkwatermaatschappijen willen de uitspoeling van nitraat in waterwingebieden terugdringen en zoeken naar de meest effectieve manier. Het opstallen van vee gedurende het gehele jaar is financieel niet aantrekkelijk en zal maatschappelijk moeilijker aanvaardbaar zijn. Resultaten uit Engels onderzoek, waarbij schapen vanaf begin september werden opgesteld en de laatste snede werd ingekuuld, lieten een sterke reductie van de hoeveelheid N-min in het najaar zien. Een soortgelijk onderzoek is nu met melkkoeien opgezet op de zandgrond van proefbedrijf Aver Heino.

In de proef zijn twee behandelingen aangelegd: bemesting en beweiding. De bemesting vond plaats op drie niveaus, die onder normale omstandigheden tot jaargiften leiden van 200, 300 en 400 kg N/ha.

Er is geen drijfmest toegediend.

De behandeling "beweiding" bestond uit 7 niveaus:

1. Nov : tot 1 november beweiden
2. Okt : tot 1 oktober beweiden; eind oktober bloten
3. Sep⁺ : tot 1 september beweiden; half oktober maaien voor voederwinning (bemest)
4. Sep : als 3, laatste snede niet bemest
5. Aug⁺ : tot 1 augustus beweiden; begin oktober maaien voor voederwinning (bemest)
6. Aug : als 5, laatste snede niet bemest
- 7 Maai: maaiobject (zomerstalvoeding) tot half oktober

In de eerste week van maart, augustus en november zijn van elke behandeling grondmonsters genomen in de lagen 0-25, 25-50 en 50-75 cm-mv en in deze monsters is het gehalte minerale stikstof (N-min) bepaald door het BLGG. Daarnaast is één keer per jaar het bovenste grondwater bemonsterd en is de chemische samenstelling daarvan bepaald (o.a. nitraat, kalium en chloridenconcentratie) door het RIVM. De voorraadverandering van de hoeveelheid N-min in de periode maart tot augustus, augustus tot november en november tot maart is geanalyseerd.

De periode augustus tot november was 1991 erg droog (verdamping was hoger dan de neerslag), terwijl deze periode in de jaren 1992 t/m 1994 juist een neerslagoverschot had. Gedurende alle winters (november-maart) was sprake van een neerslagoverschot variërend van 160 mm in 1991 tot 360 mm in 1994.

Tussen dezelfde jaargiften bestond een verschil tussen de behandelingen "beweiding" in werkelijk gegeven N. De N-gift varieerde van 320 tot 420 bij een jaargift van 400 N.

Gedurende de proefperiode nam de hoeveelheid N-min af, vermoedelijk door het relatief hoge neerslagoverschot gedurende de winterperiodes.

De hoeveelheid N-min in de laag 0-75 cm-mv verschilde sterk tussen de behandelingen, maar ook tussen de jaren. Bemesting en tijdstip van uitscharen leiden tot significante effecten op de verandering van de hoeveelheid N-min gedurende de periode maart-augustus en augustus-november. Gedurende de winterperiode zijn geen significante effecten gevonden.

De hoeveelheid N-min nam gedurende de periode maart-augustus bij alle behandelingen toe, maar bij de behandeling Nov en Maai was de toename significant lager dan bij de andere objecten. Gedurende de periode augustus-november nam de hoeveelheid N-min overal, op Aug⁺ en Aug⁻ na, af. Significante verschillen zijn alleen aangetoond bij beide objecten Aug⁺ en bij Nov, waarbij de sterkste effecten optraden in de laag 0-25 cm-mv. Er zijn bruto opbrengstverschillen van meer dan 1000 kg ds/ha aangetoond, veroorzaakt door verschillen in N-bemestingsniveau (Sep⁻, Aug⁺ en Aug⁻ hebben minder stikstof gekregen dan de overige behandelingen) en de laatste gebruiksdatum. De laatste snede van de behandelingen Maai, Aug⁺ en Sep⁺ vond plaats in de eerste week van oktober, de laatste beweidingdag van de behandelingen Okt en Nov vond plaats op de eerste dag van die maand.

De netto opbrengstverschillen zijn kleiner, omdat zowel de beweidingsverliezen als de voederwinningsverliezen hoog zijn in de herfst. Het was erg moeilijk om begin oktober een geslaagde kuil te maken.

Alhoewel verschil in N-niveau en graslandmanagement tot significante effecten leiden op de verandering van de N-min voorraad, zijn de verschillen tussen de jaren veel groter. Eerder stoppen met beweiden geeft een afname van de N-min voorraad, alhoewel niet alle behandelingen significant van elkaar verschillen. Weiden tot november geeft de sterkste toename van de N-min voorraad, maar er is mogelijk een relatie met de significant lagere toename in de eerste helft van het groeiseizoen. Titchen e.a. (1992) hebben bij hun onderzoek alleen in november in de laag 0-30 cm-mv gemeten. Zij vonden een reductie van 22 kg N-min, door de schapen twee maanden eerder op te stallen, hetgeen in overeenstemming is met deze proef.

De grote variatie in N-min voorraad (met name op de beweide objecten) kan veroorzaakt zijn door de bemonsteringsmethode. De enige manier om deze variatie terug te dringen is het markeren van urineplekken en deze apart te bemonsteren (van der Putten 1996)

In vergelijking met weiden tot begin november, is sprake van een lagere bruto grasproductie bij eerder opstallen. Dit wordt hoofdzakelijk veroorzaakt doordat de grasproductie in oktober maar ten dele wordt gebruikt. Maaien in de tweede helft van oktober verhoogd de kans op uitwinteren en wordt daarom niet geadviseerd. Het eerder opstallen van vee heeft niet alleen effect op de N-min voorraad en ds-opbrengst, maar ook op diverse kosten die gepaard gaan met eerder opstallen. Hierbij zijn deze kosten hoger bij een systeem van onbeperkt weiden naar opstallen, dan bij beperkt weiden naar opstallen. Voor een melkveebedrijf met 50 koeien en bijbehorend jongvee, is voor vervroegd opstallen een extra mestopslag van 50 tot 90 m³ nodig. Het verlengen van de stalperiode vraagt ook 10 tot 20 ton ds kuil of maïs extra en 2 tot 4 ton extra krachtvoer. Ook zal een deel van de N-verliezen zich verplaatsen van de weide (nitraatuitspoeling) naar de stal (NH₃ emissie)

Het eerder opstallen van vee is een effectieve manier om de hoeveelheid N-min in het najaar te reduceren. De totale effecten op het N-verlies zijn echter lager en er zijn veel extra kosten verbonden aan het eerder opstallen.

Summary

Nitrate leaching is a problem on intensively used grassland on sandy soils in the Netherlands. Nitrate concentrations in ground water are often higher than the EU standard of 50 mg nitrate per litre. Drinking water companies in water catchment areas want to reduce the nitrate leaching from grassland and are looking for the most effective way. Housing animals the whole year is not an alternative, it is very expensive and problems with animal welfare are expected. From the United Kingdom, promising results were shown in an experiment where grazing with sheep stopped at the beginning of September and the last cut was ensiled. A strong reduction in SMN and thus in potential leaching was recorded. A similar experiment on sandy soil near Heino started to measure the effects under Dutch conditions and with grazing dairy cows.

Two treatments were applied: fertilization regime and management. The fertilization regimes were based on application schemes per cut, which under normal conditions resulted in 200, 300 and 400 kg N per ha per year. No slurry was applied. The management treatment had 7 levels:

1. no grazing, only cutting (Cut)
2. rotational grazing till August 1st, last silage cut in October unfertilized (Aug-)
3. rotational grazing till August 1st, last silage cut in October fertilized (Aug+)
4. rotational grazing till September 1st, last silage cut in October unfertilized (Sep-)
5. rotational grazing till September 1st, last silage cut in October fertilized (Sep+)
6. rotational grazing till October 1st, no silage cut (Oct)
7. rotational grazing till November 1st, no silage cut (Nov)

In the first week of March, August and November SMN in the layers 0-25, 25-50 and 50-75 cm was measured on every plot.

The change of SMN in the periods March - August, August - November and November - March was analysed.

Weather conditions during 1991 - 1994

The period from August until November, was in 1991 very dry, whereas the years 1992 - 1994 had high precipitation surpluses in the same period. All winters (November - March) had a precipitation surplus ranging from 160 mm (1991) to 360 mm (1994).

Fertilization per treatment per year

Total N applications per year were also different between management treatments in the same nitrogen treatment and varied between 320 and 420 at the highest N-level.

During the experimental period a decrease in SMN was seen, probably caused by relatively high precipitation surpluses during the winter periods.

The SMN in the layer 0 - 75 cm showed a great variation between all treatments and between years. Fertilization and grazing management (the time to stop grazing) showed significant effects on the change of SMN during March - August and August - November. During the winter period none of the treatments showed a significant effect.

SMN increased during March - August on all treatments, although the increase Cut and Nov was significant lower. During August - November SMN increased on all treatments except Aug*. Significant differences were only seen between both Aug treatments and Nov. The strongest effects were seen in the layer 0-25 cm.

Differences of more than 1000 kg dm per ha on average were found. These differences are the result of differences in fertilization level (Sep-, Aug+ and Aug- received less N than the others) and in last utilization date. The last cut of the treatments Cut, Aug* and Sep* was in the first week of October, last grazing day of Oct and Nov was on the 1st day of the month. Differences in net yields will be smaller, because grazing losses as well as losses by wilting and conservation are high in autumn. In three years it was very difficult to make an acceptable silage in the first week of October.

Although fertilization regime and management show significant effects, the changes in SMN between years are larger. Stopping grazing earlier gives a decrease in SMN, although not every object differs significantly from the others. Nov gives the strongest increase in SMN, but there might be a relationship with the significant lower increase in the first half of the growing season. Titchen et al. (1992) only measured SMN in November in 0-30 cm. They found a reduction of 22 kg SMN by removing the sheep two months earlier, which is in good agreement with the results of our own experiment.

The large variation in SMN in this experiment can be caused by the way of sampling. The effect of urine spots on the average SMN is very large. The only way to reduce the large variation is by detection of urine spots and separate sampling (van der Putten, 1996).

Compared to grazing until November, gross dry matter yield was reduced by stopping grazing earlier, mainly because grass production in October is not or partially used. Cutting late in October increases the risk of winter damage of the grass sward and are not recommended.

Earlier housing has not only effect on SMN and dry matter yield, but also on the costs of housing. The effects are greater for the change from day and night grazing to housing than for the change of only grazing by day to housing. For a dairy farm of 50 cows with young stock, the amount of slurry to be stored increases with 50 to 90 m³. To feed the herd, an extra amount of about 10 to 20 tons of silage dry matter and 2 to 4 tons of concentrates are needed. Also part of the N loss is transported from the paddock to the cubicle.

Earlier housing of the animals is an effective way to reduce the amount of SMN at the end of the growing season, but the effects on total N losses are less and the extra costs of earlier housing are considerable.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Materiaal en methoden	2
2.1	Behandelingen	2
2.2	Bemesting	2
2.3	Graslandgebruik	4
2.4	Voederwinning	4
2.5	Grondwaterstanden en neerslag	4
2.6	Grond- en grondwaterbemonstering	4
2.7	Statistische analyse	5
3	Resultaten	7
3.1	Verloop proeven	7
3.1.1	Grondwaterstanden en neerslag	7
3.1.2	Grasgroei, beweiding en voederwinning	9
3.1.3	Bemesting	9
3.1.4	Organische stof	10
3.2	Opbrengsten en graslandbenutting	10
3.2.1	Statistische analyse ds-opbrengsten	12
3.3	N-mineraal bodem en nitraat-N in grondwater	13
3.3.1	N-mineraal bodem	13
3.3.2	Statistische analyse N-min bodem	20
3.4	Kali-gehalten	27
3.4.1	K-gehalte bodem	28
3.4.2	Statistische analyse kali bodem	31
3.4.3	K-gehalte grondwater	31
4	Discussie	33
5	Conclusies	38
6	Toepassing voor de praktijk	39
	Bijlagen	40
	Bijlage 1 Plattegrond proefveld	40
	Bijlage 2 Graslandkalender proefveldgebruik	41
	Bijlage 3 Grondwaterstanden	42
	Bijlage 4 Organische stofgehalten	43
	Bijlage 5 Bruto grasopbrengsten vanaf 5 ^e snede	44
	Bijlage 6 Ds-opbrengsten snede 1 t/m 4 en aantal koeweidedagen	46
	Bijlage 7 N-min gehalten per laag, per meettijdstip	47
	Bijlage 8 K-gehalten per laag per monstertijdstip	49
	Literatuur	51

1 Inleiding

Door intensief graslandgebruik en bemesting is de hoeveelheid gegeven stikstof en kali vaak groter dan de hoeveelheid die benut kan worden door het gras. De aan het eind van het groeiseizoen nog in de bodem aanwezige minerale stikstof (N) en kali (K) kan door het neerslagoverschot in de winter uitspoelen. Dit kan leiden tot te hoge gehalten in het grondwater. Indien dit grondwater gebruikt wordt voor de drinkwatervoorziening kan dit tot gezondheidsproblemen leiden. De norm voor de nitraatconcentratie in het grondwater bedraagt 50 mg Nitraat per liter. Voor kali bestaan geen wettelijke normen.

Naast de bemesting veroorzaken ook de urine en mestlozingen van het weidende vee uitspoeling van kalium en stikstof. Er ontstaan bij beweiding plekgewijs hoge concentraties N en K die lang niet volledig door het gras kunnen worden benut, hetgeen dus ook zal leiden tot uitspoeling in de winterperiode.

Om uitspoeling te voorkomen dient ervoor te worden gezorgd dat de hoeveelheid kalium en minerale N aan het einde van het groeiseizoen zo laag mogelijk is. Dit kan worden bereikt door op jaarbasis minder stikstof te strooien of eerder te stoppen met strooien. Eerder stoppen met strooien van stikstof kan leiden een lagere opbrengst en tot roestvorming op het gras, hetgeen weer kan leiden tot een slechtere opname door het vee. Om hoge concentraties N en K door weidend vee te beperken, zou het vee vervroegd kunnen worden opgesteld. Het gras dat in het najaar niet meer door het vee beweid kan worden moet dan worden benut door middel van maaien voor stalvoeren of inkuilen.

Het doel van de proef is inzicht krijgen in het effect van een aangepast graslandgebruik op de uitspoeling van N en K en op de grasbenutting. Dit om te komen tot een systeem waarbij voldoende ruwvoer kan worden geproduceerd met een minimum aan N- en K uitspoeling.

Omdat de veebezettingen het hoogst zijn op zandgronden en zandgronden het meest gevoelig zijn voor nitraatuitspoeling is de proef opgezet op Praktijkcentrum Aver Heino, een op zandgrond gelegen proefbedrijf. Het onderzoek wordt uitgevoerd in samenwerking met het RIVM, waarbij het RIVM het grondwateronderzoek uitvoert.

2 Materiaal en methoden

2.1 Behandelingen

Op een proefperceel op praktijkcentrum Aver Heino zijn 21 veldjes aangelegd in enkelvoud, verdeeld over twee behandelingen:

- 1: N-regime (200, 300 en 400 N per hectare per jaar)
- 2: Graslandgebruik (7 niveaus)

Met N-regime wordt een verdeling van stikstof over de sneden bedoeld, volgens het landbouwkundig advies, waarbij de jaargift op een bepaald niveau moet uitkomen (hier 200, 300 en 400 kg N)

Het graslandgebruik van de 7 objecten is als volgt:

object 1 (Nov) : tot 1 november beweiden

object 2 (Okt) : tot 1 oktober beweiden; eind oktober bloten

object 3 (Sep⁺) : tot 1 september beweiden; half oktober maaien voor voederwinning

object 4 (Sep) : als object 3, laatste snede niet bemest

object 5 (Aug⁺) : tot 1 augustus beweiden; begin oktober maaien voor voederwinning

object 6 (Aug) : als object 5, laatste snede niet bemest

object 7 (Maai) : maaiobject (zomerstalvoeding) tot half oktober.

Op praktijkcentrum Aver Heino is perceel 13-15 als proefperceel gekozen. Dit perceel voldoet aan een aantal eisen die voor deze proef van belang zijn:

- Bodemtype (zandbodem zonder oxidatie in de ondergrond)
- Vlakke grondwaterstand (zodat er niet een te sterke horizontale waterstroom optreedt, waardoor in het verkeerde water gemeten zou kunnen worden)
- Zo homogeen mogelijk (voor zowel de bodem als het gewas)

De proef is uitgevoerd in de jaren 1991-1994, met een laatste meting in het voorjaar van 1995.

Eerst is het N-regime geloot, die statistisch tevens als herhalingen voor de graslandgebruiksobjecten mogen worden gezien en verder in dit rapport zullen worden aangeduid als subpercelen. Daarna is de plaats van de behandeling “gebruik” geloot, waarbij de objecten Nov en Okt, Sep⁺ en Sep, en Aug⁺ en Aug zijn gekoppeld in verband met de praktische uitvoerbaarheid van de proef (afrasteren)

De ligging van de objecten wordt weergegeven in bijlage 1.

De netto afmeting van deze objecten is 12 x 40 meter. Het maaiveldje (Maai) op het 400 N subperceel heeft een netto afmeting van 16 x 30 meter, omdat anders een boom door schaduwwerking invloed zou kunnen hebben op de proefresultaten. Tussen de objecten is een tussenruimte van 2 meter. Doordat het perceel een slechte plek (graafplek) had tussen Nov en Okt op het blok met het 200 N regime is de tussenruimte hier 5 meter. Rondom elk subperceel is een bruto veld van 5 meter breed.

De objecten worden voorafgaand aan de behandeling twee keer geweid, dan gemaaid (voederwinning) en daarna gebruikt volgens de opgegeven behandeling.

Het gebruik van de verschillende sub percelen (200-, 300- en 400N) vindt voor elke snede gelijktijdig plaats.

Een kalender van het geplande graslandgebruik staat in bijlage 2.

2.2 Bemesting

N-bemesting

Het perceel is niet bemest met drijfmest. Alle stikstof is gegeven in de vorm van KAS-27. De N-bemesting per snede is weergegeven in tabel 1.

Tabel 1 Verdeling N-gift over het jaar bij de objecten

Sub perceel	Object	N-gift per snede, voor snede:						Jaargift
		1	2	3	4	5	6	
400 N	Nov, Okt, Sep ⁺ , Maai	80	80	100	60	60	40	420
	Sep ⁻ , Aug ⁺	80	80	100	60	60	-	380
	Aug ⁻	80	80	100	60	-	-	320
300 N	Nov, Okt, Sep ⁺ , Maai	60	60	75	45	45	30	315
	Sep ⁻ , Aug ⁺	60	60	75	45	45	-	285
	Aug ⁻	60	60	75	45	-	-	240
200 N	Nov, Okt, Sep ⁺ , Maai	40	40	50	30	30	20	210
	Sep ⁻ , Aug ⁺	40	40	50	30	30	-	190
	Aug ⁻	40	40	50	30	-	-	160

Uit tabel 1 blijkt dat het verschil tussen Sep⁺ en Sep⁻ de bemesting van de zesde snede is. Bij Sep⁺ wordt de zesde snede nog bemest maar bij Sep⁻ niet meer. Hetzelfde geldt voor Aug⁺ en Aug⁻, waarbij het verschil zit in de bemesting van de vijfde snede.

De N-bemesting is volgens het bemestingsadvies afgebouwd, waarbij de maaisnede (derde snede) extra bemest is.

Fosfaat en kali-bemesting

Het laatste grondonderzoek vóór aanvang van de proef is van november 1990. De gevonden waarden staan in tabel 2.

Tabel 2 Analyse grondonderzoek 0-5 cm

Jaar	pH	Org. stof	Slib	P-Al	K-getal	K-HCl
11-1990	5.6	7.7	3.9	60	39	31

Naar aanleiding van dit grondonderzoek zou voor het betreffende perceel bij beweiding gedurende het seizoen geen P- en K bemesting noodzakelijk zijn. In het voorjaar is een gift van 25 kg P₂O₅ noodzakelijk. Het bemestingsadvies geeft aan dat voor een maaisnede bij een N-gift van 400 kg N op jaarbasis, 30 kg P₂O₅ en 80 kg K₂O zou moeten worden gegeven. Bij alleen maaien (object 7) moet de onttrokken hoeveelheid worden aangevuld door na elke maaisnede (vergelijk maaisnede voor stalvoeren) 20 kg P₂O₅ en 50 kg K₂O te strooien. De gestrooide hoeveelheden P en K worden weergegeven in tabel 3.

Het bemestingsadvies is gebaseerd op toestand "ruim voldoende" voor zowel P als K. Het bemestingsschema voor P en K is weergegeven in tabel 3 (voor het 400 N blok).

De bemesting van de blokken 200 N en 300 N kan lager zijn, omdat de opbrengsten van deze blokken ook lager zullen zijn dan van het 400 N blok, daar het gebruik van alle blokken gelijktijdig plaatsvindt. De verhouding wordt berekend aan de hand van de maaiopbrengsten van de maaiobjecten (Maai) en na voederwinning aan de hand van de verhoudingen tussen de opbrengsten van de voederwinningsobjecten. Omdat vóór de eerste snede al bemest moet worden en er dan nog geen opbrengstverhoudingen bekend zijn is de P bemesting voor het 300 N blok $\frac{3}{4}$ x bemesting 400 N perceel en van het 200 N blok $\frac{1}{2}$ x bemesting 400 N blok. Door de hoge P-Al (60) wordt van halvering van de P gift geen negatieve invloed op de opbrengst verwacht.

De P en K zijn gestrooid in de vorm van Superfosfaat en Kali-60.

Tabel 3 Bemestingsschema P- en K-bemesting 400 N subperceel

Soort meststof	Object	Bemesting Voorjaar	Na snede:				
			1	2	3	4	5
P ₂ O ₅	Maaien	25	20	20	30	20	20
	Weiden	25	-	-	30	-	-
K ₂ O	Maaien	-	50	50	80	50	50
	Weiden	-	-	-	80	-	-

2.3 Graslandgebruik

De beweiding gebeurt met melkgevende koeien. In deze proef is gestreefd om de koeien gedurende vier dagen dag en nacht te weiden, zonder bijvoeding van ruwvoer. Alle subpercelen worden gelijktijdig beweid met een aparte koppel koeien. Om op de verschillende sub percelen toch een gelijke beweidingduur te krijgen is het aantal koeien per subperceel op het geschatte aanbod afgestemd. Het aantal koeweidedagen zal daardoor op de 200- en 300 N-blokken lager zijn dan op het 400 N-blokken. Vóór de beweiding van het proefperceel worden de koeien eerst minimaal twee dagen op een “voorportaal” perceel geweid, om te voorkomen dat met name het 200 N blok “verrijkt” wordt met stikstofrijke(re) urine. Dit voorportaalperceel bevindt zich elders op het proefbedrijf en is eveneens in 3 subpercelen verdeeld met een bemesting volgens het 200-, 300- en 400 N-regime. De objecten die na een bepaalde tijd niet meer beweid mogen worden, zijn afgerasterd. Van het gras van het voorportaal en van de bijvoeding zijn geen nadere gegevens bepaald.

Van de sneden 1 t/m 4 is tijdens de beweiding de drogestof-opbrengst bepaald op het maaiobject (object 7) Het maaiobject wordt tijdens het gehele groeiseizoen in z'n geheel gemaaid met de Haldrup proefveldmaaier. De volgende waarnemingen zijn vanaf de vijfde snede uitgevoerd:

Op de weideobjecten zijn 2 stroken per object gemaaid met een Agria-proefveldmaaier + opvangbak voor een opbrengstbepaling. Tijdens de beweiding zijn kooien geplaatst (per object één kooi) om de bijgroei te bepalen. Na elke beweiding zijn per object weer 2 stroken gemaaid, om de resten te bepalen. Van de twee stroken per object is een mengmonster genomen voor een ds-bepaling. Er heeft geen bepaling van het N –gehalte plaatsgevonden. Eind november wordt een laatste hergroei-bepaling gedaan door stroken uit te maaien met een Agria-proefveldmaaier met opvangbak.

2.4 Voederwinning

Van alle objecten wordt de derde snede gemaaid voor voederwinning. Deze voederwinning is uitgevoerd zoals in de praktijk gebruikelijk is. Er worden opbrengst bepalingen gedaan bij de oogst. De resultaten zijn voor zowel een aanvulling op eerdere proeven ter bepaling van de voederwinningsverliezen gebruikt, als voor het bepalen van de slagingskans van voederwinning in de herfst.

De voederwinning in oktober is als proef uitgevoerd. Van de beweidingobjecten Aug en Sep worden zowel de maaiofbrengsten als de veldverliezen bij voederwinning bepaald. De objecten worden met een cirkelmaaier gemaaid. Na het maaien worden per behandeling 2 proefstroken uitgezet van 3 naast elkaar liggende zwaden (= een gemaaide breedte van ca. 6 meter) van 12 meter lengte. Het gras van deze stroken wordt gewogen en bemonsterd. Vervolgens wordt het gras teruggelegd in de maaizwaden. Het gras van de omliggende maaizwaden wordt afgevoerd. Hierdoor ontstaan per object twee veldjes (duplo uitvoering) De veldjes worden met een cirkelschudder één of meerdere keren geschud. Na elke bewerking wordt het gras weer teruggeharkt op de uitgangsooppervlakte van 6 x 12 meter.

Aan het einde van de veldperiode wordt het verwelkte gras per veldje machinaal bijeen geharkt en opgeladen met een opraapwagen. De opbrengsten worden gewogen en bemonsterd. Daar dit gras niet meer noodzakelijk is voor verdere proefgegevens en de hoeveelheid te klein is om te worden ingekuuld, wordt het gras afgevoerd.

Van het vers gemaaid gras en het voorgedroogde gras is per object (in duplo) het ds-gehalte bepaald.

2.5 Grondwaterstanden en neerslag

Op het proefperceel zijn, gelijkmatig over het perceel verdeeld, 10 peilbuizen geplaatst. De plaats van de peilbuizen is aangegeven in bijlage 1 op de plattegrond.

De peilbuizen zijn met een tegel afgedekt. De grondwaterstanden zijn gedurende de proefjaren op regelmatige tijden bepaald (weergegeven in bijlage 3).

Op het proefbedrijf is een weerstation geplaatst. Hier wordt dagelijks de neerslag gemeten. De verdamping is bepaald door het K.N.M.I (referentie gewasverdamping volgens Makking; station de Bilt)

2.6 Grond- en grondwaterbemonstering

De grondwatermonsters van het bovenste grondwater worden in samenwerking met het RIVM genomen en verder door het RIVM geanalyseerd. Per object worden 9 boorgaten gemaakt, waarin een plastic buis, voorzien van een filter wordt geplaatst. Uit deze buis wordt het bovenste grondwater opgezogen, waarin zich de in de winter

uitgespoelde N en K bevindt. Per verzamelmonster, steeds bestaande uit 3 van deze 9 proefplaatsen, wordt het N-, Cl- en K-gehalte (mg /l) bepaald. De bemonstering vindt plaats in het voorjaar en wordt in drievoud uitgevoerd. De N-min bepaling vindt plaats op basis van de volumemethode.

De grondmonsters worden op drie tijdstippen gestoken. De eerste bemonstering vindt plaats in het voorjaar, voordat de veldjes worden bemest. De tweede bemonstering wordt begin augustus uitgevoerd, direct na de 4de snede.

De laatste bemonstering wordt begin november gedaan, nadat de koeien van het laatste beweidingsobject zijn uitgeschaard. De (grond)lagen 0-25 cm, 25-50 cm en 50-100 cm worden afzonderlijk op N-mineraal en K onderzocht.

Per object wordt een mengmonster gemaakt van 25 steken die volgens evenwijdige diagonale looplijnen zijn genomen.

Bij het steken van de grondmonsters in het voorjaar, bleek het grondwater zich op minder dan één meter onder het maaiooppervlak te bevinden. Hierdoor was het niet mogelijk om de laag 50 - 100 cm in zijn geheel te bemonsteren. Daarom is gekozen om deze derde laag van 50 - 75 cm te bemonsteren.

2.7 Statistische analyse

De statistische analyse is uitgevoerd met het programma Genstat. Voor de analyse van de ds-opbrengsten is een andere methode toegepast dan die voor de N-min waarden van de bodem en het grondwater.

Analyse ds-opbrengst

Omdat de proef in enkelvoud is aangelegd is de analyse van de gegevens hierbij aangepast. Er is een blokstructuur gevormd bestaande uit de 3 N-regimes met daarbinnen de velden en het jaareffect, dus het N-regime is als blokfactor opgenomen. Er zijn twee behandelingen. De eerste is gebruik (Gebr), waarbij 5 gebruiksvormen zijn te onderscheiden:

- 1 ==> alleen maaïen (Maai)
- 2 ==> weiden tot begin november (Nov)
- 3 ==> weiden tot begin oktober (Okt)
- 4 ==> weiden tot begin september met voederwinning in oktober (Sep⁺ en Sep)
- 5 ==> weiden tot begin augustus met voederwinning in oktober (Aug⁺ en Aug)

De tweede behandeling is de totale werkelijk gegeven stikstof (Ngift) Hierbij zijn 3 niveaus te onderscheiden, bestaande uit de volgende behandelingen:

- 1 ==> Nov, Okt, Sep⁺ en Maai
- 2 ==> Sep⁺ en Aug⁺
- 3 ==> Aug⁺

Met de gevormde opzet is een ANOVA uitgevoerd, waarbij zowel de hoofdeffecten als (lineair en kwadratische) interacties zijn meegenomen.

Daar het verschil in behandeling pas na eind juli ingaat is de opbrengstanalyse uitgevoerd op de opbrengsten vanaf eind juli.

Analyse grond en grondwater

De analyse van de grond- en grondwaterbemonstering is op een andere manier uitgevoerd. Omdat er grote verschillen bestonden tussen de uitgangssituatie van de objecten (die niet van tevoren kon worden ingeschat bij de perceelskeuze) en omdat er veel spreiding was, is gekozen om de resultaten te transformeren naar LOG schaal (natuurlijk logaritme) Verder is niet gekeken naar een absoluut niveau, maar naar veranderingen (trends) in de tijd, waarbij de perioden maart-augustus, augustus-november en november-maart zijn te onderscheiden (voor de bodemanalyses) Een vooranalyse heeft tot de veronderstelling geleid dat er geen interacties zijn; deze zijn derhalve niet in het model opgenomen.

Er is gewerkt met een additief model voor verschillen op logschaal (tussen twee tijdstippen) met de hoofdeffecten:

- Jaargift (N-regime); code Nreg
- Maaïen versus weiden; code M_W
- Beweidingsintensiteit; code Wint
- Bemestingsintensiteit; code Bint

De beweidingintensiteit is alleen binnen de beweidde objecten getoetst. De bemestingsintensiteit alleen tussen de wel- en niet bemeste objecten bij de voederwinningssnede (Sep⁺ en Aug⁺ vs. Sep⁻ en Aug)

Deze gedeelde analyse is d.m.v. het commando CONTRAST opgenomen in de analyse. Omdat de dataset niet geheel gebalanceerd is, is de analyse uitgevoerd met REML. In eerste instantie is de analyse per meetmoment

(voorjaar, zomer en najaar) uitgevoerd. Deze analyse leidde niet tot aantoonbare significante verschillen door de grote opgetreden variatie. Daarom is gekeken naar jaarveranderingen. Voor de analyse van het grondwater was dit ook de enige mogelijkheid, daar deze gegevens maar één keer per jaar verzameld zijn. Bij de grondmonsters is gekeken naar de veranderingen tussen maart-maart, augustus-augustus en november-november.

Van alle uitgevoerde variantie-analyses wordt het kleinste significante verschil (LSD) gepresenteerd, evenals het significante niveau van de F-toets. De gebruikte symbolen voor de overschreidingskans P zijn:

- ~ = $P < 0.1$ (aanwijzing tot significant verschil)
- * = $P < 0.05$ (significant verschil)
- ** = $P < 0.01$ (sterk significant verschil)
- *** = $P < 0.001$ (zeer sterk significant verschil)

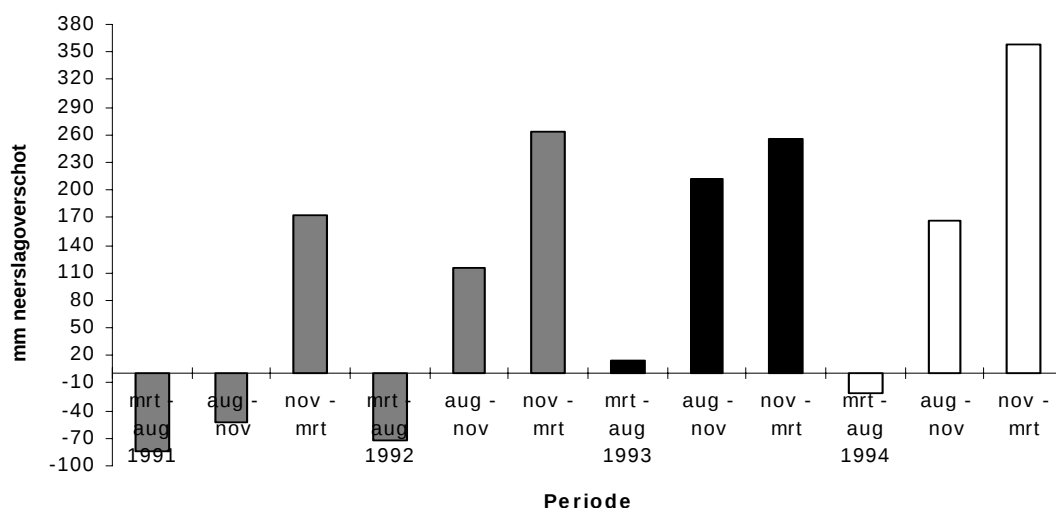
3 Resultaten

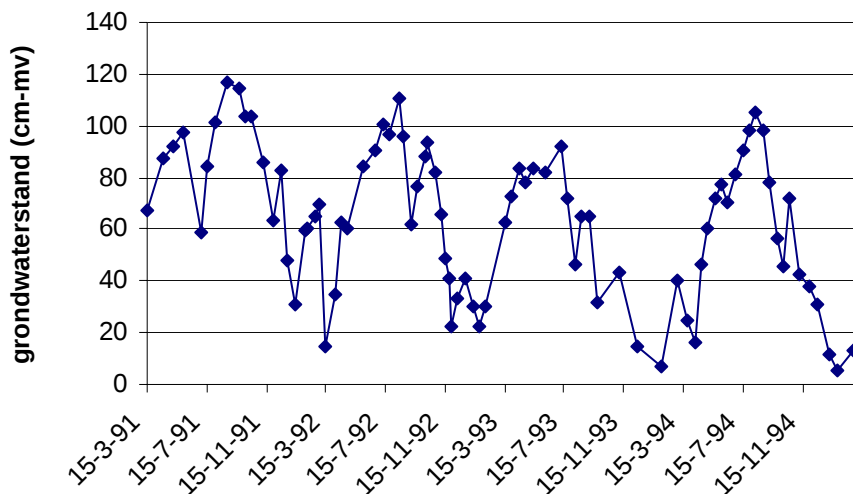
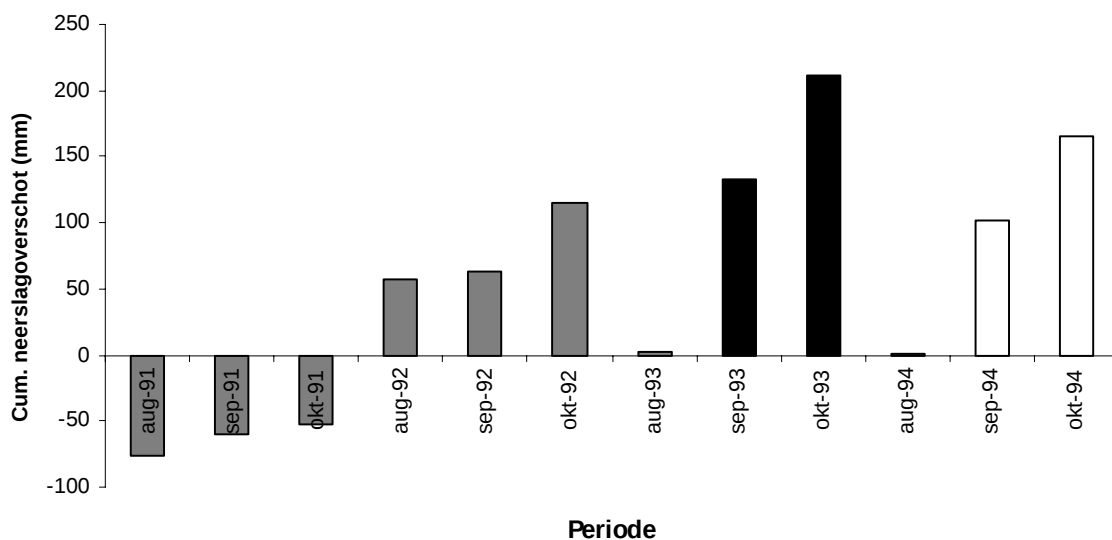
3.1 Verloop proeven

3.1.1 Grondwaterstanden en neerslag

Van alle vier proefjaren (1991 t/m 1994) wordt een korte weersbeschrijving gegeven. Tevens is het neerslagoverschot (= neerslag-verdamping; referentie gewasverdamping volgens Makking, gemiddelde station Hoogeveen en Twente) per periode weergegeven in figuur 1. Er is gekozen voor een periodeoverzicht, waarbij de perioden gelijk zijn gehouden aan de perioden waarover de verandering van N-min is gemeten dus maart-augustus, augustus - november en november maart. In figuur 3 is het cumulatieve neerslagoverschot voor de periode augustus-november weergegeven, waarbij het cumulatieve overschot per maand is weergegeven (overeenkomstig de opvolgende tijdstippen van de behandelingen) Op deze wijze kan een mogelijk verschil in Nmin tussen de behandelingen ook via het neerslagoverschot (mede) worden bepaald. De stand van de grondwaterspiegel volgt (met enige vertraging) het beeld van het neerslagoverschot. Het verloop van de grondwaterstand wordt als gemiddelde van de 10 peilbuizen weergegeven in figuur 2. De gemeten waarden van de 10 afzonderlijke peilbuizen zijn weergegeven in bijlage 3.

Figuur 1 Neerslagoverschot (mm) in de jaren 1991-1994 per periode



Figuur 2 Grondwaterstand verloop (cm-mv; gemiddelde 10 peilbuizen)**Figuur 3** Cumulatief neerslagoverschot (mm) in de jaren 1991-1994 voor de maanden augustus, september en oktober**1991**

Het eerste proefjaar, 1991 is onder vrij extreme weersomstandigheden verlopen. Het voorjaar was koud en droog. Juni was nat, de maanden juli, augustus en september droog.

1992

De gemiddelde temperatuur was hoger dan het langjarig gemiddelde (10.5° C t.o.v. 9.4° C normaal). Alle maanden (op oktober na) waren warmer dan normaal, waarbij vooral mei erg zacht was. Ook de zomer was warmer dan normaal (17.8° C t.o.v. 16.2° C) met eind september nog enkele zomerse dagen. De hoeveelheid neerslag was ongeveer gelijk aan het langjarig gemiddelde. Tijdens de droge periode is de hoeveelheid neerslag vooral in de vorm van (hevige) onweersbuien gevallen. Oktober was een relatief natte maand.

1993

De hoeveelheid neerslag en de gemiddelde temperatuur kwamen in 1993 ongeveer overeen met het langjarig gemiddelde. De maanden januari, februari, maart en april waren droog met iets boven normale temperatuur. De maanden juli t/m oktober waren veel natter dan normaal en erg somber. Het najaar was kouder dan normaal. De groeiomstandigheden tijdens het groeiseizoen werden niet beperkt door droogte.

1994

Het weer was in 1994 nat, warm en zonnig. De neerslag is vooral buiten het groeiseizoen gevallen, in de maanden januari-april en september-oktober. De totale neerslag over 1994 lag met 903 mm boven het langjarig

gemiddelde (792 mm) Vooral de zomermaanden waren droger en warmer dan normaal met juli als warmste maand sinds er temperatuurmetingen zijn.

Tijdens sommige natte perioden stand het water aan de zuidkant op het proefveld. De grondwaterstanden waren dan 0 cm-mv. Dit kwam met name voor bij de objecten beweiden tot oktober op het 200 N blok en maaien op het 400 N en 300 N blok (peilbaas 6 en 7 en in mindere mate peilbuis 5)

3.1.2 Grasgroei, beweiding en voederwinning

Per proefjaar is een korte beschrijving van de proefomstandigheden gegeven. De opbrengsten van de maaiobjecten staan in tabel 5 (de overige opbrengsten in bijlage 5 en 6)

1991

Door de slechte weersomstandigheden in juni is de derde snede laat gemaaid en is bij oogst tevens enige rijschade ontstaan in het maaiobject 7 op het 300-N subperceel. Doordat de maanden juli, augustus en september erg droog waren is de groei stil komen te liggen en het gras gedeeltelijk verdroogd. De opbrengsten bij inscharen (eind augustus) waren met ongeveer 1400 kg ds/ha lager dan gepland, waardoor het aantal dieren is aangepast. Het aanbod bij inscharen eind september en eind oktober bedroeg ongeveer 1100 à 1200 kg ds per ha. Door de droogte was het niet mogelijk de bijgroei tijdens de beweiding en de weiderest te bepalen na de snede van eind juli (vierde snede) Ook is door de droogte de geplande voederwinningssnede voor begin oktober uitgesteld en is de voederwinning van zowel de objecten aug⁻ en aug⁺ als ook de objecten sep⁻ en sep⁺ in de week van 14 tot 18 oktober uitgevoerd. De voederwinning is onder gunstige omstandigheden verlopen.

1992

De groeiomstandigheden waren gedurende het groeiseizoen 1992 veel beter dan in 1991. Bijna alle sneden hebben op de inschaartijdstippen de geplande opbrengst gehaald. Alleen de tweede (weide) snede was aan de zware kant (gem. ongeveer 2600 kg ds/ha) De vierde snede is juist weer vrij licht geoogst (ongeveer 1200 kg ds/ha)

De voederwinning in oktober is in tegenstelling tot 1991 wel op twee tijdstippen uitgevoerd. De objecten aug⁻ en aug⁺ zijn in de week van 7 oktober gemaaid, de objecten sep⁻ en sep⁺ een week later. De weersomstandigheden waren redelijk, doch eind september waren ze veel beter. Tijdens de voederwinning van de objecten sep⁻ en sep⁺ werden de weersomstandigheden steeds slechter. Tijdens de oogst regende het hevig, waardoor van verdere metingen is afgezien.

1993

Na een vrij zachte winter volgde een warm en droog voorjaar, waardoor de groei goed verliep. De eerste snede is op 29 april ingeschaard bij ongeveer 2500 kg ds/ha. De tweede snede is door de geweldige groei veel te zwaar beweide (ruim 3500 kg ds/ha) Na deze snede was ook sprake van een vrij grote weiderest (ruim 1600 kg ds/ha) De maaisnede was lichter dan gepland. De groei van de overige (weide)sneden verliep vrij normaal en alle sneden zijn volgens plan uitgevoerd. Alleen de voederwinningssneden van de objecten aug⁻ en aug⁺ zijn al in de laatste week van september uitgevoerd. Het weer was toen goed er stond voldoende gras voor een maaisnede.

1994

In het voorjaar kwam de groei traag op gang. De eerste snede is relatief licht ingeschaard, omdat de proefkoeien in deze periode voor meerdere proeven gebruikt moesten worden, waarbij het in dit deel van het groeiseizoen onverstandig is een beweiding met een week uit te stellen. De tweede en derde snede zijn volgens planning gebruikt. Door het neerslagtekort in juli en augustus groeiden de vierde en vijfde snede erg traag. Daar deze sneden volgens opgegeven behandeling op tijdstip werden geoogst, was er sprake van vrij lichte sneden (< 1000 kg ds/ha) In september was voldoende neerslag gevallen. Hierdoor is de zesde snede bij geplande opbrengst gebruikt. Alle voederwinning is uitgevoerd in de week van 7 oktober. Hierbij is alleen de verse opbrengst bij maaien bepaald. De weersomstandigheden waren weer matig. De objecten aug⁻ en aug⁺ haalden een goede opbrengst voor een maaisnede (ruim 3000 kg ds/ha). De objecten sep⁻ en sep⁺ hadden een lichtere snede, maar was zeker acceptabel als maaisnede (tussen de 2 en 3 ton ds/ha)

3.1.3 Bemesting

Omdat de P-Al en het K-getal vrij hoog waren is in het voorjaar van 1991 alleen KAS gestrooid, op 26 maart. Door een verkeerde interpretatie van de strooitabel is de hoeveelheid P en K die eigenlijk na de derde (voederwinningssnede) gestrooid had moeten worden vóór de derde snede gegeven. Na de derde snede is door daarom geen P en K bemesting uitgevoerd (1991)

De N, P en K bemesting is niet aangepast i.v.m. de droogte.

De overige jaren is de bemesting volgens plan uitgevoerd.

3.1.4 Organische stof

Om inzicht te krijgen in de hoeveelheid aanwezige organische stof is deze bepaling uitgevoerd met de in augustus 1991 voor N-min bepaling gestoken monsters. Het organische stofgehalte voor de laag 0-25 cm is weergegeven in tabel 4.

Tabel 4 Organische stof (%) laag 0-25 cm-mv

Object N-regime	1 Nov	2 Okt	3 Sep ⁺	4 Sep	5 Aug ⁺	6 Aug	7 Maai	gem.	stand. afw.
200	5.3	5.2	5.4	5.0	5.4	4.9	5.4	5.3	0.08
300	4.7	4.5	4.7	4.7	4.7	4.9	5.0	4.7	0.06
400	5.1	4.5	4.8	4.8	4.7	4.9	4.7	4.8	0.07

Het organischestofgehalte is voor het gehele perceel redelijk gelijk (van 4,5 tot 5,3%) Het gemiddelde organische stofgehalte bedraagt 4,9%.

Het organischestofgehalte in de laag 0-5 cm bedraagt 7,7% (nov 1990)

Van de lagen 25-50 cm en 50-75 cm is het organische stofgehalte weergegeven in bijlage 4. Het organische stofgehalte in de laag 25-50 heeft een spreiding van 2.6 tot 4.5 %. Het gemiddelde organischestofgehalte voor deze laag is 3,4%.

In de laag 50-75 cm bedraagt het organische stofgehalte op dit perceel nooit meer dan één procent (0,9-0,4) en gemiddeld 0,6%.

3.2 Opbrengsten en graslandbenutting

Het object dat alleen gemaaid wordt (object 7_Maai) is gemaaid op het tijdstip dat de koeien zijn uitgeschaard (1^e 2^e, 4^e en 5^e snede), tijdens de voederwinning (3^e snede en tijdens de voederwinning in oktober) Eind november is een laatste opbrengstbepaling gedaan (hergroei einde seizoen). De resultaten van deze bepalingen staan in tabel 5.

Tabel 5 Ds-opbrengsten (kg/ha) van object 7_Maai

Regime	Snede	1	2	3	4	5	6	Tot	hergr
Datum:	1991	3-5	24-5	29-6	2-8	30-8	17-10		28-11
200		1015	2077	4591	1428	730	1183	11024	598
300		1184	2399	5710	1105	882	1271	12551	695
400		1013	2377	5354	1989	456	742	11931	532
Datum:	1992	29-4	22-5	15-6	27-7	4-9	16-10		1-12
200		2139	2833	1956	1801	1244	1778	11751	363
300		2282	3021	2447	2181	1383	1870	13184	296
400		2363	3479	2419	1479	1250	2611	13601	199
Datum:	1993	5-5	28-5	28-6	30-7	27-8	19-10		
200		2458	2421	1748	1361	1672	1186	10846	*
300		2595	3417	2089	1097	1889	1686	12773	*
400		2864	3101	2371	1447	2382	1876	14041	*
Datum:	1994	6-5	31-5	4-7	28-7	26-8	10-10		8-12
200		1086	1840	3060	850	1125	1886	9847	111
300		1217	1952	3558	1283	1419	2118	11547	72
400		1786	2614	3412	1401	1693	2416	13322	123

*= niet bepaald

De totale ds-opbrengst op het maaiobject was in het algemeen aan de lage kant. Een gemiddelde opbrengst van 14 ton ds is vrij normaal voor een dergelijke grondsoort (bij 400 kg N) Het natte jaar (1993) wijkt niet erg af van de andere (drogere) jaren. Opvallend is het geringe verschil in opbrengst tussen het 300 N en het 400 N object in 1991 en 1992. Waarschijnlijk is hier een effect van de ligging van het maaiobject op het 300 N blok. Dit object

lag op het laagste punt van het perceel, waardoor in de drogere perioden het langste van het aanwezige vocht kon worden geprofiteerd.

De opbrengsten van de weideobjecten na snede 4 (dus alle objecten op object 7_Maai na), exclusief de hergroei op 1 december staan in tabel 6.

De opbrengsten van de sneden 1 t/m 4 zijn voor alle weide objecten (per N-regime) gelijk, daar er een opbrengstbepaling voor alle objecten samen is uitgevoerd. Dit was mogelijk omdat het gebruik van deze objecten gedurende de eerste 4 sneden gelijk is geweest. Vanaf de vijfde snede is de (totale) opbrengst die tot het eind van het seizoen is gehaald weergegeven en de totale opbrengst (als gemiddelde van alle weide objecten) Alle opbrengsten zijn bij inscharen of maaien (voor voederwinning).

Tabel 6 Ds-opbrengsten (kg/ha) van de beweide objecten per N-regime per jaar

Regime/ jaar Behandeling	Snedes 1t/m 4	Vanaf vijfde snede						
		aug	aug ⁺	sep	sep ⁺	okt	nov	Gem.
200N 1991	7683	1548	1884	2788	3144	2433	3626	2571
300N	9293	1861	1818	2735	2344	2165	3228	2386
400N	8744	1894	2114	2942	3003	2448	3464	2644
200N 1992	11156	2550	3200	3241	3671	2931	3831	3237
300N	10857	3139	2843	3438	3889	2984	3922	3369
400N	10793	2736	3003	3716	4046	2763	3779	3341
200N 1993	9004	2217	2958	3041	3487	3140	3948	3132
300N	10435	2338	3828	3825	3907	3831	3900	3605
400N	10689	2704	2928	3786	4191	3768	4695	3679
200N 1994	5996	2813	3781	2742	3365	2590	3053	3057
300N	6930	2963	3774	3258	3455	2805	3213	3245
400N	7518	3323	3739	4310	4490	3923	4375	4027

De opbrengsten van de eerste vier sneden staan in bijlage 6, tabel 28.

Het inscharen in de eerste twee sneden is gebeurd aan de hand van een visuele opbrengstschatting. Om de vierde snede op de geplande datum (eind juli) uit te laten komen moet de derde snede ongeveer eind juni gemaaid worden. Dit is door omstandigheden (weer) niet altijd gelukt, vandaar dat er wel afwijkende ds-opbrengsten worden gevonden. Hetzelfde geldt voor de weidesneden. De koeien konden niet altijd precies op het juiste tijdstip ingeschaard worden en elke dag extra groei in het voorjaar betekent wel 150 a 200 kg ds/ha meer. In 1991 is als gevolg van de droogte in de maanden juli, augustus (en september) de opbrengst veel lager dan in de andere jaren, vooral de voederwinningsnede van de objecten aug en sep.

Ook was de opbrengst van de beweiding eind september lager dan een gewenste weidesnede van 1500 à 1700 kg ds/ha.

De bepaalde opbrengsten vóór inscharen (in) en na uitscharen (uit) van de beweiding van eind augustus, eind september en eind oktober, alsmede de opbrengsten van de hergroei-bepaling eind november en de totalen vanaf de vierde snede (snede 5 t/m 7), staan in bijlage 5, in tabel 24 t/m tabel 27.

Daar waar alleen opbrengsten in de kolom "in" van inscharen staan, is de betreffende snede gemaaid. De opbrengsten zijn de bruto-opbrengsten bij maaien bij de sneden bestemd voor voederwinning.

De bijbehorende aantallen koe-weidedagen en de drogestofgehalten staan in bijlage 6 (tabel 28 en tabel 29). Indien er minder dan de geplande weidesnede stond op het moment van inscharen is het aantal weidedagen teruggebracht en is de beweiding met meer koeien uitgevoerd (aantal koe-weidedagen is hierdoor wel gelijk gebleven aan de andere sneden, dus de bemestingsdruk met mest en urine derhalve ook)

In 1991 hadden de uitgemaaide stroken bij uitscharen een erg (onwaarschijnlijk) hoog drogestofgehalte, waardoor de berekende weiderest erg hoog uitkomt. Het hoge ds-gehalte is ontstaan doordat in de stoppel veel verdroogd materiaal aanwezig was, dat bij het uitmaaien in het monster is terechtgekomen.

Om het gras dat na het vervroegd opstallen (objecten aug* en sep*) toch te kunnen benutten, wordt dit gemaaid voor voederwinning. Om daarbij tevens het effect van het al dan niet bemesten van deze maaisnede op zowel de opbrengst als de N-min voorraad, worden de voederwinningsneden in het najaar wel (+) of niet (-) bemest. De opbrengsten van de voederwinningsnede in oktober staan in tabel 7.

Tabel 7 Ds-opbrengsten voederwinning oktober obj. Aug+, Aug-, Sep+ en Sep-

Jaar	N-regime Object	200		300		400	
		met N (+)	geen N (-)	met N (+)	geen N (-)	met N (+)	geen N (-)
1991	aug	1884	1548	1834	1876	2133	1909
	sep	1669	1313	1152	1344	1624	1756
1992	aug	3200	2550	2843	3157	3003	2736
	sep	1973	1543	2072	1621	2340	2010
1993	aug	2958	2217	3828	2338	2928	2704
	sep	1561	1115	1537	1455	1680	1275
1994	aug	3781	2813	3775	2963	3739	3323
	sep	2499	1876	2551	2354	2928	2748

Dit zijn de zandhoudende ds-opbrengsten bepaald bij het maaïen. In de jaren 1991 en 1992 is ook de opbrengst bij oprapen bepaald ter aanvulling van de proefgegevens over inkuilverliezen. Deze resultaten zullen in dit rapport echter niet worden behandeld.

Er is duidelijk een verschil in opbrengst tussen de objecten Aug en Sep. De Aug objecten hebben een langere groeiduur, hetgeen vertaald wordt in een hogere ds-opbrengst. In alle jaren is er (duidelijk) sprake van een N-effect. In 1991 was vocht meer limiterend voor de groei dan stikstof.

In oktober is de oogst van de voederwinningssnede alleen in 1991 redelijk gelukt. In de andere jaren waren de weersomstandigheden te slecht voor een optimale droging.

3.2.1 Statistische analyse ds-opbrengsten

Uit de analyse kwam naar voren dat er sprake was van een jaareffect (F-toets **, lin. ** en kwadratisch *) en een interactie effect van jaar en behandeling "gebruiksvorm" (F-toets **, lin. ***)

De gebruikte symbolen voor de overschrijdingskans P zijn:

~ = P < 0.1 (aanwijzing tot significant verschil)

* = P < 0.05 (significant verschil)

** = P < 0.01 (sterk significant verschil)

*** = P < 0.001 (zeer sterk significant verschil)

Uit de analyse blijkt dat er geen interactie-effect bestaat van het N-niveau op de behandeling (gebruiksvorm). Dit geeft aan dat de behandelingen bij elk N-niveau op dezelfde wijze reageren.

De uitkomsten van deze analyse staan in tabel 8 en worden grafisch ondersteund in figuur 4 en figuur 5.

Het gemiddelde is een gewogen gemiddelde. De opbrengsten van Aug (5 en 6) en Sep (3 en 4) zijn op 6 velden uitgevoerd, de overige opbrengsten op 3 velden. Dit houdt tevens in dat de LSD-waarde voor de vergelijking van 1_Nov, 2_Okt en 7_Maai onderling, anders is dan de LSD-waarde voor de vergelijking van de objecten 3_Sep⁺, 4_Sep⁺, 5_Aug⁺ en 6_Aug⁺ onderling.

Voor het vergelijken van beide genoemde groepen met elkaar geldt weer een andere LSD-waarde.

Tabel 8 Ds-opbrengsten ANOVA (kg/ha) na de vierde snede voor de jaren 1991 – 1995

Jaar	1_Nov	2_Okt	3,4_Sep	5,6_Aug	7_Maai	Gem.
1991	3397 ^a	2283 ^b	2847 ^c	1938 ^b	1816 ^b	2456
1992	3980 ^a	3088 ^{bc}	3566 ^d	2642 ^c	3192 ^{bd}	3294
1993	4045 ^a	3384 ^b	3807 ^a	3099 ^{bc}	3750 ^{ab}	3617
1994	3592 ^{ab}	3171 ^a	3570 ^b	3309 ^{ab}	3490 ^{ab}	3426
Gem.	3754	2982	3448	2747	3062	3198

LSD (P<0.05) binnen één jaar = 533 voor 1_Nov, 2_Okt en 7_Maai

= 462 voor 3,4_Sep en 5,6_Aug

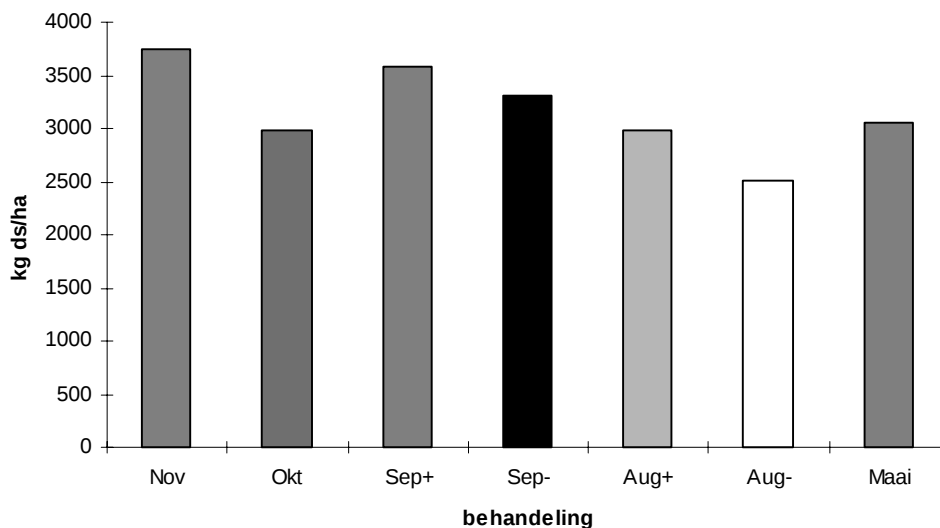
= 377 voor 1_Nov, 2_Okt en 7_Maai met 3,4_Sep en 5,6_Aug

In alle jaren zijn significante verschillen opgetreden. In 1994 wijkt de opbrengst van Sep⁺ af van Okt.

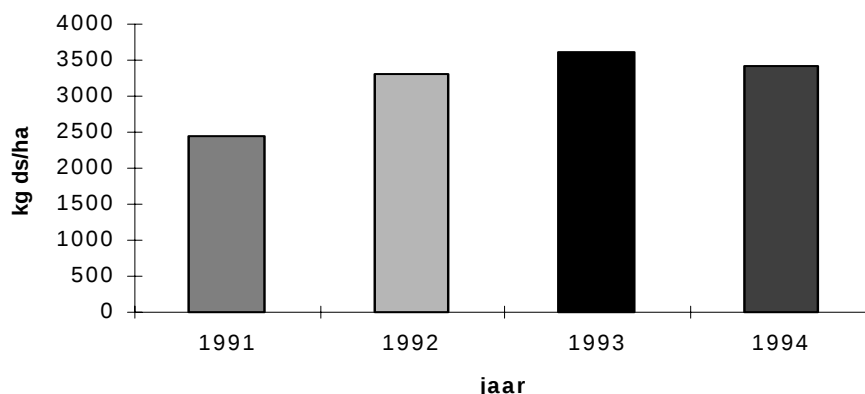
Object 1_Nov geeft altijd de hoogste opbrengst, gevolgd door 3 en 4_Sep, de objecten 5_Aug⁺ en 6_Aug⁺ de laagste opbrengst. De opbrengsten van 7_Maai en 2_Okt verschillen onderling niet van elkaar.

Behalve dat het jaar effect heeft op de hoogte van de opbrengst, heeft het in 1994 ook effect op de behandelingen. De verschillen tussen de objecten worden weergegeven in figuur 4, de verschillen tussen jaren in figuur 5.

Figuur 4 Ds-opbrengsten (kg/ha) per behandeling als gemiddelde van 4 jaren ('91-'94) en 3 N-niveaus



Figuur 5 Ds-opbrengsten (kg/ha) per jaar als gemiddelde van 7 behandelingen en 3 N-niveaus



3.3 N-mineraal bodem en nitraat-N in grondwater

3.3.1 N-mineraal bodem

Eerst zullen de resultaten van het bodemonderzoek per tijdstip (maart, augustus en november) besproken worden. Vervolgens wordt een beeld geschetst van het verloop in de tijd. De gegevens hebben steeds betrekking op de laag 0-75 cm-mv. De gegevens van de afzonderlijke lagen 0-25, 25-50 en 50-75 cm-mv zijn weergegeven in bijlage 7.

Voorjaar (maart)

In maart heeft de eerste bemonstering plaatsgevonden (in 1991 is dit de uitgangssituatie) De resultaten van de voorjaarsbemonstering in de jaren 1991 t/m 1995 van de totale bodemlaag van 0 - 75 cm is weergegeven in tabel 9.

Tabel 9 N-min voorraad in maart (0-75 cm-mv) in kg/ha

Object: Nreg jaar	1 Nov	2 Okt	3 Sep ⁺	4 Sep ⁺	5 Aug ⁺	6 Aug ⁺	7 Maai	Gem	Per N
200 '91	100	77	73	73	105	74	47	78	37
200 '92	95	56	55	48	52	46	51	58	
200 '93	36	7	12	3	16	10	8	13	
200 '94	32	26	39	31	22	20	23	28	
200 '95 ¹⁾	7	7	7	8	10	7	5	7	
300 '91	66	81	66	63	66	83	74	71	37
300 '92	95	44	52	59	63	60	43	59	
300 '93	26	22	24	20	13	12	2	17	
300 '94	31	37	23	22	23	23	32	27	
300 '95 ¹⁾	11	9	12	8	7	9	9	9	
400 '91	62	47	74	71	66	66	67	65	36
400 '92	79	67	81	73	81	67	62	73	
400 '93	17	9	18	16	13	15	10	14	
400 '94	27	19	21	22	22	19	14	21	
400 '95 ¹⁾	13	10	9	8	6	6	6	8	
Gemiddeld	46	35	38	35	38	34	30	37	

¹⁾ *l.v.m. de hoge grondwaterstand is dit de hoeveelheid N-min in laag 0-50 cm-mv.*

Bij de uitgangssituatie (1991) is al sprake van een grote natuurlijke spreiding. In het algemeen en in het bijzonder bij de objecten 1 en 5 op het 200 N regime subperceel zijn de gevonden waarden erg hoog. Over de jaren heen neemt de hoeveelheid N-min gevonden in het voorjaar af. In het voorjaar van 1991 en 1992 was de hoeveelheid N-min veel hoger dan in 1993 t/m 1995. Per jaar is weinig verschil in N-min voorraad tussen de objecten.

Ook is geen duidelijk effect waar te nemen van het N-regime. Bij alleen maaien zijn de N-min cijfers gemiddeld het laagst en bij weiden tot november het hoogst. Gemiddeld genomen bestond er in het voorjaar geen verschil tussen de N-niveaus.

Zomer (Augustus)

De tweede bemonstering is begin augustus uitgevoerd, na de beweiding van de vierde snede. De gegevens van deze bepaling (het totaal in de laag 0-75 cm) staat in tabel 10.

Tabel 10 N-min voorraad (0-75 cm-mv) begin augustus in kg/ha

Object Nreg/Jaar	1 Nov	2 Okt	3 Sep ⁺	4 Sep ⁺	5 Aug ⁺	6 Aug ⁺	7 Maai	Gem.	Per N
200 '91	51	58	*	44	75	70	61	60	50
200 '92	76	146	54	46	63	58	47	70	
200 '93	26	24	34	23	27	27	14	25	
200 '94	41	32	30	36	97	27	35	43	
300 '91	128	76	65	69	70	90	75	82	85
300 '92	161	205	170	164	164	223	64	164	
300 '93	33	31	86	53	70	32	13	45	
300 '94	28	59	71	61	40	36	49	49	
400 '91	141	120	178	186	241	168	88	160	119
400 '92	144	156	267	219	266	221	114	198	
400 '93	43	89	68	78	129	37	33	68	
400 '94	51	44	82	53	55	42	19	49	
Gemiddeld	77	87	100	86	108	86	51	85	

* = missende waarneming (bij analyse verloren gegaan)

Uit tabel 10 komt de invloed van het N-regime op de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem, duidelijk naar voren. Vooral de objecten op het 400 N perceel hebben zeer hoge stikstofgehalten. Ondanks het feit dat het gebruik voor de objecten 1 tot en met 6 tot begin augustus gelijk was, is er een grote spreiding in de gevonden waarden. Ook bij de waarden in augustus is weer een jaareffect waar te nemen, doch niet zo duidelijk als in maart. De gevonden waarden van 1991 en 1992 zijn hoger dan die van 1993/1994. Wel is te zien (gemiddelde;

onderste regel tabel 10) dat de hoeveelheid stikstof in het bodemprofiel onder object 7 (maaiobject) lager is dan onder de bijbehorende weideobjecten, vooral bij het 400N regime.

Vanaf 2 augustus is binnen het N-regime onderscheid in het gebruik en de bemesting van de objecten aangebracht.

Najaar (november)

Om het effect van het verschil in behandeling op de hoeveelheid minerale stikstof in het bodemprofiel te bepalen is begin november de laatste grondbemonstering uitgevoerd. De resultaten van deze bemonstering (als totaal) voor de laag 0 - 75 cm staat in tabel 11.

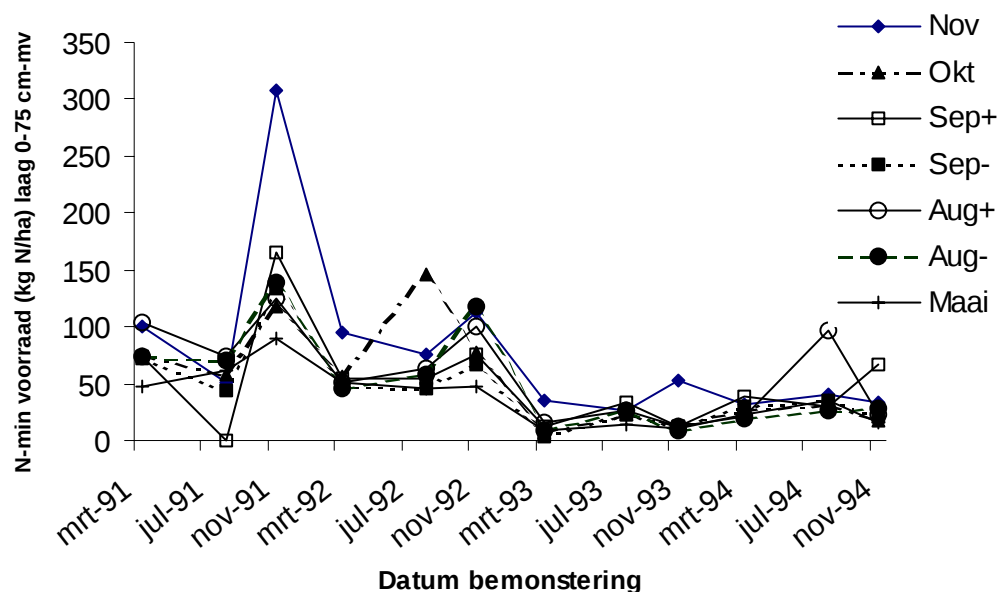
Tabel 11 N-min voorraad begin november (0-75 cm-mv) in kg/ha

Object									Gem per N
Nreg/Jaar	1 Nov	2 Okt	3 Sep ⁺	4 Sep ⁺	5 Aug ⁺	6 Aug ⁺	7 Maai	Gem.	
200 '91	309	119	166	133	126	139	91	155	72
200 '92	112	78	76	67	100	119	48	86	
200 '93	52	14	13	12	12	9	11	18	
200 '94	33	17	67	21	24	28	16	29	
300 '91	162	172	248	153	172	121	105	162	81
300 '92	116	165	138	151	140	82	62	122	
300 '93	23	17	26	22	24	10	10	19	
300 '94	25	113	62	53	28	25	18	19	
400 '91	197	251	321	272	237	202	197	240	110
400 '92	186	164	108	136	105	112	85	128	
400 '93	23	16	27	14	15	11	11	17	
400 '94	80	76	46	71	41	36	21	53	
Gemiddeld	110	100	108	92	85	75	56	88	

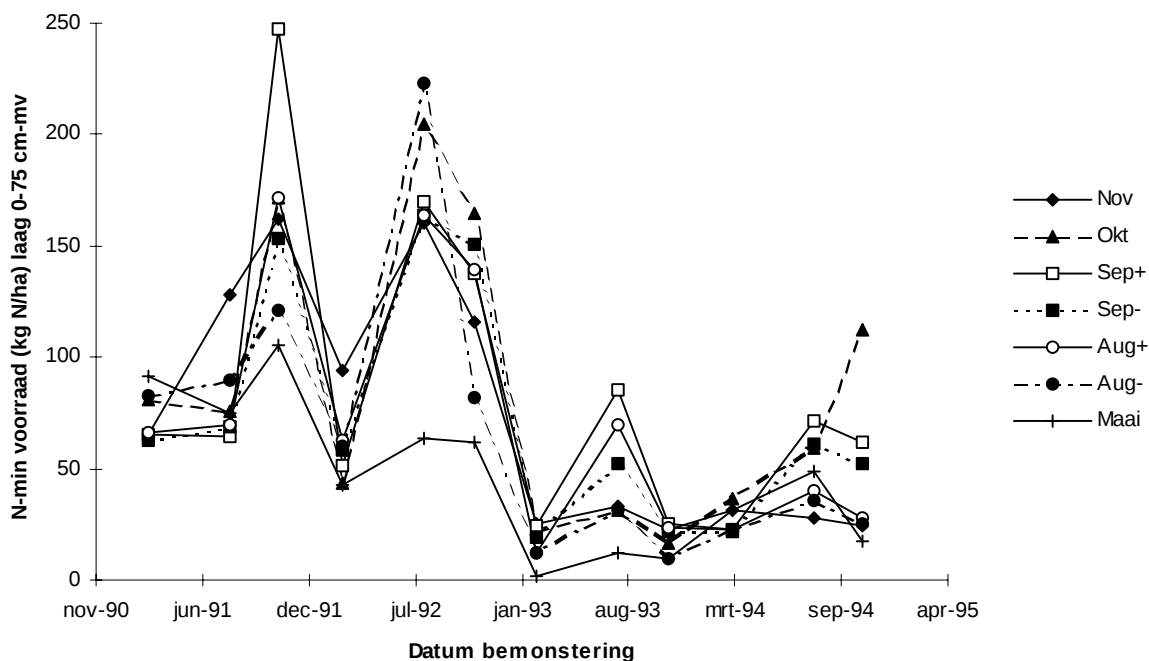
Ook hier is weer sprake van een duidelijk jaareffect. De jaren 1991/92 hebben hogere waarden dan 1993/94. Vooral in het natte jaar 1993 zijn de gevonden voorraden laag. T.o.v. 1993 stijgen de voorraden in 1994 weer licht. Ook hier geeft het Maai object de laagste N-min voorraad. Vooral in de drogere jaren is een effect van het N-regime op de voorraad waar te nemen. Bij het 400 N-regime valt echter op dat in tegenstelling tot de andere N-regimes, gemiddeld over alle jaren een duidelijk aflopende trend is waar te nemen vanaf object 1_Nov naar object 7_Maai.

Verloop N-min gehalte bodem

In figuur 6 t/m figuur 8 wordt het verloop van de bodemvoorraad N-min (op drie tijdstippen) voor alle (gebruiks)behandelingen weergegeven per N-regime, voor de laag 0-75 cm-mv.

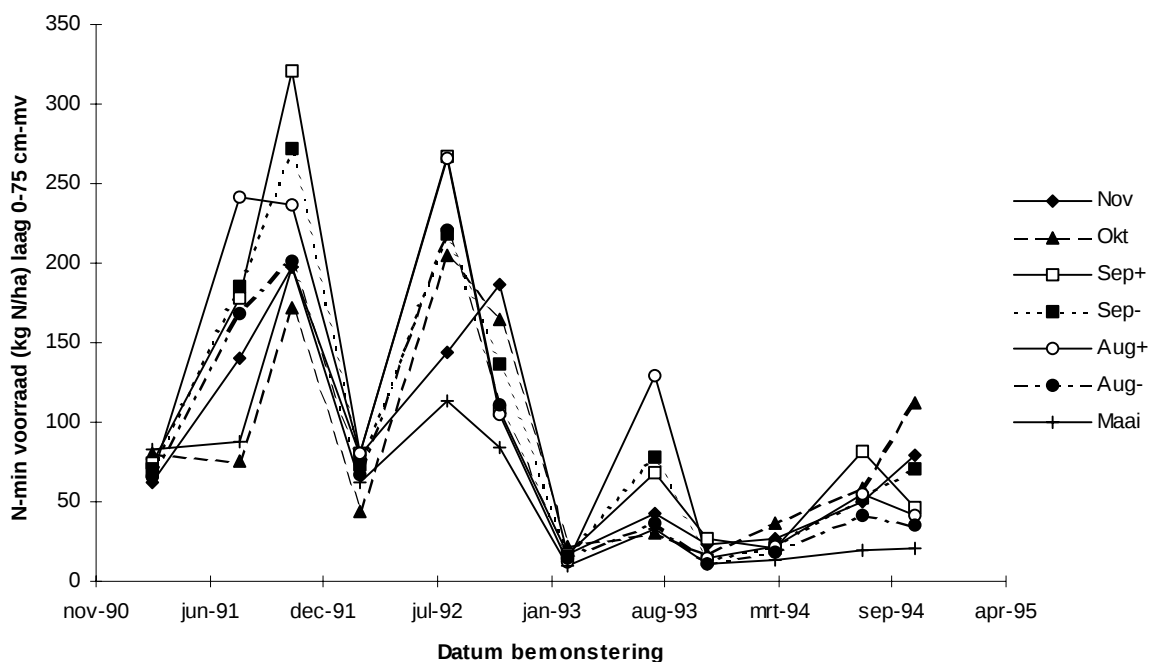
Figuur 6 Verloop N-min voorraad (0-75 cm-mv) bij verschillend tijdstip van uitscharen bij een 200 N-regime

Vooraf in 1991 en 1992 zijn hoge N-min voorraden gemeten, waarbij de objecten 1_Nov en 2_Okt bijna altijd de hoogste waarden hebben en 7_Maai de laagste waarde (figuur 6). Na de erg hoge voorraden in november (1991 en 1992) volgt in de winterperiode (november-maart) een sterke daling van de voorraad. In het natte jaar 1993 zijn (en blijven) de voorraden erg laag.

Figuur 7 Verloop N-min voorraad (laag 0-75 cm-mv) bij verschillend tijdstip van uitscharen bij het 300 N-regime

Bij het 300 N regime (figuur 7) reageert het N-min verloop per jaar anders. In 1991 vindt vooral ophoping plaats tussen juli en november, terwijl in 1992 en 1993 de grootste ophoping plaatsvindt in de periode maart-juli. De objecten 2_Okt en 3_Sep+ laten gemiddeld de hoogste waarden zien. Het maaiobject heeft gemiddeld steeds de laagste waarde. Ook hier volgt na ophoping in de drogere jaren 1991 en 1992 een sterke daling in de winterperiode.

Figuur 8 Verloop N-min voorraad (0-75 cm-mv) bij verschillende tijdstippen van uitscharen bij een 400 N-regime

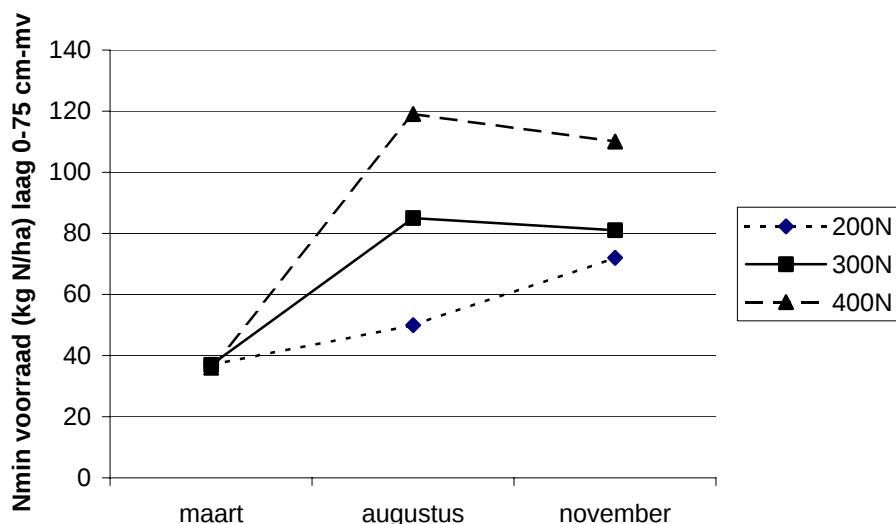


Ook in figuur 8 weer het beeld van de hoge voorraden in 1991 en 1992. Zelfs in het natte jaar 1993 vindt nog een lichte ophoping plaats in de periode maart-juli, waarbij het opvallend is, dat deze ophoping niet bij alle objecten in dezelfde mate plaatsvindt, ondanks een gelijk gebruik (op het object 7_Maai na)

Bij een vergelijking van de 3 N-regimes blijkt dat de N-min voorraad bij het 200 N-regime iets lager is dan bij het 300 en 400 N-regime.

Per N-regime verloopt de N-min voorraad per behandeling echter niet gelijk.

Figuur 9 Nmin verloop laag 0-75 cm-mv als gemiddelde over alle behandelingen en jaren



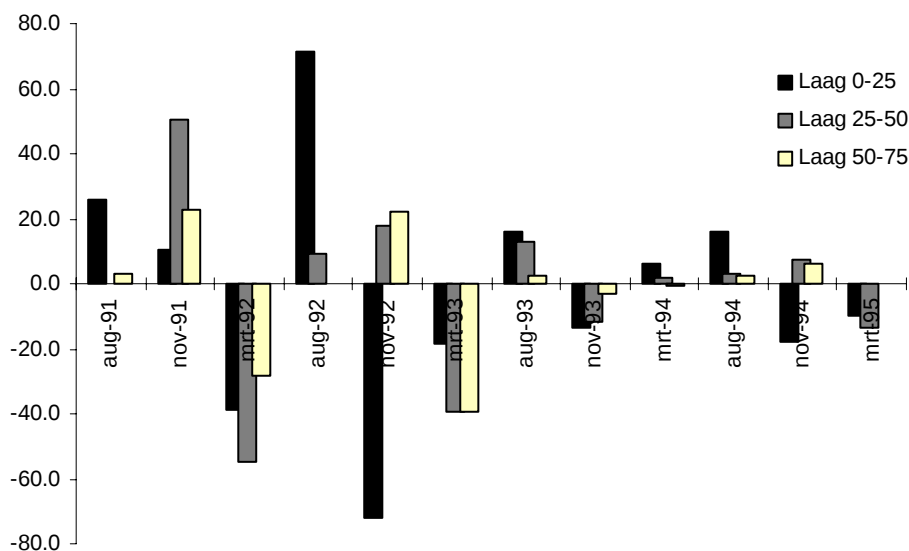
Uit figuur 9 blijkt dat er een toename van de N-min voorraad plaatsvindt in de periode maart-augustus, vooral veroorzaakt door de wat hogere bemestingen in dit deel van het seizoen. In de periode augustus tot november reageren de N-regimes verschillend. Terwijl de voorraad bij 200 N nog toeneemt, neemt hij bij 400N iets af. De eindvoorraad in november is bij 400N wel het hoogst.

N-min per laag

Om te bekijken of de N-min zich gedurende een periode op verticale wijze door de bodemlagen verplaatste is de toe- of afname van de N-min voorraad per periode, per laag weergegeven in staafdiagrammen. Per bemonsteringstijdstip is de gemiddelde voorraad van de 7 objecten weergegeven. Onder aug 91 staat de toe- of afname van de voorraad in de periode maart '91 tot augustus '91 etc.

In figuur 10 is dit de voorraad per tijdstip als gemiddelde van alle behandelingen en alle N-regimes. Daarna is in figuur 11 tot en met figuur 13 een opsplitsing gemaakt per N-regime.

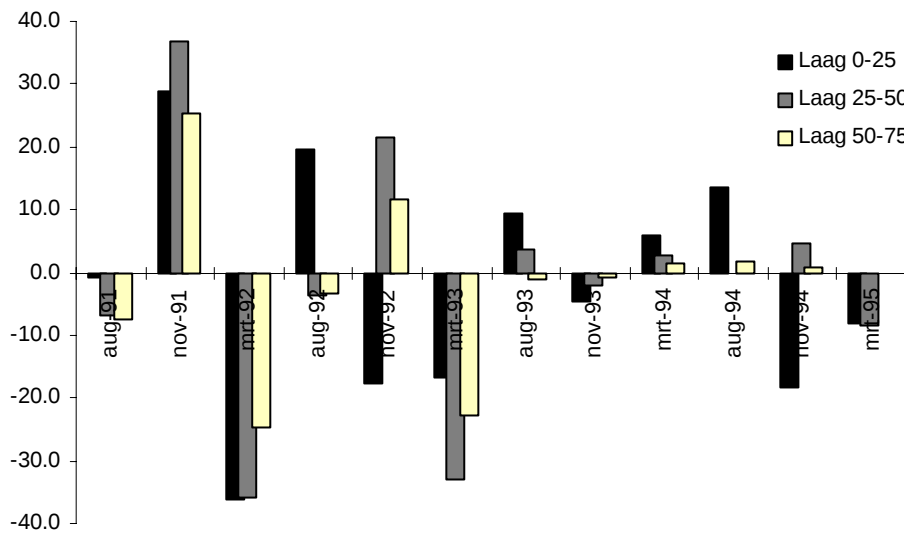
Figuur 10 Toe en afname N-min per laag (als gemiddelde van 200, 300 en 400 N) per periode



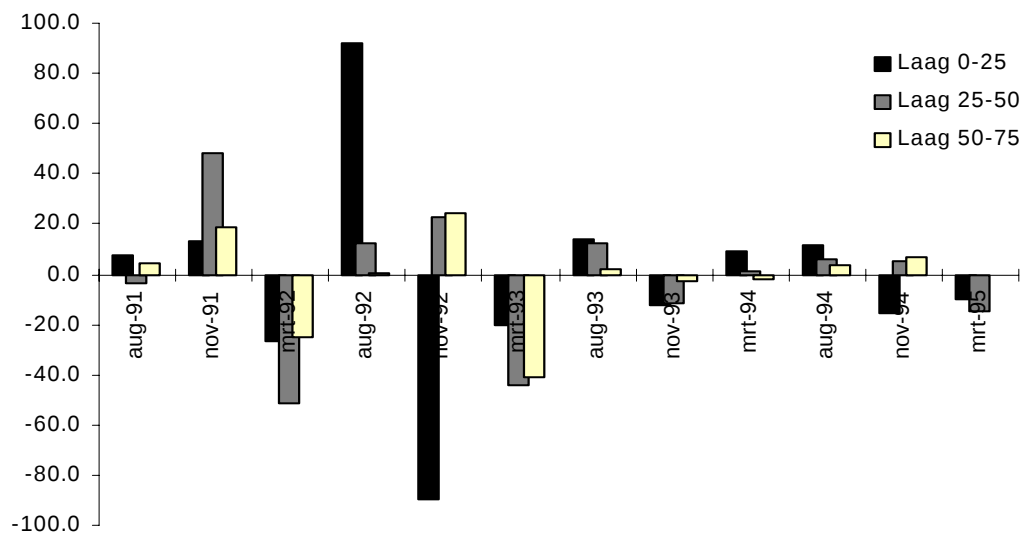
Er blijkt geen enkel verband te bestaan tussen de N-min toe- of afname van de verschillende lagen. Een afname in de laag 0-25 cm (bijv. in mrt '92) leidde niet tot een toename in de laag 25-50 of 50-75. Hierdoor is de (verticale) stroom van N-min door de bodemlagen niet op deze manier te volgen. Ook is er niet altijd sprake van een afname tijdens de winterperiode (periode nov - maart; staat onder mrt in de grafiek). In de periode november 1993 tot maart 1994 is er zelfs sprake van een lichte toename van de N-min voorraad. In de winterperiodes van november 1991 tot maart 1992 en van november 1992 tot maart 1993 is wel sprake van een sterke afname van de N-min voorraad in alle lagen. Bij deze afname was in november steeds sprake van vrij hoge N-min voorraden (> 100 kg N-min/ha in de laag 0-75 cm-mv).

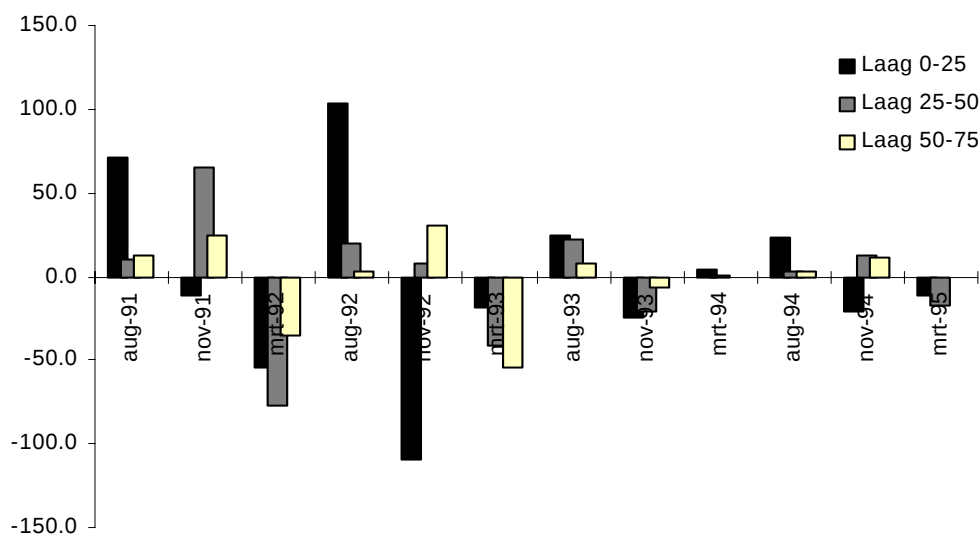
De data per laag afzonderlijk zijn weergegeven in bijlage 7, in tabelvorm.

Per N-regime apart wordt de toe- of afname per laag weergegeven in figuur 11 t/m figuur 13.

Figuur 11 Toe- en afname N-min voorraad per laag per periode bij het 200 N-regime

Figuur 11 van het 200 N regime geeft ongeveer hetzelfde beeld als figuur 10 van alle N-regimes samen. Alleen in de periode augustus tot november 1992 en de periode augustus tot november 1994 heeft een daling van de N-min voorraad in de laag 0-25 een stijging in de lagen 25-50 en 50-75 tot gevolg.

Figuur 12 Toe- en afname N-min voorraad per laag per periode bij het 300 N-regime

Figuur 13 Toe- en afname N-min voorraad per laag per periode bij het 400 N-regime

Ook het 300 N- en het 400 N-regime wijken niet af van het gemiddelde van alle N-regimes. Hier is ook geen duidelijke toename van N-min in de onderste lagen waar te nemen bij een afname in de laag 0-25 cm-mv. Het N-regime heeft geen duidelijke invloed op het verloop van de N-min voorraden in de verschillende bodemlagen.

3.3.2 Statistische analyse N-min bodem

Bij de statistische analyse is alleen gekeken naar hoofdeffecten (N-regime, maaien vs. weiden en opstaldatum) Op basis van een "vooranalyse (per bemonsteringstijdstip: maart, augustus en november) is gekozen voor een analyse op basis van de N-min veranderingen in de perioden maart-augustus, augustus-november en november-maart. Uit de analyse op de bemonsteringstijdstippen kon geen conclusie worden getrokken, door de grote individuele spreiding van de gevonden waarden.

Daarom is in eerste instantie gekeken naar verschillen binnen de deelseizoenen (maart-augustus, augustus-november en november-maart) De analyse is uitgevoerd op LOG-schaal (natuurlijk logaritme) De resultaten van de analyse worden gepresenteerd in tabel 12 en de effecten in tabel 13.

Tabel 12 Statistische analyse (mate van significantie) N-min op logschaal als gemiddelde van de jaren 1991-1995 voor 3 perioden en 3 lagen + totaal van alle lagen

Beh	Laag Tijd	0-25			25-50			50-75			0-75		
		mrt- aug	aug- nov	nov- mrt	mrt- aug	aug- nov	nov- mrt	mrt- aug	aug- nov	nov- mrt	mrt- aug	aug- nov	nov- mrt
Nreg		***	**		***	~		*		**	***	*	
W_M		**	~			*							
W-int		*	***		~	*					**	**	
B-int				~									
LSD ¹⁾	Nreg	0.30	0.31	0.25	0.29	0.31	0.42	0.45	0.41	0.36	0.23	0.26	0.26
	obj.	0.46	0.48	0.38	0.44	0.48	0.65	0.69	0.63	0.56	0.36	0.41	0.39

N-reg = effect N-regime

W-M = weiden versus maaien

W-int = beweidingsintensiteit (al dan niet eerder opstallen)

B-int = het al dan niet bemesten van de voederwinningssnede in het najaar

Uit de analyse blijkt dat:

Het N-regime (Nreg) in alle perioden een significant effect heeft op de verandering van de hoeveelheid N-min, waarbij het effect in de winter (nov-mrt) het kleinst is (alleen significant in de laag 50-75)

De veranderingen in de laag 0-25 het sterkst significant zijn, gevolgd door de laag 25-50; in de laag 50-75 treden geen veranderingen in de hoeveelheid N-min op die het gevolg zijn van de aangelegde behandelingen met verschil in beweidsintensiteit.

Er een significant effect van de beweidsintensiteit (W-int) is op de verandering van de N-min voorraad in de laag 0-25 en 0-75.

Het effect van alleen maaien (W-M) treedt vooral op in de periode maart-augustus; maaien heeft echter geen significant effect op de verandering van de minerale voorraad in de winter.

Het al dan niet bemesten van een voederwinningsnede (B-int) in de herfst heeft geen enkel effect op de verandering van de N-min voorraad, slechts in de periode nov-mrt is er een aanwijzing in de laag 0-25

In welke richting de veranderingen wijzen wordt weergegeven in tabel 13, door per laag en per tijdvak de veranderingen van de hoeveelheid N-min op log-schaal weer te geven. Daar zich in de laag 50-75 nauwelijks significante verschillen voordoen is i.v.m. de overzichtelijkheid van de tabel deze laag niet weergegeven.

Tabel 13 Verschillen N-min (logschaal) bij 3 N-regimes en 7 behandelingen als gemiddelde van de jaren 1991-1995 weergegeven voor 3 perioden en 2 lagen + totaal alle lagen

Laag tijdvak	0-25			25-50			0-75		
	mrt-aug	aug-nov	nov-mrt	mrt-aug	aug-nov	nov-mrt	mrt-aug	aug-nov	nov-mrt
Nreg 200	0.489 ^a	-0.317 ^a	-0.675	0.117 ^a	0.510 ^b	-1.131	0.299 ^a	0.021 ^b	-0.808
300	0.809 ^b	-0.650 ^b	-0.644	0.606 ^b	0.281 ^{ab}	-1.267	0.687 ^b	-0.158 ^a	-0.924
400	1.125 ^c	-0.908 ^b	-0.800	0.862 ^b	0.119 ^a	-1.383	1.041 ^c	-0.326 ^a	-1.059
W 1_Nov	0.477 ^a	-0.022 ^a	-0.884	0.121 ^a	0.455 ^{ab}	-0.950	0.279 ^a	0.211 ^b	-0.857
2_Okt	0.955 ^b	-0.632 ^b	-0.807	0.634 ^b	0.657 ^b	-1.667	0.785 ^b	-0.070 ^{ab}	-1.030
3_Sep ⁺	1.081 ^b	-0.784 ^b	-0.743	0.621 ^b	0.344 ^{ab}	-1.380	0.789 ^b	-0.151 ^{ab}	-0.974
4_Sep	0.988 ^b	-0.752 ^b	-0.659	0.588 ^b	0.379 ^{ab}	-1.433	0.777 ^b	-0.125 ^{ab}	-1.027
5_Aug ⁺	1.133 ^b	-1.053 ^b	-0.620	0.573 ^b	0.199 ^{ab}	-1.271	0.911 ^b	-0.448 ^a	-0.930
6_Aug	0.819 ^{ab}	-0.787 ^b	-0.604	0.591 ^b	0.105 ^a	-1.124	0.686 ^b	-0.323 ^a	-0.796
M 7_Maai	0.408 ^a	-0.345 ^{ab}	-0.628	0.565 ^b	-0.015 ^a	-0.997	0.503 ^{ab}	-0.174 ^{ab}	-0.897

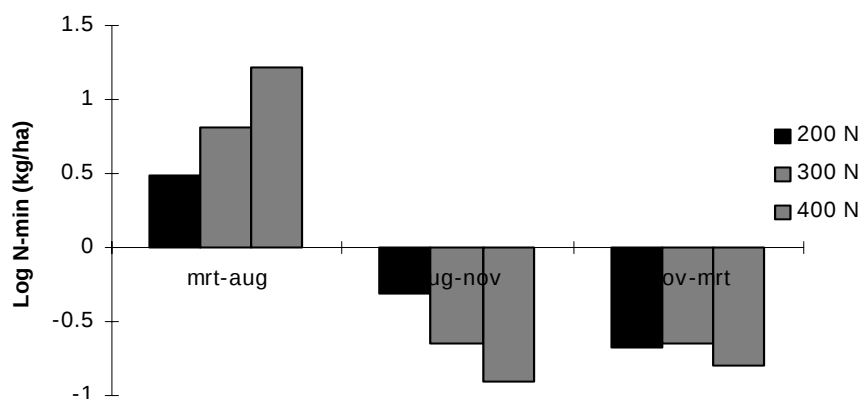
In het algemeen (waarbij geen onderscheid wordt gemaakt tussen N-regime en objecten) is in de periode maart-augustus altijd sprake van een toename van de N-min voorraad en in de periode november maart van een afname. Dit geldt voor alle lagen. In de periode augustus-november is sprake van een afname in de laag 0-25 en een toename in de laag 25-50 en 50-75 (laatste staat niet in de tabel) De toename in lagen 25-50 en 50-75 is echter kleiner dan de afname in de laag 0-25, hetgeen resulteert in een afname in de totale laag 0-75 cm.

N-regime

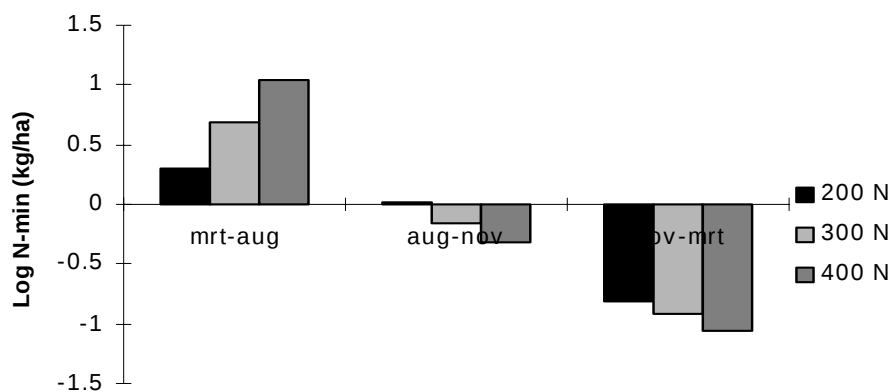
Uit tabel 13 blijkt dat een lager N-regime leidt tot een kleinere verandering van de N-min voorraad. In de periode maart-augustus blijft de opbouw van de voorraad N-min bij 200 N significant lager dan bij de andere N-regimes. Dit geldt voor alle lagen. In de periode augustus-november is dit weer het geval, waarbij echter laagverschillen optreden. In de laag 0-25 is sprake van een geringe afname, in de laag 25-50 is de toename echter significant hoger dan bij de andere N-regimes, hetgeen resulteert in een (significant) lichte toename in de laag 0-75 t.o.v. een afname bij de andere regimes. Maar ook hier weer is sprake van het kleinste verschil in voorraad bij het 200 N-regime

In de grafische weergave van de veranderingen in figuur 14 voor de laag 0-25 en figuur 15 voor de laag 0-75 zijn de beschreven punten duidelijk te zien.

Figuur 14 Veranderingen N-min voorraad (op logschaal) in de perioden maart-aug, aug-nov en nov-maart (gemiddelde over de jaren 1991-1994) als gemiddelde van de behandelingen voor de laag 0-25 cm-mv



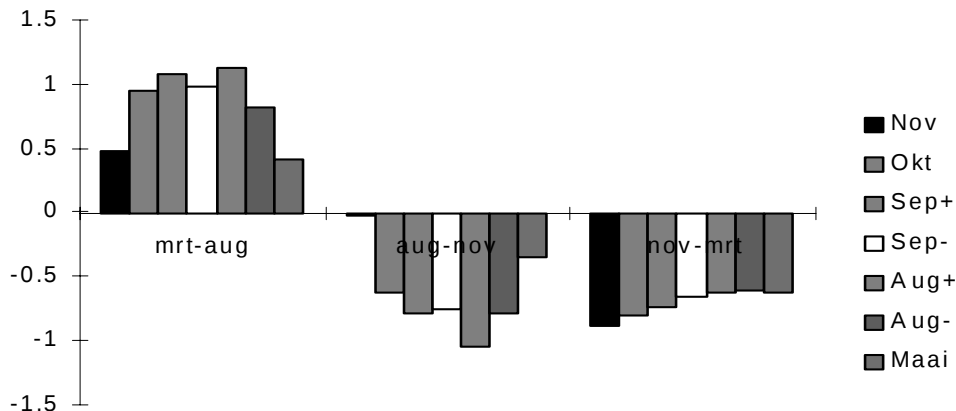
Figuur 15 Veranderingen N-min voorraad (op logschaal) in de perioden maart-aug, aug-nov en nov-maart (gemiddelde over de jaren 1991-1994) als gemiddelde van de behandelingen voor de laag 0-75 cm-mv



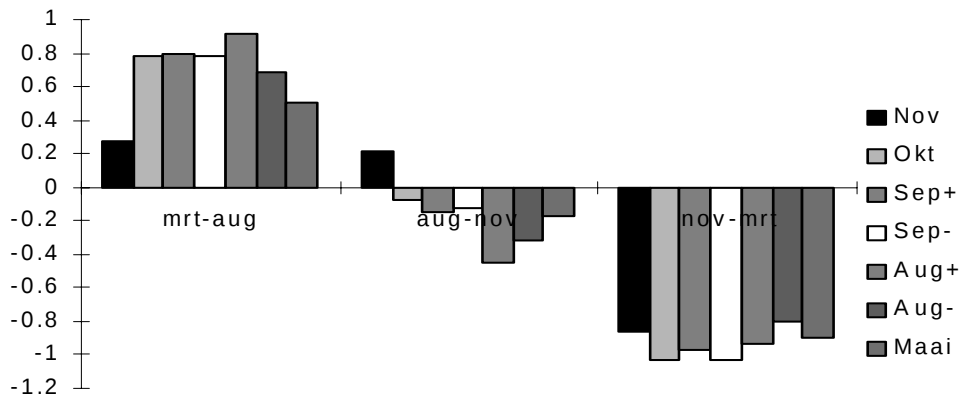
Gebruik

De veranderingen van de N-min voorraad per object wordt weergegeven in figuur 16 voor de laag 0-25 en in figuur 17 voor de laag 0-75. Beschrijving per object is beter te doen aan de hand van de figuren daar zowel het verschil Maaien>Weiden (code W_M) als de verschillen tussen de beweide objecten (code W_int) en de verschillen tussen de al dan niet voor voederwinning in het najaar bemeste objecten (B-int) bekeken moeten worden.

Figuur 16 Veranderingen N-min voorraad (op logschaal) in de perioden maart-aug, aug-nov en nov-maart (gemiddelde over de jaren 1991-1994) als gemiddelde van de 3 N-niveaus voor de laag 0-25 cm-mv



Figuur 17 Veranderingen N-min voorraad (op logschaal) in de perioden maart-aug, aug-nov en nov-maart (gemiddelde over de jaren 1991-1994) als gemiddelde van de 3 N-niveaus voor de laag 0-75 cm-mv



- Maaien vs. Weiden:

Uit figuur 16 blijkt duidelijk dat de voorraadverandering onder maaioomstandigheden in de laag 0-25 in de periode maart-augustus duidelijk lager is dan (de gemiddelde) voorraadverandering bij de beweide objecten. In de laag 0-75 is de verandering bij maaien ook lager maar het verschil is niet significant, hetgeen veroorzaakt wordt door de kleine verandering bij object 1_Nov. In de periode augustus-november is de verandering onder maaioomstandigheden ook kleiner dan de (gemiddelde) verandering onder beweiding. In de winterperiode is geen sprake van een verschil in verandering tussen maaien en weiden.

- Beweidingsintensiteit

Bij analyse van de beweidingsintensiteit is alleen gekeken naar verschillen tussen de objecten 1_Nov t/m 6_Aug⁺ (de beweide objecten). Opvallend is het grote verschil (significant) in de N-min voorraadverandering tussen het object 1_Nov en de overige objecten in de perioden maart-augustus en augustus-november (in de laatste periode is het verschil tussen 1_Nov en de objecten 2_Okt, 3_Sep⁺ en 4_Sep⁻ de laag 0-75 niet significant).

Vooraf in de periode waarin de proefverschillen zijn aangelegd (augustus-november) blijkt er bij object 1_Nov sprake te zijn van een toenemende N-min voorraad terwijl de voorraad bij de overige objecten juist afneemt. Ook is hierbij duidelijk waarneembaar dat de voorraad sterker afneemt, naarmate er eerder wordt uitgeschaard.

- Bemestingsintensiteit

Bij de bemestingsintensiteit wordt gekeken naar verschillen in verandering van de N-min voorraad tussen de objecten 3_Sep⁺ en 5_Aug⁺ enerzijds en de objecten 4_Sep⁻ en 6_Aug⁻ anderzijds. Ondanks dat de verschillen nergens significant zijn, blijkt uit de figuren dat de voorraadverandering bij de bemeste objecten 3_Sep⁺ en 5_Aug⁺ steeds groter is dan bij de niet bemeste objecten 4_Sep⁻ en 6_Aug⁻ (uitgezonderd in de laag 0-75 in de periode november-maart bij de objecten Sep⁺).

Nitraat in grondwater

Tijdens de vier proefjaren en bij afsluiting van de proef zijn door het RIVM per proefjaar monsters genomen van het grondwater (zie paragraaf 2.6 Grond en grondwaterbemonstering). In dit grondwater is o.a. het $\text{NO}_3\text{-N}$ gehalte bepaald. De resultaten van deze analyse staan weergegeven in tabel 14.

Tabel 14 $\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/l) bovenste grondwater in de jaren 91-95 bij 3 N-regimes

Jaar Nregime	1_Nov	2_Okt	3_Sep ⁺	4_Sep ⁻	5_Aug ⁺	6_Aug ⁻	7_Maai	Gem.	Gem. per jaar
1991 200 N	101	102	37	114	48	126	80	87	84
300 N	125	87	10	77	106	71	82	80	
400 N	114	54	85	54	98	118	75	85	
1992 200 N	85	63	34	60	36	85	48	59	62
300 N	62	85	18	82	58	41	20	52	
400 N	78	59	87	56	101	78	71	76	
1993 200 N	45	40	20	40	26	43	26	34	45
300 N	53	78	1	47	45	26	13	38	
400 N	68	65	79	46	76	53	44	62	
1994 200 N	9	5	56	9	32	3	1	16	15
300 N	7	12	2	37	8	1	1	10	
400 N	20	15	33	24	27	7	3	18	
1995 200 N	19	5	24	16	19	8	2	13	11
300 N	6	22	4	15	10	1	1	8	
400 N	19	19	16	17	9	3	1	12	
Gemiddeld	34	47	34	46	47	44	31	41	

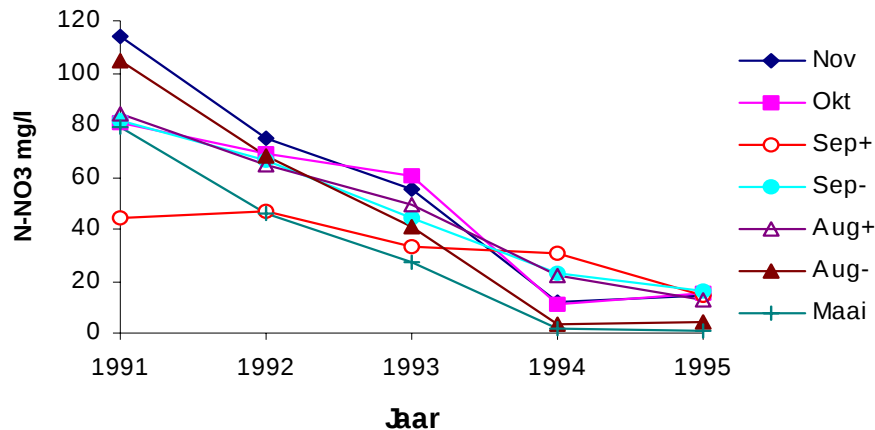
De gevonden waarden in 1991 geven de uitgangssituatie aan het begin van de proef weer. De verschillen worden veroorzaakt door de natuurlijke spreiding. De gevonden hoeveelheden stikstof in het grondwater zijn voor het gehele proefperceel erg hoog. De norm waaraan drinkwater moet voldoen bedraagt 50 mg

$\text{NO}_3\text{-N/l} = 11 \text{ mg N/l}$.

De gevonden uitgangswaarden zijn op het 200 N subperceel het hoogste, maar niet significant verschillend van 300 en 400 N. Er is geen duidelijk effect waar te nemen van een het tijdstip van uitscharen op de hoeveelheid N in het grondwater. Dit geldt voor alle regimes. Wel is de concentratie N bij het object 7_Maai bijna altijd het laagst. De hoeveelheid N bij Sep⁺ is bij het 200 N en het 300 N regime steeds duidelijk lager dan de andere beweidde objecten. Dit wordt vooral veroorzaakt door de lagere beginwaarde in 1991. Dit is niet veroorzaakt door de aangelegde behandeling, daar de eerste bemonstering in maart 1991 heeft plaatsgevonden, voor aanvang van de proef.

Er is wel een duidelijk jaareffect waar te nemen. Vanaf 1993 neemt de hoeveelheid N in het grondwater sterk af en blijft in 1994 en 1995 op een veel lager peil (onder de 40 mg N/l), bij alle objecten. In 1992 en 1993 is er sprake van een redelijk verschil tussen de gemiddelde hoeveelheid N/l bij enerzijds het 200 en 300 N regime en anderzijds het 400 N regime. Na de sterke daling van de hoeveelheid N in 1993 is dit verschil geheel verdwenen. Er is geen aanwijsbaar verschil in het verloop over de jaren tussen de verschillende gebruiken. Het verloop wordt grafisch weergegeven als gemiddelde van de drie N-niveaus in figuur 18.

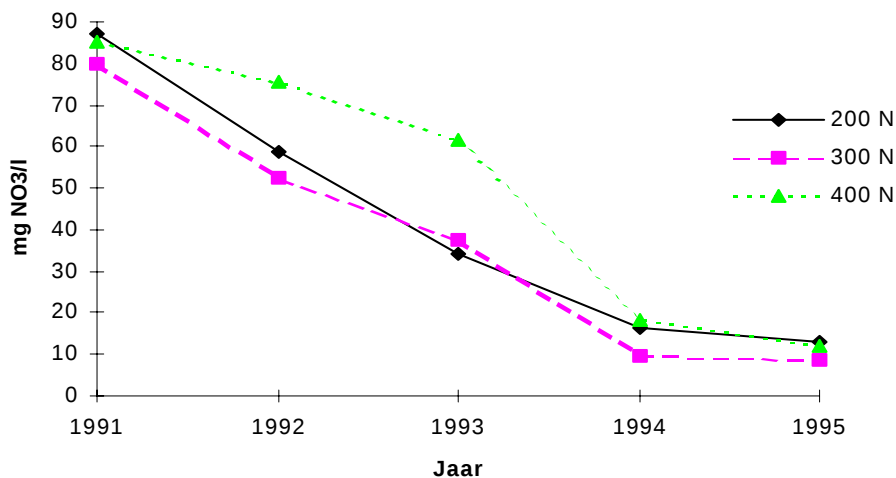
Figuur 18 Verloop $\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/l) per gebruiksbehandeling in bovenste grondwater als gem. van 200, 300 en 400 N in de jaren 1991-1995



In figuur 18 is duidelijk te zien dat in 1993 een sterke daling plaatsvindt van de hoeveelheid N, bij alle objecten en dat dit lagere peil vanaf 1994 gehandhaafd blijft.

Het verloop als gemiddelde van alle behandelingen per N-regime is weergegeven in figuur 19.

Figuur 19 Verloop $\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/l) per N-regime in het bovenste grondwater in de jaren 1991-1995 als gemiddelde van de gebruiksbehandelingen



Uit figuur 19 blijkt dat bij het 200 en 300 N niveau de afname in het eerste proefjaar (1991) al vrij sterk is. Bij het 400 N-niveau is de afname pas erg sterk in 1993. In het voorjaar van 1994 is de concentratie $\text{NO}_3\text{-N}$ bij alle N-niveaus weer gelijk geworden.

Statistische analyse

In tegenstelling tot de grondmonsters die drie keer per jaar zijn genomen zijn de grondwatermonsters één keer per jaar genomen. Toch is hier voor dezelfde analysemethode gekozen als voor de grondmonsters, waarbij nu is gekeken naar verandering op jaarniveau. Daar er toch nog grote verschillen waren in de uitgangssituatie is ook hier gekozen voor een analyse op log-schaal, waarbij is gekeken naar een effect van het N-niveau, maaïen vs. weiden (W_M), de beweidingintensiteit (W-int) en het al dan niet bemesten van een voederwinningsobject (B-int). Om het overzicht zo compleet mogelijk te houden zijn de resultaten in tabel 15 zowel per jaar weergegeven, als over de gehele proefperiode.

Tabel 15 Analyseresultaten NO₃-N veranderingen per jaar in bovenste grondwater

Beh.	Jaar	1992-1991	1993-1992	1994-1993	1995-1994	Gem. proef
Nniveau						
W_M		~		*		**
W-int						
B-int						
LSD ¹⁾ Nreg		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
obj.		0.469	n.s.	1.739	n.s.	0.337

Uit de analyse blijkt dat het N-niveau op jaarbasis geen invloed heeft op de verandering van het nitraatgehalte in het grondwater. Dit is zelfs in geen enkel individueel jaar gebleken.

In het grondwater is echter tevens de Cl⁻ concentratie bepaald. De N/Cl verhouding is een goede graadmeter voor de milieubelasting met N. De Cl-aanvoer is nl. een vrij constante factor in verhouding tot de N. Bij een groter wordende verhouding is de N-belasting groter.

Er blijkt een trend te bestaan dat de N/Cl verhouding in de loop van 1991-1995 sterker afneemt bij het 200 N niveau dan bij het 400 N niveau. Dit geeft een aanwijzing dat de N-belasting bij 400 N hoger is dan bij 200 N, alhoewel dit niet statistisch betrouwbaar is aangetoond.

Het enige effect dat invloed heeft op de verandering van het nitraatgehalte is maaien. Uit de totale proef is een significant verschil gevonden in de verandering van de hoeveelheid nitraat, hetgeen vooral veroorzaakt is in de jaren 1991 en 1993. Er is geen effect waargenomen bij een vervroegd uitscharen. Ook is er geen effect waargenomen van het al dan niet bemesten van de voederwinningsnede in het najaar op de nitraatverandering. De veranderingen op log-schaal zijn weergegeven in tabel 16.

Tabel 16 NO₃-N veranderingen bovenste grondwater op logschaal in de jaren 1991-1995

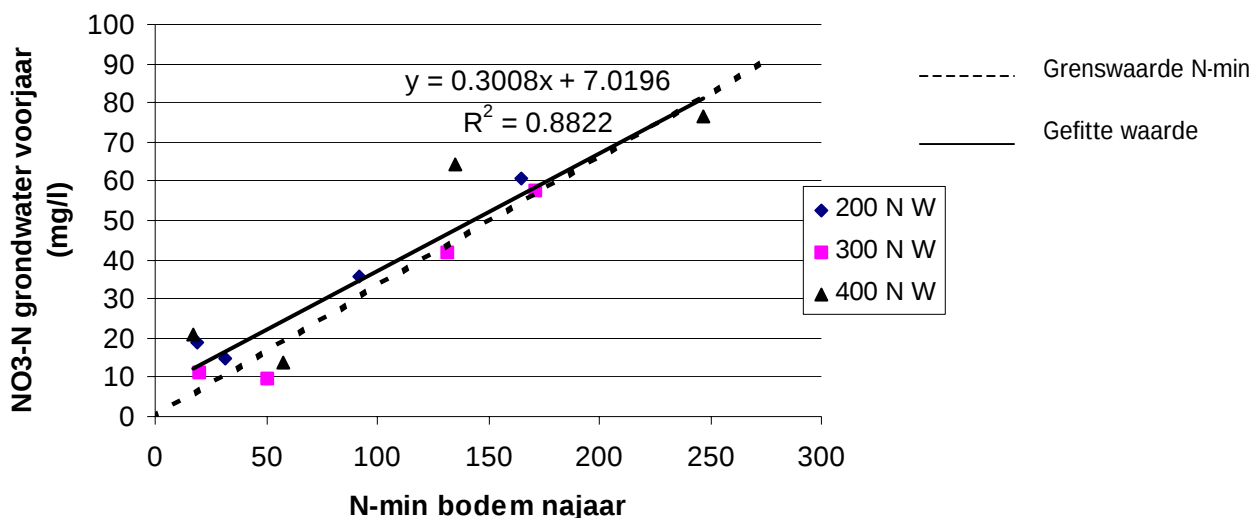
Jaar	1992-1991	1993-1992	1994-1993	1995-1994	gem. proef
Nniveau 200	-0.492	-0.683	-1.271	0.244	-0.550
300	-0.440	-0.745	-2.040	0.471	-0.689
400	-0.169	-0.184	-1.459	-0.263	-0.519
Obj. 1_Nov	-0.330	-0.275	-1.884	0.302	-0.547 ^b
2_Okt	-0.271	-0.083	-1.680	0.016	-0.505 ^b
3_Sep ⁺	-0.005	-0.855	-0.230	-0.133	-0.306 ^b
4_Sep ⁻	-0.390	-0.635	-0.019	-0.106	-0.288 ^b
5_Aug ⁺	-0.386	-0.528	-1.077	-0.107	-0.524 ^b
6_Aug ⁻	-0.492	-0.684	-3.326	0.902	-0.900 ^b
7_Mai	-0.711	-0.699	-2.914	0.182	-1.035 ^a

Relatie N-min bodem en nitraatconcentratie grondwater

De hoeveelheid N-min die in het najaar in het bodemprofiel aanwezig is, is gevoelig voor uitspoeling naar het grondwater. De relatie N-min najaar en nitraatconcentratie van het grondwater in de daar op volgende zomer is weergegeven in de volgende twee figuren. Er is onderscheidt gemaakt tussen beweide en alleen gemaaide objecten.

De relatie tussen Nmin bodem en nitraat-N in het grondwater is voor de beweide objecten (objecten 1 t/m 6) weergegeven in figuur 20. De punten zijn het gemiddelde van alle weideobjecten echter per jaar weergegeven (n=12; 4 jaren en 3 N-niveaus) In figuur 20 zijn middels markering met losse punten de drie N-niveaus eveneens weergegeven. Ook is de r² en de lineaire relatie weergegeven. De gestippelde lijn geeft het lineaire verband weer tussen het N-min gehalte in de bodem en het nitraatgehalte in het grondwater. Bij een N-min gehalte van 34 zal het nitraat-N gehalte exact 11.3 mg/l bedragen, bij een neerslagoverschot van 300 mm/jaar.

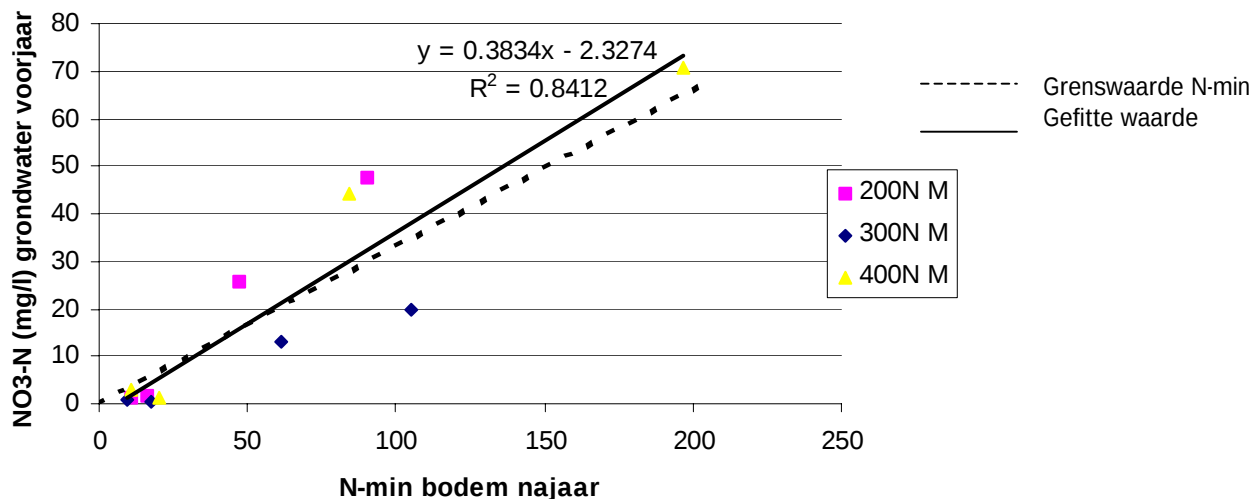
De N-min in het najaar blijkt een goede voorspelling te geven van de hoeveelheid nitraat-N in het grondwater in het daarop volgend voorjaar. Er blijkt geen duidelijk effect te bestaan van het N-niveau. Alleen de punten links van het N-min gehalte van 34 voldoen aan de nitraatrichtlijn. Deze punten behoren echter niet alleen bij het laagste N-niveau.

Figuur 20 Relatie N-min bodem najaar en NO₃-N grondwater in het daarop volgend voorjaar bij beweiding

Figuur 21 geeft het verband weer tussen de hoeveelheid N-min in de bodem in het najaar en de hoeveelheid nitraat-N in het grondwater in het daarop volgend voorjaar onder maaiomstandigheden (N= 12; 4 jaar en 3 N-niveaus). Het verband is evenals bij weiden duidelijk aanwezig, echter de r^2 is lager. Mogelijk wordt dit veroorzaakt door het kleiner aantal waarnemingen.

Opvallend is dat ook hier geen effect is van het N-niveau. Wel liggen procentueel meer punten op een lager nitraatniveau (6 van de 12)

Ook hier geeft de gestippelde lijn het lineaire verband weer tussen het N-min gehalte in de bodem en het nitraatgehalte in het grondwater.

Figuur 21 Relatie N-min bodem najaar en NO₃-N grondwater in het daarop volgend voorjaar bij alleen maaien

3.4 Kali-gehalten

Van de gestoken grondmonsters is naast het N-min gehalte in de jaren 1991 t/m juli 1993 ook het kaligehalte bepaald. Ook is in het voorjaar het kaligehalte in het grondwater bepaald. Het K-gehalte is bepaald in mg K₂O per 100 gram droge grond. De resultaten worden weergegeven in kg K₂O per hectare.

Om deze omrekening uit te kunnen voeren zijn enkele aannames gedaan, nl. een vochtpercentage van 20% en een dichtheid van 1.3 gram/cm³ voor de eerste 25 cm. Daar het organische stofgehalte van de lagen 25-50 en 50-75 niet gelijk is aan de laag 0-25 geldt voor deze lagen een andere dichtheid. Voor de laag 25-50 is de dichtheid op 1.45 gram/cm³ gesteld en voor de laag 50-75 cm op 1.6 cm³.

De bovenste laag is 25 cm dik en bevat $25 \times 10^8 \text{ cm}^3 \times 1.3 = 325 \times 10^7$ gram grond (per hectare) Dit is $325 \times 10^7 \times 0.8 = 260 \times 10^7$ gram droge grond per hectare.

Voor de andere lagen geldt dezelfde berekening met de bijbehorende dichtheden.

3.4.1 K-gehalte bodem

Voorjaar (maart)

In maart is de eerste bemonstering uitgevoerd, in 1991 is dit de uitgangssituatie. De resultaten van deze bemonstering van de totale grondlaag 0-75 cm-mv is weergegeven in tabel 17 voor de jaren 1991 t/m 1993. De afzonderlijke lagen zijn weergegeven in de bijlage 8.

Tabel 17 K₂O (kg/ha) in de laag 0-75 cm-mv gemeten in maart '91-'93

Object									
Nreg/Jaar	1_Nov	2_Okt	3_Sep ⁺	4_Sep ⁻	5_Aug ⁺	6_Aug ⁻	7_Maai	Gem.	Gem. per N
200 1991	1072	872	959	1107	1011	1066	707	971	
200 1992	832	716	771	826	765	716	542	738	796
200 1993	791	681	774	606	626	716	568	680	
300 1991	591	692	753	701	904	953	953	792	
300 1992	458	510	623	574	629	603	658	579	636
300 1993	536	452	513	484	548	545	678	537	
400 1991	794	829	933	872	904	959	814	872	
400 1992	603	635	719	826	884	661	574	700	710
400 1993	629	513	574	539	519	545	597	559	
Gem.	701	656	735	726	754	752	677	714	714

Net als voor de gevonden stikstofwaarden, geldt dat de verschillen in 1991 weer kunnen worden toegeschreven aan een natuurlijke spreiding. Het perceel is het verleden als één geheel gebruikt. Toch is de gevonden hoeveelheid K₂O op het 300 N blok significant lager dan op het 200 N blok. Hiermee zal in de analyse rekening worden gehouden. In 1991 blijken de K-hoeveelheden het hoogst van alle jaren. In het algemeen is er sprake van een dalende trend. Op het eerste gezicht lijkt er geen verschil te bestaan tussen de behandelingen. De K₂O hoeveelheden op het 200 N blok blijven het hoogst.

Zomer (augustus)

De berekende kalihoeveelheden in de zomer (augustus) zijn voor de totale laag 0-75 cm weergegeven in Tabel 18. De data van de afzonderlijke lagen staan weer in de bijlage 8.

Tabel 18 K₂O (kg/ha) in de laag 0-75 cm-mv gemeten in augustus 1991-1993

Object									
Nreg/Jaar	1_Nov	2_Okt	3_Sep ⁺	4_Sep ⁻	5_Aug ⁺	6_Aug ⁻	7_Maai	Gem.	Gem. per N regime
200 N 1991	634	579	631	556	689	670	495	608	
200 N 1992	803	762	771	574	739	719	516	698	642
200 N 1993	629	852	655	574	539	548	539	619	
300 N 1991	366	414	440	414	498	605	582	474	
300 N 1992	510	643	733	649	600	594	635	623	539
300 N 1993	345	539	559	458	577	513	646	520	
400 N 1991	495	530	547	631	628	628	388	550	
400 N 1992	574	603	765	762	861	835	493	699	598
400 N 1993	487	487	464	510	765	525	571	544	
Gem.	538	601	618	570	655	626	541	593	593

Gemiddeld zijn de kalihoeveelheden in augustus 1992 het hoogst. Dit geldt voor alle regimes. Er is weinig verschil tussen de objecten, maar ook is er weinig verschil tussen de regimes. Het object 7_Maai heeft niet duidelijk de laagste waarde.

Najaar (november)

De hoeveelheid K_2O per hectare in november voor de laag 0-75 cm-mv staat in tabel 19. Ook van dit meettijdstip zijn de data van de afzonderlijke lagen weergegeven in de bijlage 8. Vanaf november 1993 zijn de monsters niet meer op kali geanalyseerd.

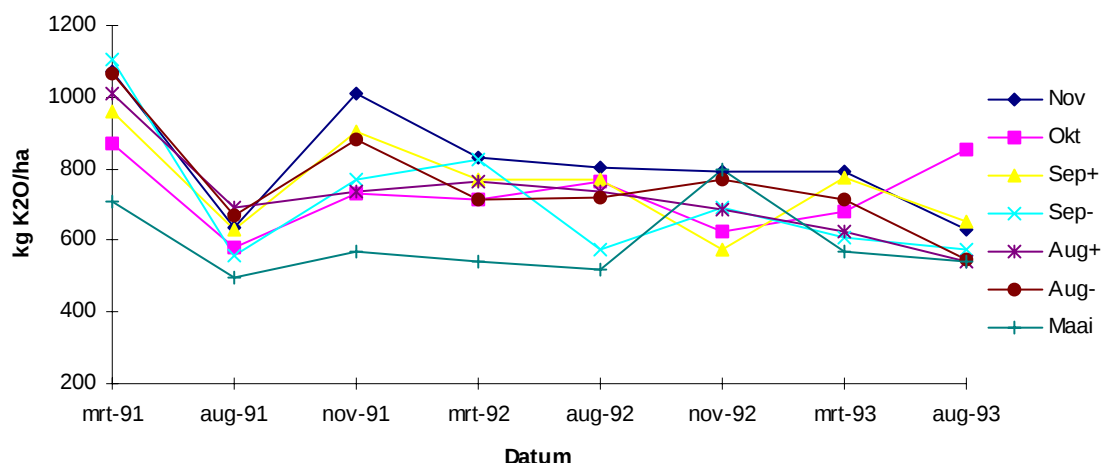
Tabel 19 K_2O (kg/ha) in de laag 0-75 cm-mv gemeten in november 1991-1992

Object Nregime/Jaar	1_Nov	2_Okt	3_Sep ⁺	4_Sep	5_Aug ⁺	6_Aug	7_Maai	Gem.	Gem. per N regime
200 N 1991	1011	733	904	768	736	881	751	826	766
200 N 1992	791	623	577	690	684	771	797	705	
300 N 1991	530	562	571	638	681	516	655	593	584
300 N 1992	403	565	507	594	571	629	750	574	
400 N 1991	597	649	794	762	739	797	597	705	653
400 N 1992	571	548	525	713	586	632	626	600	
Gem.	651	613	646	694	666	704	696	667	667

Op bijna alle weideobjecten is een daling in de hoeveelheid kali opgetreden in de periode 1991-1992. Dit geldt voor alle N-regimes. Alleen op het object 7_Maai is de hoeveelheid kali gestegen bij alle regimes.

Het kaliverloop tussen de verschillende meettijdstippen wordt per N-regime weergegeven in figuur 22 t/m figuur 24. Dit is het verloop in de laag 0-75 cm-mv.

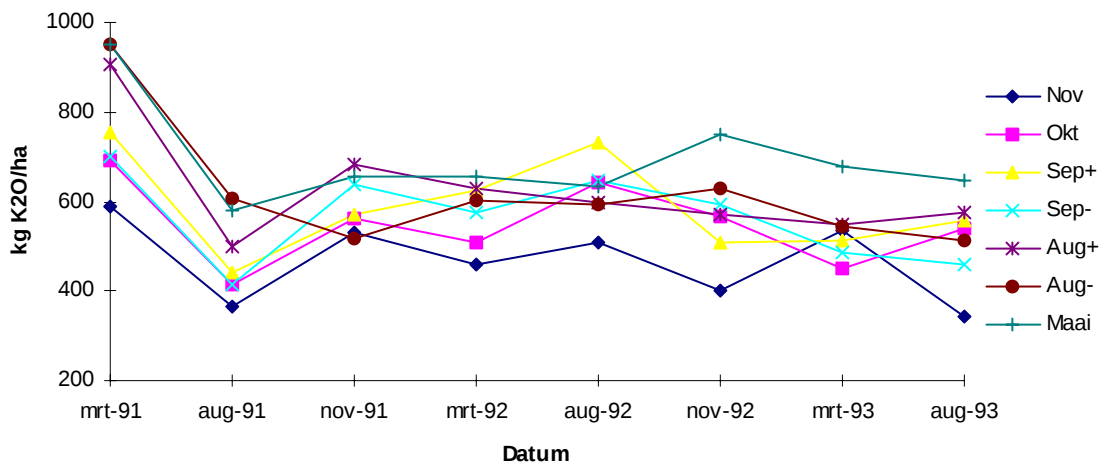
Figuur 22 Kaliverloop (kg K_2O /ha) in de laag 0-75 cm-mv bij een 200 N regime in de periode maart 1991-augustus 1993



In figuur 22 is te zien dat de uitgangswaarde van de hoeveelheid kali in maart 1991 vrij hoog was. In de periode maart-augustus 1991 is bij alle objecten een vrij sterke daling in de hoeveelheid kali opgetreden. De kalihoeveelheid bij object 7_Maai is vrijwel steeds het laagst. Dit wordt voor een groot deel veroorzaakt doordat de beginwaarde (maart '91) al op een lager peil lag. Het verloop bij 7_Maai verschilt niet van de andere objecten. Het verloop is bij alle objecten redelijk constant en verschilt niet. Alleen de laatst gemeten waarde bij object 2_Okt is in augustus '93 hoger dan bij de andere objecten.

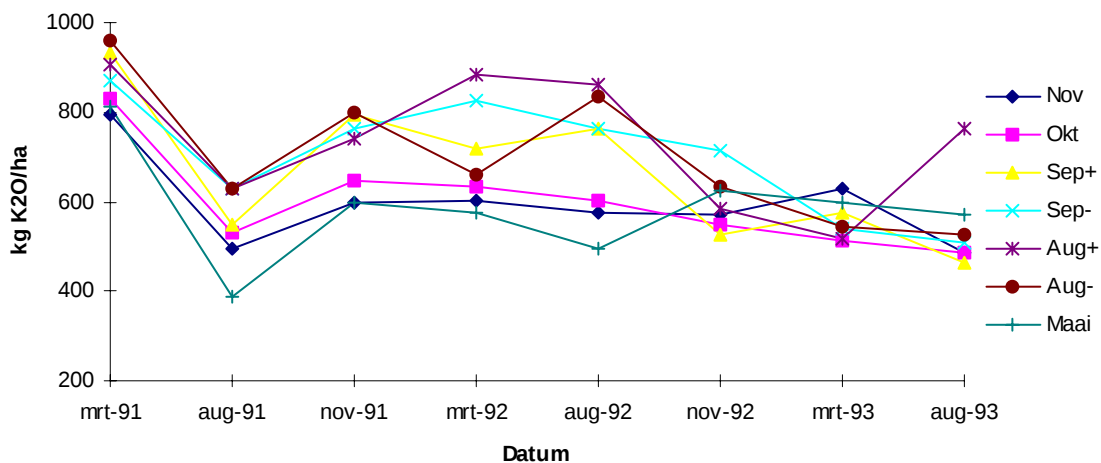
De hoeveelheid kali in de laag 0-75 cm-mv voor het 300 N regime wordt weergegeven in figuur 23.

Figuur 23 Kaliverloop (kg K₂O/ha) in de laag 0-75 cm-mv bij een 300 N-regime in de periode maart '91 - augustus '93



Ook bij het 300 N-regime valt de hoge beginwaarde op, gevolgd door een vrij sterke daling in de periode maart - augustus '91. Ook hier liggen alle objecten vrij dicht bij elkaar. In tegenstelling tot het 200 N-regime zijn de gevonden kali hoeveelheden bij het 7_Maai object hier juist aan de hoge kant. Het object met de langste beweiding (1_Nov) heeft hier gedurende de gehele meetperiode de laagste waarden. De hoeveelheid kali in de laag 0-75 cm-mv voor het 400 N regime wordt weergegeven in figuur 24.

Figuur 24 Kaliverloop (kg K₂O/ha) in de laag 0-75 cm-mv bij een 400 N-regime in de periode maart '91 - augustus '93



Ook bij het 400 N regime is het verloop in de periode maart '91 - november '91 gelijk aan het 200 en 300 N regime. In 1992 wijkt het verloop af van de andere regimes. De objecten met de langste beweidingduur (1_Nov en 2_Okt) en het maaioobject (7_Maai) hebben een lagere kali-hoeveelheid dan de overige objecten. In 1993 is er nauwelijks verschil tussen de objecten (op de hogere waarde van object 5_Aug* in augustus '93 na)

Over alle regimes gezien is er geen sprake van een duidelijk effect van een bepaalde behandeling op de hoeveelheid kali of het verloop van de hoeveelheid kali in de laag 0-75 cm-mv. Toch schommelt de kalihoeveelheid globaal tussen de 500 en 900 kg K₂O per hectare. Dit is toch een vrij grote schommeling, maar wordt niet veroorzaakt door de aangelegde behandeling. Ook is er geen invloed aangetoond van het N-regime op de hoogte dan wel op het verloop van de hoeveelheid kali.

3.4.2 Statistische analyse kali bodem

Voor de analyse van kali is dezelfde wijze toegepast als voor N-min. De analyse is dus uitgevoerd op log-schaal, waarbij de verschillen per periode geanalyseerd zijn. Hierbij zijn de jaren samengevoegd. De analyse van de periode maart-augustus is gebaseerd op gegevens van 3 jaar (1991 t/m 1993) de overige perioden op 2 jaar (1991 en 1992)

De analysegegevens staan in tabel 20.

Tabel 20 Analyse verandering hoeveelheid K₂O (log-schaal) per laag per periode van de jaren 1991-1993 (1992)

Beh	Laag Tijd	0-25			25-50			50-75			0-75		
		mrt- aug	aug- nov	nov- mrt	mrt- aug	aug- nov	nov- mrt	mrt- aug	aug- nov	nov- mrt	mrt- aug	aug- nov	nov- mrt
Nreg													
W_M			**			*		~				**	
W-int			~				~			*			
B-int				~					~	~		*	~
LSD ¹⁾	Nreg	0.14	0.18	0.11	0.15	0.14	0.18	0.15	0.22	0.09	0.11	0.10	0.09
	obj.	0.21	0.28	0.17	0.22	0.21	0.27	0.24	0.34	0.14	0.17	0.15	0.14

Uit de analyse blijkt dat:

- N-niveau heeft geen invloed op veranderingen van de hoeveelheid kali in de bodem
- in de periode maart-augustus hebben de aangelegde behandelingen geen effect op de verandering van de hoeveelheid kali
- de invloed van maaien is significant op de ontwikkeling van de hoeveelheid kali in de periode augustus-november in de lagen 0-25, 25-50 en 0-75
- de beweidingintensiteit heeft een significante invloed op de kalivoorraad in de periode november-maart in de laag 50-75
- het al dan niet bemesten van de voederwinningssnede heeft een effect op de kalivoorraad in de periode augustus-november in de laag 0-75

Maaien heeft een stijgende voorraad kali in de periode augustus-november tot gevolg (tabel 20) Dit is waarschijnlijk veroorzaakt door het (over) bemesten van het maaiobject met kali-meststof.

In de periode november-maart stijgt de hoeveelheid kali in de laag 50-75 bij een toenemende beweidingduur, d.w.z. de langst beweidde objecten geven de grootste stijging.

Het effect van het al dan niet bemesten van een voederwinningssnede is onduidelijk en wordt waarschijnlijk veroorzaakt door een uitbijter in de waarnemingen, bij object 5_Aug⁺ waarbij een sterke daling van de kalivoorraad optreedt, zonder duidelijk aanwijsbare reden.

3.4.3 K-gehalte grondwater

De gevolgde bemonsteringsmethode is gelijk aan die van de N-min bepaling in het grondwater, beschreven in paragraaf 2.6 Grond- en grondwaterbemonstering. De resultaten van de kali-analyse van het bovenste grondwater in de jaren 1991 t/m 1995 staan in tabel 21.

Tabel 21 K (mg/l) bovenste grondwater in de jaren 91-95 bij 3 N-regimes

Jaar Nregime	1_Nov	2_Okt	3_Sep+	4_Sep-	5_Aug+	6_Aug-	7_Maai
1991 200 N	8.2	2.8	4.7	10.3	5.6	21.0	14.2
300 N	12.8	13.1	3.6	14.0	21.4	6.2	8.7
400 N	17.6	6.1	14.9	7.0	23.5	13.1	5.2
1992 200 N	14.6	7.6	15.8	18.0	13.7	28.5	21.5
300 N	21.5	24.8	8.6	20.9	29.1	14.4	12.7
400 N	27.7	15.2	33.9	24.7	51.2	17.2	10.3
1993 200 N	27.8	10.7	13.6	26.0	14.6	36.2	22.9
300 N	24.3	26.8	8.3	23.1	28.6	22.3	14.8
400 N	27.4	15.1	30.2	20.6	50.3	25.1	21.2
1994 200 N	29.2	5.8	14.8	14.6	12.8	17.4	23.1
300 N	26.9	18.6	7.4	19.8	20.9	10.5	13.9
400 N	21.3	11.2	24.6	20.1	12.6	22.9	15.7
1995 200 N	28.7	12.2	9.2	14.5	12.2	19.8	23.0
300 N	13.0	17.8	8.4	13.7	18.9	13.1	12.5
400 N	19.0	11.2	18.0	12.6	22.9	15.7	12.7

Er blijkt geen duidelijk verband tussen de hoeveelheid N op jaarbasis en de gevonden K-gehalten in het grondwater. De verschillen tussen het 200 N blok en het 300 N blok zijn klein. Het 400 N blok heeft in vier van de vijf jaren de hoogste gehalten. Tussen de objecten is de spreiding vrij groot. Er is geen enkel object dat duidelijk een hoger dan wel lager K-gehalte heeft dan de rest.

4 Discussie

Bij de uitvoering van beweiding vindt een belasting van het milieu plaats als de aanvoer van mineralen de afvoer overschrijdt. Tijdens de beweiding vindt aanvoer plaats van o.a. stikstof, kalium en fosfaat.

In dit onderzoek is vooral gekeken naar de effecten van beweiding op stikstofverliezen via de bodem en wel de minerale stikstof. In mindere mate is ook kalium in het onderzoek meegenomen.

De aanvoer van stikstof in deze proef vindt plaats door:

- weidende melkkoeien (versnelde terugkeer)
- kunstmest
- depositie

De afvoer vindt plaats door:

- begrazing/maaien
- uitspoeling
- denitrificatie

Daar de gehele proef op één perceel van ongeveer twee hectare plaatsvindt kan ervan worden uitgegaan dat de depositie op dit relatief kleine oppervlak voor alle behandelingen gelijk kan worden gesteld.

Opvallend aan de resultaten zijn de extreem hoge N-min gehalten in de bodem (en het grondwater) bij de start van de proef. De oorzaak kan niet worden gevonden in het verleden van het perceel. In 1989 en 1990 heeft op dit perceel eveneens een proefveld gelegen. Er is in die jaren een beweidingsproef uitgevoerd. Slechts in het voorjaar is drijfmest gegeven (25 m³). De rest van de stikstof is aangevoerd met kunstmest. De totale jaargift bedroeg 360 kg werkzame N. Vanaf eind augustus 1990 is niet meer beweide, alleen gemaaid.

Mogelijk kan het weer van invloed zijn geweest. Alhoewel de periode augustus 1990 tot maart 1991 over het algemeen droog was, was dit niet zo extreem dat de hoge gehalten hieruit volledig kunnen worden verklaard. De weersomstandigheden, de hoeveelheid neerslag en de referentie gewasverdamping over de periode augustus 1990 tot april 1991 is weergegeven in tabel 22.

Tabel 22 Weeroverzicht periode augustus 1990- april 1991

Maand en weer	Neer slag mm	Gem. neerslag (mm)	Ref. gewas Verd.	verschil
Augustus 1990: zonnig, zeer warm en droog	42.9	82	84.1	
September 1990: koel, somber en gemiddeld over het land nat	112.7	66	41.2	
Oktober 1990: zeer zacht, vrij droog en zonnig	43.1	60	29.7	
November 1990: zacht, somber en nat	116.1	69	8.9	
December 1990: zacht somber en droog	65.2	69	5.6	
Januari 1991: zonnig, vrij zacht en droog	39.8	60.1	9.1	
Februari 1991: koud, droog en zonnig	16.9	44.5	14.1	
Maart 1991: zacht en droog	17.1	46.8	39	
Totaal	453.8	497.4	231.6	222.2

Het totale neerslagoverschot over de periode augustus 1990 tot april 1991 bedroeg 222 mm.

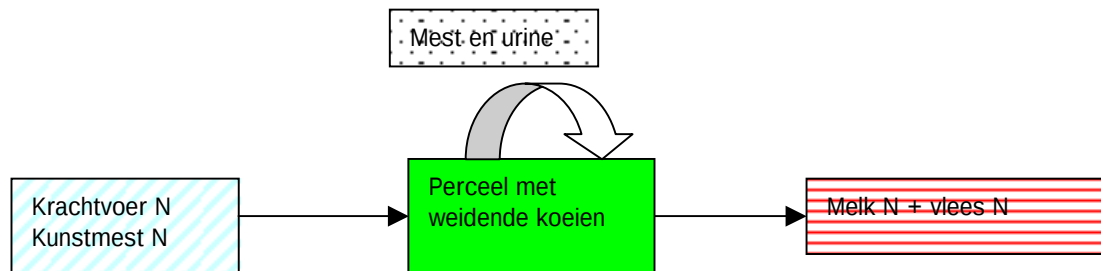
Effect van weersomstandigheden op waargenomen verschillen

De verschillen in toe- of afname in een periode hangen in grote mate samen met het neerslagoverschot dan wel neerslagtekort.

In figuur 1 en figuur 3 wordt duidelijk geschetst dat in alle perioden (op winter 93 na) met een neerslagtekort een toename van de hoeveelheid N-min plaatsvindt, terwijl in perioden met een overschot juist een afname van de voorraad plaatsvindt. Dit geeft aan dat het weer een veel grotere invloed heeft op de voorraadverandering dan een aangelegde behandeling (beweiding, N-gift).

Effect van de behandeling (object)

Tijdens de beweiding wordt stikstof in een snelle kringloop gebracht. De N-aanvoerposten zijn dierlijke mest en eventueel kunstmest. Indien alle N keurig verdeeld op het land zou worden gebracht, wordt deze stikstof omgezet in gras (waarbij N verloren gaat), dat vervolgens door de dieren wordt opgenomen. Deels komt de N tijdens beweiding weer op het perceel terug. Deels zal dit worden afgevoerd met vlees en melk.



Grofweg is op perceelsniveau de aanvoer met krachtvoer + kunstmest – verlies (o.a. denitrificatie) ongeveer gelijk aan de N-afvoer met vlees en melk. Helaas zijn tijdens de proef geen N bepalingen in het gewas en de mest gedaan, waardoor het niet mogelijk is een N-balans weer te geven.

Daar er bij beweiding piekbelastingen optreden in de vorm van mestflatten en vooral urineplekken, vinden op deze plekken extra verliezen plaats. Hoe langer de beweiding in het najaar doorgaat, hoe groter de piekbelasting en daarmee de (N)verliezen worden.

Daarbij komt ook nog dat de groei van het gras in deze periode wordt geremd door lagere temperaturen en een kortere periode van daglicht. Ook is de opname van gras in deze periode minder. Hierdoor zal een lang beweide object de grootste plaatselijke ophoping van stikstof geven. Op het meettijdstip in begin november zal bovendien een deel van de in september en oktober opgehoopte stikstof al verloren zijn gegaan in de vorm van denitrificatie en uitspoeling, waardoor de gemeten voorraadverandering bij de objecten Aug⁺, Sep⁺, en Okt in de periode augustus-november lager is dan bij object Nov.

T.o.v de beweide objecten vindt op het maaiobject geen piekbelasting plaats. De veranderingen in voorraad per periode zijn op de objecten die alleen gemaaid zijn niet significant verschillend van (het gemiddelde van) de weideobjecten. Wel ligt het absolute niveau van de N-min voorraad bij maaien lager dan bij weiden.

Effect van het N jaarniveau

Door de gekozen proefopzet is het verschil tussen de N-aanvoer en de N-afvoer op het 400 N blok ongeveer gelijk aan het 200 N blok (op het 400 N blok hebben meer koeien geweid). Op het eerste gezicht lijkt de N-belasting dus gelijk. De hogere veebezetting op het 400 N blok zal echter leiden tot een groter punt-belasting in de vorm van meer urineplekken.

Verloop binnen het jaar

In de periode maart-augustus is de gasproductie hoger dan in de periode augustus-november. Toch kan niet alle in de periode maart-augustus aangevoerde N worden benut, waardoor de voorraad minerale N in de bodem toeneemt (zie paragraaf 3.3). Dit vindt in alle jaren plaats. Door de hogere N-bemesting per snede en de hogere veebezetting is de N-aanvoer (puntbelasting) op het 400 N blok hoger geweest dan op het 200 N blok. Hierdoor is de toename van de N-voorraad in deze periode hoger bij een hoger N-niveau. Een deel van de gevormde voorraad zal in de tweede helft van het groeiseizoen alsnog door het gewas opgenomen worden (N-nawerking). De grote variatie in N-min gedurende de gehele proefperiode is opgetreden, kan veroorzaakt zijn door de bemonsteringsmethode: de ruimtelijke variatie is met name op de beweide percelen groot en de toegepaste methode van bemonsteren houdt hier onvoldoende rekening mee. De enige manier om dit op te vangen is door een gerichte bemonstering in en tussen de urineplekken uit te voeren (van der Putten, 1996). De verandering van de N-min voorraad in een periode hangt voor een groot deel af van de weersomstandigheden tijdens de periode, waarover het voorraadvverschil is bepaald. In 1991 is in de periode augustus-november de groei sterk geremd en door verbranding zelfs tijdelijk tot stilstand gekomen. Hierdoor is de benutting door het gras van de aangevoerde N laag gebleven, waardoor de N-min voorraad in 1991 in deze periode is toegenomen. De sterkste toename vond plaats bij het 200 N blok. Deze toename wordt echter vooral veroorzaakt door de relatief erg sterke toename bij het object 1_Nov.

In de andere jaren waren de groeiomstandigheden gunstiger en is de N-min voorraad in deze periode afgenomen, ondanks de beweidingen in deze periode. Bij een hoger N-niveau nam de voorraad sterker af, mogelijk als gevolg van een hogere startwaarde in augustus.

In de winterperiode vindt geen aanvoer plaats uit kunstmest en/of weidend vee, nauwelijks grasgroei en geen afvoer van gras. De afname in deze periode wordt dan ook veroorzaakt door verliezen via uitspoeling en denitrificatie (natte periode). In de periode november '93 tot maart '94 is sprake van een toename van de

hoeveelheid N-min. Mogelijk is hier stikstof gemineraliseerd door de relatief warme winter. Bovendien was de N-min voorraad begin november 1993 al erg laag door het natte groeiseizoen, waardoor een verdere afname bijna niet meer mogelijk was.

Periode augustus-november

In deze periode (de periode met de verschillen tussen de behandelingen) is alleen in de droge periode van 1991 sprake van een toename van de voorraad, in de andere jaren nam de voorraad af. Het afnemen van de voorraad in deze periode wordt veroorzaakt door:

opname door het vee maar vooral door maaien
N-bemesting vooral in de periode maart-augustus
denitrificatie
uitspoeling

Door toename van de voorraad N in de periode maart-augustus is er aan het begin van de periode augustus-november een redelijke voorraad aanwezig, die nog benut kan worden. Tijdens de periode augustus-november vindt nog wel aanvoer van stikstof uit kunstmest plaats, maar deze aanvoer stopt na half september. Op de langer beweidde objecten vindt dan nog wel terugkeer van N via mest en urine plaats, in de vorm van piekbelastingen die niet meer worden benut.

Op de objecten Aug* en Sep* vindt vanaf resp. eind juli en eind augustus geen aanvoer meer plaats van mest en urine. De voederwinningssnede neemt dus alleen stikstof op van de restvoorraad van begin augustus vermeerderd met de hoeveelheid N gestrooid op de "+" objecten. In verhouding tot de langer beweidde objecten ontstaan hier geen piekbelastingen en kan de aangevoerde N goed worden benut. Dit verklaart de sterkere afname bij de objecten Sep en Aug t.o.v. de objecten Okt en Nov (in 1991 was geen sprake van een afname; hier was wel sprake van een minder sterke toename)

Het object Nov laat in deze periode de geringste afname zien en in twee van de vier proefjaren zelfs een toename. Hier is duidelijk dat de terugkeer van mest en urine en de slechte verdeling de N-voorraad meer vergroten in verhouding tot de korter beweidde objecten. Dit is ook gevonden in Engels onderzoek met schapen (Tichen et. al. 1992) Er werd een reductie van 22 kg N-min/ha gevonden door de schapen twee maanden eerder op te stallen.

Vooral in jaren met een toename van de voorraad N-min bij object Nov in de periode augustus-november (1991 en 1993) neemt de voorraad in de winterperiode het sterkst af.

Het terugdringen van de verliezen (= een lagere N-min voorraad in november) kan dus bereikt worden door de laatste beweiding in november niet meer uit te voeren.

De effecten op het grondwater zijn niet significant aangetoond bij het verlagen van het N-niveau.

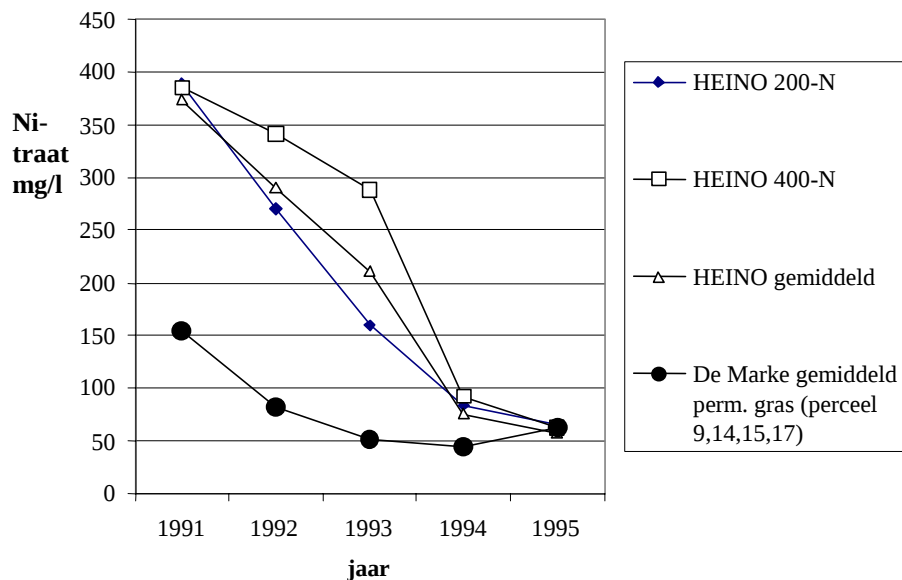
Bij een vergelijking van de weide-objecten kan geen conclusie worden getrokken. Dit heeft o.m. te maken met de grote spreiding. Zo zijn de gevonden waarden bij object 3_Sep* bij alle N-niveaus erg laag, zelfs al in de uitgangssituatie, terwijl dit object geheel willekeurig en per N-niveau niet op een vaste plek op het proefveld ligt. Ook zijn bij dit object geen storende lagen aangetroffen.

Wel blijkt een significant verschil te bestaan tussen maaien en weiden. Op het maaiobject vindt geen piekbelasting plaats met urine, waardoor de nitraatconcentratie van het grondwater onder maaionstandigheden niet zo snel kan oplopen als bij beweidde percelen het geval is.

Grondwater

Ook de NO₃-N gehalten van het grondwater waren bij aanvang van de proef erg hoog. Tijdens de proefjaren 1991-1995 zijn de gehalten sterk gedaald. Ook op andere locaties was deze trend zichtbaar.

Figuur 25 laat dit zien voor het verloop van het nitraat-N gehalte op de Marke. Ter vergelijking zijn de gegevens van Heino eveneens weergegeven. Doordat de beginconcentratie op de Marke niet zo extreem hoog was, is de daling veel minder sterk. Een directe oorzaak voor de hoge gehalten is niet aan te geven. Mogelijk dat het achterwege laten van drijfmestgiften en de relatief droge winter van 1990/1991 deze daling mede versterkt.

Figuur 25 Verloop nitraatgehalte grondwater op De Marke en Heino in de periode 1991-1995

Effecten op graslandbenutting en bedrijfsvoering

Daar bij het nemen van maatregelen om het milieu te ontlasten ook de economische kanten bekeken moeten worden is een analyse van de graslandbenutting noodzakelijk. Als de genomen maatregelen tot een te sterke opbrengstreductie dan wel kostenverhoging zouden leiden zijn ze voor de praktijk niet goed bruikbaar.

Door vervroegd op te stallen (waarbij de laatste beweiding begin oktober plaatsvindt) wordt het stalseizoen met ongeveer 4 weken verlengd. Dit heeft de volgende consequenties die in een voorbeeld zijn uitgewerkt voor een bedrijf met 50 melkkoeien:

1. In deze periode moet ruwvoer gevoerd worden (dan wel gras op stal)
Indien gras op stal wordt gevoerd, wordt wel alle gras benut. Er zal echter een aangepast mechanisatiepark moeten zijn om gras op stal te kunnen voeren. Ook zal de lagere grasopname op stal (t.o.v. weiden) gecompenseerd moeten worden met extra krachtvoer. Op het voorbeeld bedrijf bedraagt de extra krachtvoergift (t.o.v. onbeperkt weiden) $30 \text{ dagen} \times 50 \text{ mk} \times 2.8 \text{ kg kv (2.5 kg ds)} = 4200 \text{ kg krachtvoer}$ (koemodel: Meijer en Hijink, 1987)
2. Er zal meer ruwvoeropslag nodig zijn voor eigen ruwvoer dan wel voor aangekocht ruwvoer
Bij het voeren van ruwvoer is per koe voor 30 dagen extra ruwvoer nodig. Bij een bruto verbruik (incl. voerverliezen) van ongeveer 14 kg ds per dag is voor de hele maand november ongeveer 21 ton ds ruwvoer nodig, hetgeen ongeveer 100 m² kuilopslag vraagt.
3. Er is meer mestopslag nodig
Een koe van 7000 kg produceert per dag ongeveer 70 liter mest (IKC landbouw 1994), waarvan bij dag en nacht weiden ongeveer 90% in de weide terecht komt en bij 's nachts opstallen ongeveer 50% (Schreuder et. al. 1995). Er zal voor een maand extra mestopslag nodig zijn. Indien de koeien in de maand oktober nog dag en nacht zouden weiden is de extra opslag bij het voorbeeldbedrijf 94.5 m³, indien in oktober toch al beperkt geweid werd is dit ongeveer 52.5 m³. Deze extra mest zal uitgereden moeten worden in het groeiseizoen. Voordeel hiervan is dat de stikstof uit deze mest meer optimaal verspreid wordt en dus beter kan worden benut (geen piekbelastingen meer); nadeel zijn de extra kosten voor opslag en uitrijden.
4. De graslandbenutting wordt lager
Zoals uit de resultaten bleek, gaf beweiden tot begin november de hoogste graslandbenutting. Indien de laatste weidesnede niet gebruikt wordt betekent dit een verlies van ongeveer 770 kg ds/ha.

Dit kan niet met het totale bedrijfsoppervlak vermenigvuldigd worden, daar dit verlies alleen geldt voor het laatst beweide perceel. Er kan alleen verlies worden berekend van de percelen die in oktober beweid zouden worden. Dit verlies wordt uitgedrukt in kg ds extra ruwvoer die in deze periode gevoerd worden (zie 2)

5. Indien ruwvoer wordt bijgevoerd, dat meestal van een iets betere kwaliteit is, dan wel een betere opname geeft dan herfstgras, kan mogelijk op krachtvoer worden bespaard.

Deze maatregelen gelden uiteraard voor alle vee dus ook voor het jongvee. Het is dus niet mogelijk het door melkvee niet benutte gras door jongvee te laten afweiden.

Kalium

De kaliumgehalten zijn maar gedurende enkele perioden onderzocht en zijn daardoor mogelijk minder betrouwbaar dan de N-min gegevens.

In de laag 50-75 is een effect van de beweidingsduur in het najaar aangetoond op de hoeveelheid kalium, waarbij deze stijgt bij een langere beweidingsduur. Waarschijnlijk is het effect in deze laag gemeten, omdat deze laag in direct contact staat met het grondwater. De goed oplosbare kali is naar het grondwater uitgespoeld tijdens de winterperiode.

De stijging van de hoeveelheid kalium in de periode augustus-november onder het maaiobject wordt veroorzaakt door de proefaanleg. Het maaiobject heeft een overmaat aan kalium uit kunstmest gekregen, zodat kalium (en fosfaat) niet beperkend zouden zijn voor de groei. De weideobjecten hebben (behalve in de derde maaisnede) geen kalium uit kunstmest gekregen.

Dat het N-niveau geen effect op de kaliumvoorraad heeft wordt veroorzaakt door de grote voorraad kalium in de bodem aanwezig is, in verhouding tot de onttrekking door het gewas. De extra hoeveelheid geproduceerde droge stof op de blokken met een hoger N-niveau heeft niet extra veel kalium aan de grote buffervoorraad onttrokken.

5 Conclusies

- Verlagen van het N-niveau op jaarbasis van 400 N naar 200 N leidt tot:
 - een significant lagere jaaropbrengst (ds/ha)
 - een lagere ophoping van N-min in de periode maart-augustus, gevolgd door een significant geringe ophoping in de periode augustus-november en een kleinere voorraadverandering in de winter.
- Weiden t.o.v. maaien leidt tot
 - grotere toename N-min voorraad in de periode maart-augustus (significant in de laag 0-25 cm-mv), gevolgd door een minder sterke afname in de periode augustus-november
 - een significant hogere N-NO₃ concentratie van het bovenste grondwater
- Vervroegd uitscharen geeft
 - een significante verlaging van de voorraad N-min in de periode augustus-november, waarbij
 - de grootste winst wordt behaald door de laatste beweiding(en) niet uit te voeren
 - een significante verlaging van de hoeveelheid kalium in de bodem in de laag 50-75 cm-mv in de periode november-maart
 - een significant lagere graslandbenutting

Er bestaat een sterke relatie tussen de hoeveelheid N-min in de bodem in het najaar en de concentratie nitraat-N in het grondwater in het daarop volgend voorjaar.

Het bemesten van de voederwinningssnede in augustus c.q. september leidt tot een lagere N-min voorraad in november. Dit verband is echter niet significant.

Het effect van vervroegd opstallen heeft economische gevolgen, nl.:

- extra (kuil)voer nodig en een lagere graslandbenutting
- meer voer- en mestopslag
- meer emissiearme mestaanwending in het groeiseizoen; hierdoor een betere benutting van de N uit dierlijke mest, waardoor minder kunstmest N nodig is
- bij het voeren van vers gras in oktober: meer arbeid en mechanisatiekosten en extra krachtvoerconsumptie.

6 Toepassing voor de praktijk

Door het vee in het najaar eerder op te stallen, kan de nitraatuitspoeling in de winter worden teruggedrongen en zo een bijdrage leveren aan het milieu.

Volledig opstallen van vee geeft het beste resultaat. Deze aanpak is echter duur. De stal moet mogelijk zelfs worden aangepast, om een goed klimaat in de zomer te waarborgen en mogelijk moeten nog aanpassingen worden gedaan om het welzijn van de dieren te bevorderen. Ook zal volledig opstallen van alle melkvee het imago van de melkveehouderij negatief beïnvloeden.

Een andere oplossing is het eerder opstallen van vee in het najaar. Door de dieren vanaf september op te stallen, kan de uitspoeling van nitraat worden gereduceerd.

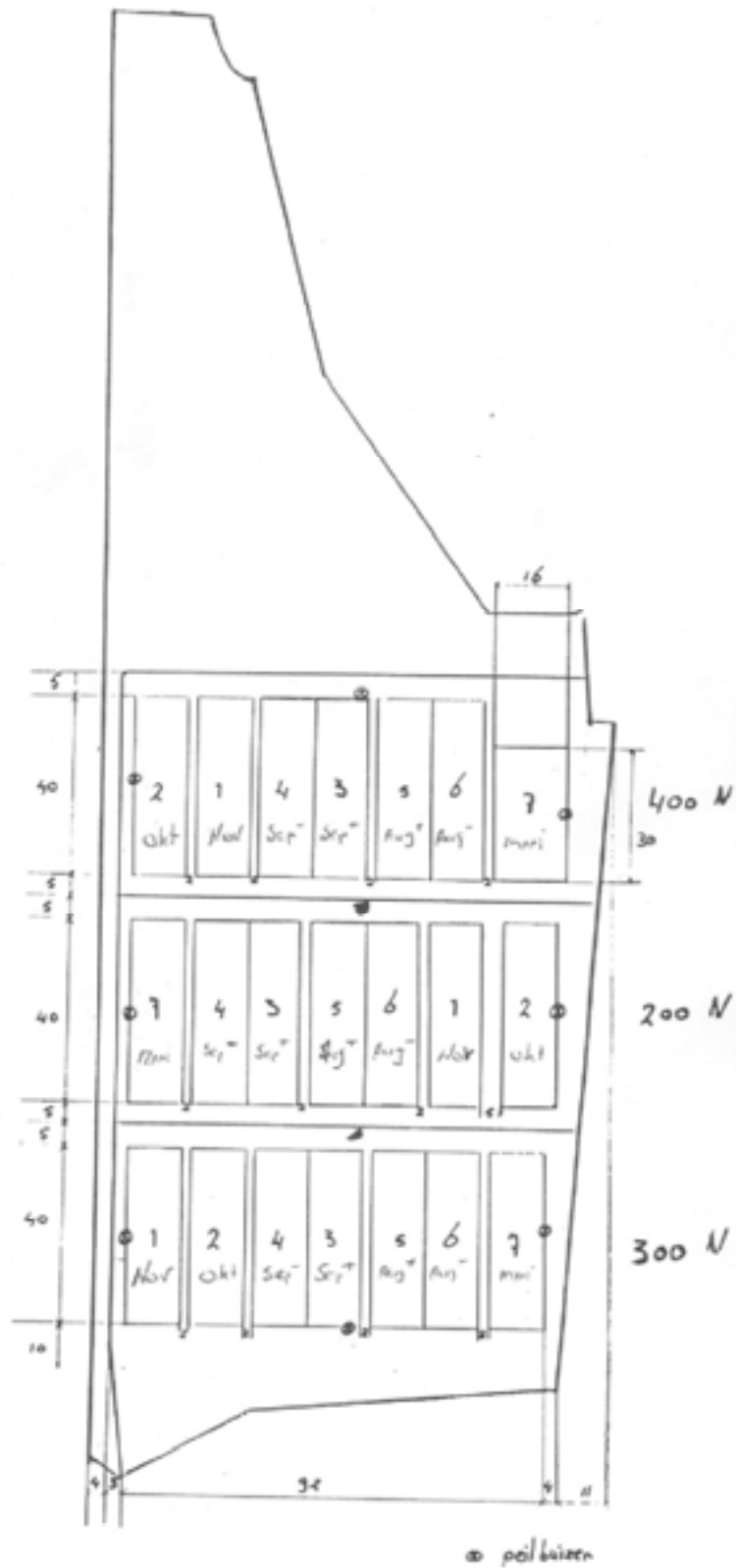
Dit heeft echter een aantal consequenties: de stalperiode wordt langer, waardoor er meer geconserveerd voer nodig is, meer krachtvoer gevoerd wordt en meer mestopslag nodig is. Ook zullen de kosten voor het uitrijden van de mest hoger worden.

Daar staat echter tegenover dat de mest beter zal worden benut.

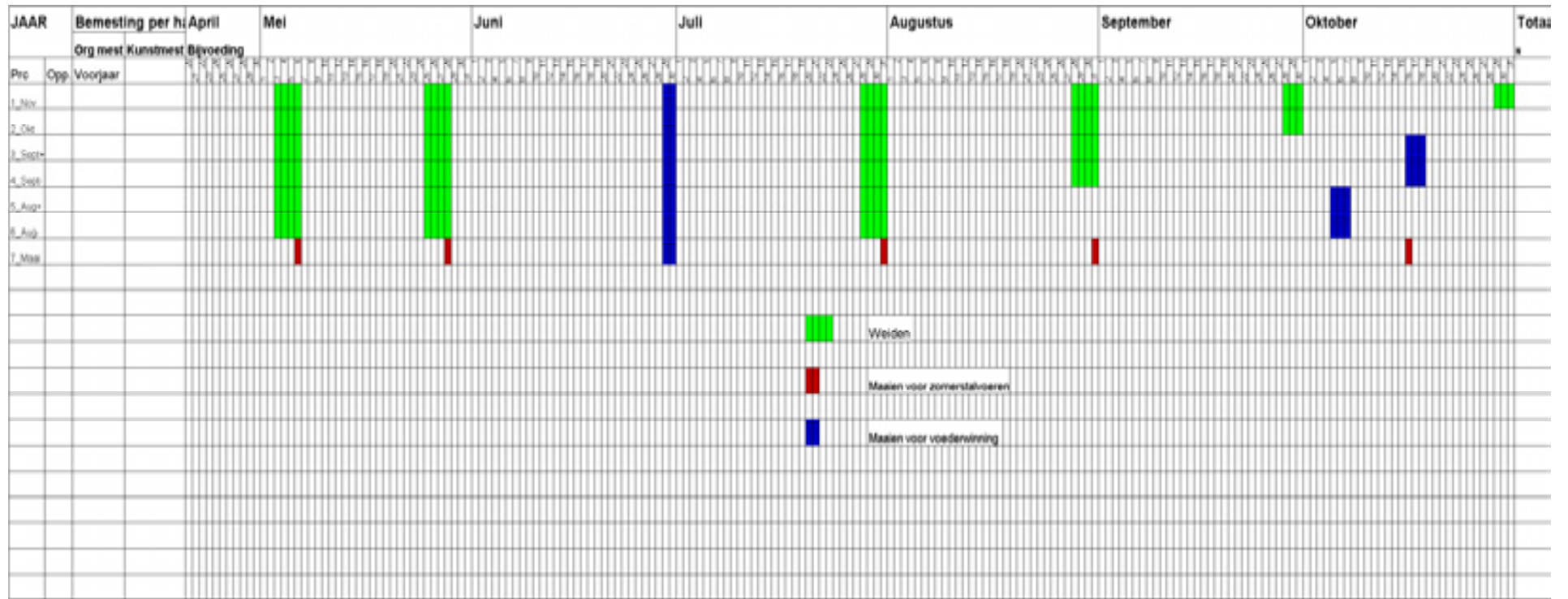
Om niet teveel najaarsgras over te houden, moet de stikstofgift tijdig worden afgebouwd. Het gras dat evenwel nog groeit, kan in het najaar vaak niet onder gunstige omstandigheden worden ingekuild. Een alternatief kan zijn, om dit gras te laten drogen als grasbrok.

Bijlagen

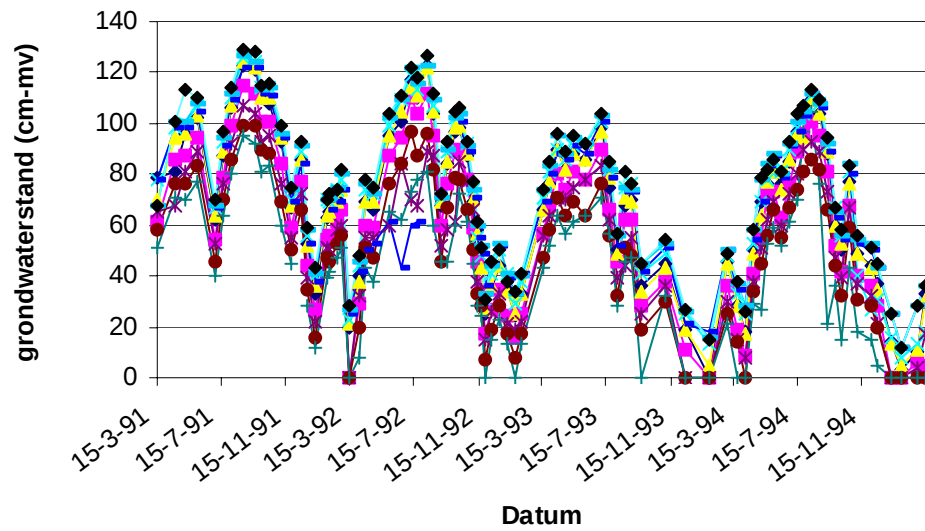
Bijlage 1 Plattegrond proefveld



Bijlage 2 Graslandkalender proefveldgebruik



Bijlage 3 Grondwaterstanden



Bijlage 4 Organischestofgehalten**Tabel 23** Organischestofgehalten per object in de lagen 25-50 en 50-75 cm-mv

Object	1	2	3	4	5	6	7
N-regime	1_Nov	2_Okt	3_Sep ⁺	4_Sep ⁺	5_Aug ⁺	6_Aug ⁺	7_Maai
Laag 25 - 50 cm							
200 N	3.7	3.8	4.2	4.2	3.9	3.6	2.7
300 N	2.3	3.4	3.2	3.2	3.4	3.5	3.4
400 N	3.8	4.5	2.7	3.3	2.6	2.8	2.9
Laag 50 - 75 cm							
200 N	0.6	0.5	*	0.9	0.9	0.8	0.5
300 N	0.5	0.8	0.5	0.4	0.6	0.6	0.7
400 N	0.6	0.6	0.6	0.8	0.7	0.7	0.5

Bijlage 5 Bruto grasopbrengsten vanaf 5^e snede**Tabel 24** Bruto grasopbrengsten alle objecten vanaf de 4e snede (kg ds/ha) 1991

Regime	Snede Object	5 in	rest	6 in	rest	7 in	rest	hergr 28-11	tot. (incl her)
200	1_Nov	1475	1078	958	875	1193	333	284	3910
	2_Okt	1475	1078	958	875			904	3337
	3_Sep ⁺	1475	1078	1669 ¹⁾				544	3688
	4_Sep ⁻	1475	1078	1313 ¹⁾				477	3265
	5_Aug ⁺	1884 ¹⁾						500	2384
	6_Aug ⁻	1548 ¹⁾						460	2008
	7_Maai	730		1183				598	2511
300	1_Nov	1202	1082	963	660	1063	214	241	3469
	2_Okt	1202	1082	963	660			919	3084
	3_Sep ⁺	1202	1082	1152 ¹⁾				455	2809
	4_Sep ⁻	1202	1082	1357 ¹⁾				466	3025
	5_Aug ⁺	1834 ¹⁾						553	2387
	6_Aug ⁻	1876 ¹⁾						470	2346
	7_Maai	882		1271				695	2848
400	1_Nov	1391	1186	1057	571	1016	258	192	3656
	2_Okt	1391	1186	1057	571			840	3288
	3_Sep ⁺	1391	1186	1624 ¹⁾				462	3477
	4_Sep ⁻	1391	1186	1756 ¹⁾				513	3660
	5_Aug ⁺	2133 ¹⁾						436	2569
	6_Aug ⁻	1909 ¹⁾						428	2337
	7_Maai	454		742				532	1728

Door droogte is geen bijgroei bepaald

Tabel 25 Ds-opbrengsten (kg/ha) van snede 5 t/m 7; aanbod, weiderest en bijgroei in 1992 (Bij snede 7 geen bijgroei bepaald)

Regime	Snede	5			6			7		hergr	tot.
	Object	in	rest	bijgr	in	rest	bijgr	in	rest	1-12	(incl her)
200	1_Nov	1698	583	83	1233	590	60	900	236	280	2658
	2_Okt	1698	583	83	1233	590	60			295	2348
	3_Sep ⁺	1698	583	83	1973 ¹⁾					317	3088
	4_Sep ⁻	1698	583	83	1543 ¹⁾					285	2658
	5_Aug ⁺	3200 ¹⁾								185	3200
	6_Aug ⁻	2550 ¹⁾								313	2550
	7_Maai	1244			1310			468		363	3020
300	1_Nov	1817	480	0	1167	461	288	938	306	172	2981
	2_Okt	1817	480	0	1167	461	288			287	2504
	3_Sep ⁺	1817	480	0	2072 ¹⁾					298	3409
	4_Sep ⁻	1817	480	0	1621 ¹⁾					238	2958
	5_Aug ⁺	2843 ¹⁾								170	2843
	6_Aug ⁻	3139 ¹⁾								133	3139
	7_Maai	1383			1222	648				296	3253
400	1_Nov	1706	500	144	1057	571	113	1016	258	192	2708
	2_Okt	1706	500	144	1057	571	113			840	2263
	3_Sep ⁺	1706	500	144	2340 ¹⁾					462	3546
	4_Sep ⁻	1706	500	144	2010 ¹⁾					513	3216
	5_Aug ⁺	3003 ¹⁾								436	3003
	6_Aug ⁻	2736 ¹⁾								428	2736
	7_Maai	1250			2130			481		199	3861

¹⁾ Voederwinning (verse opbrengst)

Tabel 26 Ds-opbrengsten (kg/ha) van snede 5 t/m 7; aanbod, weiderest en bijgroei in 1993 (hergroei najaar, bijgroei snede 6 en rest snede 7 zijn niet bepaald)

Regime	Snede Object	5 in	rest	bijgr.	6 in	rest	7 in	bijgr	tot 5-7. (excl her)
200	1_Nov	1926	961	597	1161	356	915	0	4002
	2_Okt	1926	961	597	1161	356			3087
	3_Sep ⁺	1926	961	597	1561 ¹⁾				3487
	4_Sep	1926	961	597	1115 ¹⁾				3041
	5_Aug ⁺	2958 ¹⁾							2958
	6_Aug	2217 ¹⁾							2217
	7_Maai	1672			919		267		2858
300	1_Nov	2370	1198	691	1318	353	355	97	4043
	2_Okt	2370	1198	691	1318	353			3688
	3_Sep ⁺	2370	1198	691	1537 ¹⁾				3907
	4_Sep	2370	1198	691	1455 ¹⁾				3825
	5_Aug ⁺	3828 ¹⁾							3828
	6_Aug	2338 ¹⁾							2338
	7_Maai	1889			1474		212		3575
400	1_Nov	2511	1165	239	1383	564	676	23	4570
	2_Okt	2511	1165	239	1383	564			3894
	3_Sep ⁺	2511	1165	239	1680 ¹⁾				4191
	4_Sep	2511	1165	239	1275 ¹⁾				3786
	5_Aug ⁺	2928 ¹⁾							2928
	6_Aug	2704 ¹⁾							2704
	7_Maai	2382			1532		344		4258

¹⁾ Voederwinning (verse opbrengst)**Tabel 27** Ds-opbrengsten (kg/ha) van snede 5 t/m 7; aanbod, weiderest en bijgroei in 1994 (bijgroei snede 7 is niet bepaald)

Regime	Snede Object	5 in	rest	bijgr.	6 in	rest	bijgr.	7 in	rest	hergr. 1/12	tot 5-7. (incl. her)
200	1_Nov	866	791	1488	1723	805	485	463	197	302	3354
	2_Okt	866	791	1488	1723	805	485			295	2884
	3_Sep ⁺	866	791	1488	2499 ¹⁾					331	3696
	4_Sep	866	791	1488	1876 ¹⁾					368	3110
	5_Aug ⁺	3781 ¹⁾								284	4065
	6_Aug	2813 ¹⁾								229	3042
	7_Maai	1125			1670			216		111	3122
300	1_Nov	904	914	1483	1901	901	508	408	105	151	3364
	2_Okt	904	914	1483	1901	901	508			578	3383
	3_Sep ⁺	904	914	1483	2551 ¹⁾					392	3847
	4_Sep	904	914	1483	2354 ¹⁾					277	3535
	5_Aug ⁺	3775 ¹⁾								279	4054
	6_Aug	2963 ¹⁾								222	3185
	7_Maai	1419			1996			122		72	3609
400	1_Nov	1561	1059	1365	2361	927	0	452	214	363	4737
	2_Okt	1561	1059	1365	2361	927	0			442	4364
	3_Sep ⁺	1561	1059	1365	2928 ¹⁾					396	4885
	4_Sep	1561	1059	1365	2748 ¹⁾					355	4664
	5_Aug ⁺	3739 ¹⁾								246	3985
	6_Aug	3323 ¹⁾								264	3587
	7_Maai	1693			2226			190		123	4232

¹⁾ Voederwinning (verse opbrengst)

Bijlage 6 Ds-opbrengsten snede 1 t/m 4 en aantal koeweidedagen**Tabel 28** Ds-opbrengsten (kg/ha) en ds % weideobjecten snede 1 t/m 4

Snede :	1		2		3		4	
N-regime	kg.ds	ds%	kg.ds	ds%	kg.ds	ds%	kg.ds	ds%
Datum ('91)								
1991 200 N	Alle opbrengsten alleen visueel geschat							
Datum ('92)	27/4		18/5		15/6		27/7	
1992 200 N	2011	19.7	2776	17.5	4961	20.2	1408	17.8
1992 300 N	2574	18.0	2464	15.4	4617	17.9	1202	17.4
1992 400 N	2263	18.7	2769	17.5	4460	19.6	1301	18.8
Datum ('93)	29/4		24/5				26/7	
1993 200 N	2206	17.5	3354	19.8	1711	19.5	1733	16.5
1993 300 N	2475	15.9	4049	17.7	2037	17.9	1874	13.5
1993 400 N	2651	16.4	3602	19.4	2165	18.1	2271	16.1
Datum ('94)	6/5		27/5		4/7		25/7	
1994 200 N	1017	15.9	1547	17.4	3006	19.2	426	27.1
1994 300 N	1169	14.5	1983	16.0	3205	17.6	573	26.7
1994 400 N	1368	15.9	2039	16.9	3441	17.1	670	26.0

Tabel 29 Aantal koeien en koeweidedagen per beweiding

Jaar	Snede	200 N		300 N		400 N		Beweidingstijdstip tijd
		koeien	kwdgn	koeien	kwdgn	koeien	kwdgn	
1991	1	10	35	10	35	10	25	29/4 a - 3/5 m (70)
	2	10	40	10	40	10	40	20/5 s - 24/5 m (80)
	4	7	24.5	10	35	12	42	29/7 a - 2/8 m (70)
	5	6	12	7	14	7	14	28/8 m - 30/8 m (40)
	6	6	12	10	20	9	18	2/10 m - 4/10 m (40)
	7	3	13.5	4	18	4	18	30/10 a - 4/11 m (90) drg k.
1992	1	9	58.5	13	84.5	11	71.5	27/4 a - 4/5 m (130)
	2	12	42	14	49	13	45.5	18/5 a - 22/5 m (70)
	4	14	42	14	42	14	42	28/7 m - 31/7 m (60)
	5	9	31.5	12	42	10	40	31/8 a - 4/9 m (70)
	6	8	12	11	16.5	9	13.5	28/9 a - 1/10 m (30)
	7	4	11	5	13.75	4	11	27/10 (12 u) - 30/10 m (55)
1993	1	12	66	15	82.5	14	77	29/4 a - 5/5 m (110)
	2	13	45.5	16	56	15	52.5	24/5 a - 28/5 m (70)
	4	12	42	14	49	16	56	26/7 a - 30/7 m (70)
	5	*	*	*	*	*	*	23/8 a - 27/8 m (70)
	6	4	14	6	21	6	21	4/10 a - 8/10 m (70)
	7	5	10	5	10	5	10	1/11 a - 3/11 a (40) pinken
1994	1	13	39	15	45	14	42	6/5 a - 9/5 a (60)
	2	14	49	15	52.5	15	52.5	27/5 a - 31/5 m (70)
	4	8	20	9	22.5	9	22.5	26/7 m - 28/7 a (50)
	5	10	35	12	42	12	42	22/8 a - 26/8 m (70)
	6	10	20	12	24	12	24	26/9 a - 28/9 a (40)
	7	3	9	4	12	3	9	24/10 a - 27/10 a (60)

Bijlage 7 N-min gehalten per laag, per meettijdstip**Tabel 30** N-min gehalte (kg/ha) laag 0-25 per monstertijdstip

N-nivo	object	mrt91	aug91	nov91	mrt92	aug92	nov92	mrt93	aug93	nov93	mrt94	aug94	nov94	mrt95
200	1_Nov	39	25	162	22	38	30	11	19	38	22	31	17	4
200	2_Okt	29	23	40	19	114	16	6	15	7	11	17	8	4
200	3_Sep ⁺	27	52	48	24.5	23	23	8	18	9	28	21	27	4
200	4_Sep ⁻	23	18	44	20.5	22	22	1	15	6	20	24	9	6
200	5_Aug ⁺	37	36	44	22	33	28	8	15	7	13	78	9	6
200	6_Aug ⁻	31	28	41	15	31	25	6	22	6	11	17	9	3
200	7_Maai	21	21	26	25.5	26	21	6	7.5	7	16	28	8	3
300	1_Nov	29	50	74	30	111	29	11	12	18	20	18	11	7
300	2_Okt	32	40	54	21	156	46	10	15	9	27	44	34	4
300	3_Sep ⁺	25	30	69	24	111	22	7	39	9	13	45	10	5
300	4_Sep ⁻	32	34	38	24	127	23	8	17	9	14	42	16	6
300	5_Aug ⁺	34	23	46	28	100	23	6	36	9	13	31	9	4
300	6_Aug ⁻	35	52	42	26	178	26	9	22	6	17	20	11	4
300	7_Maai	29	39	35	20	36	22	1	7	4	22	7	8	3
400	1_Nov	24	69	72	37	83	37	10	15	13	17	33	31	6
400	2_Okt	17	54	89	33	104	39	6	45	9	11	35	16	3
400	3_Sep ⁺	27	106	99	33	190	23	3	32	12	13	64	10	5
400	4_Sep ⁻	27	115	112	36	151	22	8	32	6	11	39	12	4
400	5_Aug ⁺	29	189	88	35	193	21	8	83	8	14	41	16	3
400	6_Aug ⁻	27	109	81	30	166	25	10	10	6	13	31	15	3
400	7_Maai	33	42	67	23	63	14	7	10	6	8	10	7	3

Tabel 31 N-min gehalte (kg/ha) laag 25-50 per monstertijdstip

N-nivo	object	mrt91	aug91	nov91	mrt92	aug92	nov92	mrt93	aug93	nov93	mrt94	aug94	nov94	mrt95
200	1_Nov	24	12	109	29	21	46	8	4	10	8	7	10	3
200	2_Okt	21	16	44	20	12	37	1	5	6	10	9	7	3
200	3_Sep ⁺	20	15	67	17	14	33	2	12	3	10	5	28	3
200	4_Sep ⁻	25	12	50	14	13	28	2	5	4	6	6	8	3
200	5_Aug ⁺	42	22	37	14	15	42	6	10	4	6	11	12	4
200	6_Aug ⁻	23	26	42	18	14	49	2	5	3	6	8	11	4
200	7_Maai	14	18	28	16	12	17	2	6	4	6	5	6	3
300	1_Nov	17	21	43	26	30	37	11	12	3	9	7	8	5
300	2_Okt	25	13	76	9	33	64	7	10	6	8	8	51	5
300	3_Sep ⁺	26	15	109	12	36	50	7	31	8	7	18	23	8
300	4_Sep ⁻	15	15	59	12	21	77	5	29	4	6	12	24	3
300	5_Aug ⁺	17	20	86	13	26	59	4	28	11	8	6.5	13	3
300	6_Aug ⁻	19	15	44	14	27	35	1	9	4	6	12	8	5
300	7_Maai	21	16	39	12	12	22	1	5	4	8	32	8	6
400	1_Nov	20	35	75	15	33	81	5	19	6	8	12	33	7
400	2_Okt	15	41	112	13	28	60	1	34	6	7	5	45	7
400	3_Sep ⁺	22	36	131	18	47	36	6	25	10	6	12	15	4
400	4_Sep ⁻	19	29	96	14	46	46	5	34	6	8	9	29	4
400	5_Aug ⁺	17	19	91	20	46	30	5	33	6	6	10	13	3
400	6_Aug ⁻	18	26	74	17	30	32	5	20	4	6	9	13	3
400	7_Maai	27	21	85	25	28	32	3	19	3	4	8	6	3

Tabel 32 N-min gehalte (kg/ha) laag 50-75 per monstertijdstip

N-nivo	Object	mrt91	aug91	nov91	mrt92	aug92	nov92	mrt93	aug93	nov93	mrt94	aug94	nov94
200	1_Nov	38	15	38	45	18	37	17	3	5	3	3	7
200	2_Okt	27	20	35	18	20	26	1	4	2	6	6	3
200	3_Sep ⁺	27	*	52	14	17	20	2	5	2	2	5	13
200	4_Sep ⁻	25	15	40	14	12	17	1	3	2	5	6	4
200	5_Aug ⁺	26	17	45	16	15	30	3	2	1	3	8	3
200	6_Aug ⁻	21	17	56	13	14	46	2	1	1	3	3	8
200	7_Maai	13	23	37	9.5	9	10	1	1	1	1	3	3
300	1_Nov	20	58	46	39	20	50	4	10	3	2	4	6
300	2_Okt	25	23	42	15	17	56	5	6	2	3	7	29
300	3_Sep ⁺	16	20	70	16	23	67	11	17	10	3	9	29
300	4_Sep ⁻	17	21	57	23	17	51	7	7	10	3	8	13
300	5_Aug ⁺	15	27	40	22	38	58	4	6	4	3	3	7
300	6_Aug ⁻	29	23	35	21	19	21	2	1	1	1	4	7
300	7_Maai	42	21	31	12	16	18	1	2	2	3	10	2
400	1_Nov	19	37	51	28	28	69	2	9	4	3	6	16
400	2_Okt	15	26	51	21	25	65	2	10	2	1	5	15
400	3_Sep ⁺	26	37	91	30	30	49	9	11	5	3	7	22
400	4_Sep ⁻	26	42	65	24	22	68	3	12	2	3	6	31
400	5_Aug ⁺	20	34	59	26	28	54	1	14	2	3	5	13
400	6_Aug ⁻	21	34	48	21	26	56	1	8	2	1	3	8
400	7_Maai	23	26	46	15	24	39	1	5	3	2	2	8

Bijlage 8 K-gehalten per laag per monstertijdstip**Tabel 33** K₂O-gehalte (kg/ha) laag 0-25 per monstertijdstip

N-nivo	Object	mrt91	aug91	nov91	mrt92	aug92	nov92	mrt93	aug93
200	1_Nov	468	312	442	286	286	338	338	234
200	2_Okt	390	286	312	234	338	260	286	312
200	3_Sep ⁺	416	338	364	286	286	208	260	260
200	4_Sep ⁻	442	234	286	312	182	234	182	208
200	5_Aug ⁺	468	338	286	312	286	260	234	234
200	6_Aug ⁻	494	338	338	260	234	312	260	182
200	7_Maai	312	260	208	208	182	286	234	234
300	1_Nov	286	208	286	182	234	156	260	130
300	2_Okt	390	208	260	234	338	260	208	234
300	3_Sep ⁺	364	234	208	260	338	234	208	286
300	4_Sep ⁻	338	208	208	208	286	260	208	182
300	5_Aug ⁺	390	234	286	234	234	208	182	208
300	6_Aug ⁻	442	312	182	208	260	234	208	208
300	7_Maai	442	286	260	234	208	416	312	312
400	1_Nov	338	260	234	208	208	234	234	182
400	2_Okt	312	208	286	208	208	182	208	182
400	3_Sep ⁺	416	312	338	260	338	156	208	156
400	4_Sep ⁻	416	338	338	312	338	286	234	234
400	5_Aug ⁺	416	364	312	338	312	156	182	338
400	6_Aug ⁻	442	364	312	234	286	234	208	156
400	7_Maai	390	182	234	208	156	260	260	234

Tabel 34 K₂O-gehalte (kg/ha) laag 25-50 per monstertijdstip

N-nivo	Object	mrt91	aug91	nov91	mrt92	aug92	nov92	mrt93	aug93
200	1_Nov	348	290	377	290	261	261	261	203
200	2_Okt	290	261	261	290	232	203	203	348
200	3_Sep ⁺	319	261	348	261	261	145	290	203
200	4_Sep ⁻	377	290	290	290	232	232	232	174
200	5_Aug ⁺	319	319	290	261	261	232	232	145
200	6_Aug ⁻	348	319	319	232	261	203	232	174
200	7_Maai	203	203	203	174	174	319	174	145
300	1_Nov	145	145	116	116	116	87	116	87
300	2_Okt	174	174	174	116	145	145	116	145
300	3_Sep ⁺	261	174	203	203	203	145	145	145
300	4_Sep ⁻	203	174	174	174	203	174	116	116
300	5_Aug ⁺	290	232	203	203	174	203	174	145
300	6_Aug ⁻	319	261	174	203	174	203	145	145
300	7_Maai	319	232	203	232	203	174	174	174
400	1_Nov	232	203	203	203	174	145	203	145
400	2_Okt	261	290	203	203	203	174	145	145
400	3_Sep ⁺	261	203	232	203	203	145	174	116
400	4_Sep ⁻	232	261	232	290	232	203	145	116
400	5_Aug ⁺	232	232	203	290	261	174	145	203
400	6_Aug ⁻	261	232	261	203	261	174	145	145
400	7_Maai	232	174	203	174	145	174	145	145

Tabel 35 K₂O-gehalte (kg/ha) laag 50-75 per monstertijdstip

N-nivo	Object	mrt91	aug91	nov91	mrt92	aug92	nov92	mrt93	aug93
200	1_Nov	256	32	192	256	256	192	192	192
200	2_Okt	192	32	160	192	192	160	192	192
200	3_Sep ⁺	224	32	192	224	224	224	224	192
200	4_Sep ⁻	288	32	192	224	160	224	192	192
200	5_Aug ⁺	224	32	160	192	192	192	160	160
200	6_Aug ⁻	224	13	224	224	224	256	224	192
200	7_Maai	192	32	160	160	160	192	160	160
300	1_Nov	160	13	128	160	160	160	160	128
300	2_Okt	128	32	128	160	160	160	128	160
300	3_Sep ⁺	128	32	160	160	192	128	160	128
300	4_Sep ⁻	160	32	256	192	160	160	160	160
300	5_Aug ⁺	224	32	192	192	192	160	192	224
300	6_Aug ⁻	192	32	160	192	160	192	192	160
300	7_Maai	192	64	192	192	224	160	192	160
400	1_Nov	224	32	160	192	192	192	192	160
400	2_Okt	256	32	160	224	192	192	160	160
400	3_Sep ⁺	256	32	224	256	224	224	192	192
400	4_Sep ⁻	224	32	192	224	192	224	160	160
400	5_Aug ⁺	256	32	224	256	288	256	192	224
400	6_Aug ⁻	256	32	224	224	288	224	192	224
400	7_Maai	192	32	160	192	192	192	192	192

Literatuur

Anonymus (1988) Handboek voor de Rundveehouderij (1988), Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad

Genstat 5 Committee of the IACR-Rothamsted Statistics Department (1995) Genstat 5 Release 3.2 Reference Manuel

IKC Publicatie 23

IKC (1994) Adviesbasis voor de bemesting van grasland en voedergewassen. Publicatie 44.

Jansen, E.J. Invloed van de landbouw op de kwaliteit van het oppervlaktewater; ICW rapport 30/I

Janssen, B.H. (1978) Bodemvruchtbaarheid II; LU-Wageningen

Putten, A.H.J. van der (1996) Belang, benutting en verliezen van urine-N. In: Gebundelde verslagen van de NVWV nr. 37, 1996

Remmelink, G.J. (1990) Grasproductie en benutting bij de beweidingssystemen B4 en B4+4; PR rapport 124

Titchen N.M., L Phillips and R.J. Wilkins (1992) A potential management system for reducing N losses from grazed grassland in autumn. Proceedings Winter Meeting BGS 1991.

Ven, G.W.J. van de (1990) De kaliumkringloop op grasland; CABO-verslag 132