

**Rapport 173**

# **Verfijning bemestingsadvies 1998**

**Oktober 1998**



# Verfijning bemestingsadvies 1998

Th.V. Vellinga

## Samenvatting

Verdere verbetering van het bemestingsadvies van 1994 was mogelijk en wenselijk. Gebruikers van bemestingsadviesprogramma's wilden een verfijning van de stikstoflevering en de streefopbrengsten. Er ontbrak een advies voor situaties met een lage stikstoflevering en nieuw onderzoek maakte het mogelijk om de stikstoflevering op minerale gronden nauwkeuriger in te schatten.

In het bemestingsadvies 1998 wordt de stikstoflevering op zand- en kleigronden bepaald door het gehalte aan organische stikstof in de laag van 0 - 20 cm. Op kleigronden is bijna twee maal zoveel organische N nodig voor een zelfde stikstoflevering als op zandgronden. De maximale stikstoflevering op zandgronden bedraagt 200 kg N per ha per jaar, voor de kleigronden is het afhankelijk van de mate van ontwatering en bedraagt bij slecht en goed ontwaterde resp. 230 en 300 kg N per ha per jaar.

De stikstoflevering op veengronden blijft afhankelijk van de mate van ontwatering. Slecht en goed ontwaterde veengrond hebben een stikstoflevering van 230 en 300 kg N per ha per jaar.

Er zijn zes opbrengstklassen, lopend van een klasse met opbrengsten minder dan 1000 kg ds per ha, via vier klassen van elk 500 kg ds per ha groot, naar een klasse van meer dan 3000 kg ds per ha.

De gewenste stikstofjaargift kan afhankelijk zijn van bedrijfseconomische en milieukundige afwegingen. Om een goede verdeling van de bemesting over de sneden te berekenen is gebruik gemaakt van het marginaal stikstofeffect per snede. Voor de vergelijking met het voorgaande bemestingsadvies van 1994 is weer gewerkt met een marginaal effect van 7,5 kg ds per kg N. De daarmee berekende verdeling van de bemesting over de sneden is toepasbaar bij een breed traject aan stikstofjaargiften.

Voor de eerste en tweede snede en voor elke maand apart is een advies voor alle opbrengstklassen opgesteld. Het bemestingsadvies voor de tweede snede is duidelijk verlaagd ten opzichte van het bemestingsadvies van 1994. Een sterke nawerking van de stikstof uit de eerste snede is daarvoor verantwoordelijk.

De bemesting van de eerste snede is met 5 % verhoogd vanwege de hogere voederwaarde van het gras, de bemesting van sneden in augustus en september is met 10 % verlaagd vanwege een lagere voederwaarde en een geringere smakelijkheid.

Als de voorgaande snede te hoog of te laag is bemest, wordt een correctie van 25 % van de te veel of te weinig gegeven N geadviseerd. Als de eerste snede wordt gemaaid in plaats van geweid, mag de bemesting van de tweede snede met 7 tot 12 kg N worden verhoogd, afhankelijk van het niveau van stikstoflevering.

Bij toepassing van de adviestabellen wordt voor weiden en maaien een streefopbrengst gekozen. Als deze streefopbrengst na 30 dagen groei niet gehaald kan worden, wordt de adviesgift voor een opbrengstklasse lager gebruikt. Dat leidt tot een betere afbouw van de bemesting aan het eind van het groeiseizoen.

Voor standweiden is een adviestabel ontwikkeld met stikstofgiften per dag. Dat biedt mogelijkheden voor een flexibele uitvoering van de bemesting.

Het bemestingsadvies 1998 leidt tot lagere gehalten aan N en OEB in het weidegras dan het bemestingsadvies van 1994. De stikstofverliezen via beweiding zullen daardoor afnemen.

Het bemestingsadvies leidt tot een meer efficiënte bemesting en minder stikstofverliezen. Het advies geeft het bedrijfseconomisch optimale niveau van bemesting aan. Bemesting daarboven is niet zinvol en zelfs schadelijk. Bemesting beneden dit optimum kan om verschillende redenen wenselijk zijn. Het advies voorziet dan in de juiste verdeling van de te geven hoeveelheid stikstof.

## Summary

Users demands and research were the driving factors to improve the fertilizer recommendations of 1994. Estimation of the Soil Nitrogen Supply (SNS) could be improved and extended to a wider range, especially to the lower levels. Target yields were defined in wide ranges, smaller ranges in combination with more target yields were desired.

Analysis of soil organic nitrogen in the upper 20 cm of the soil is the basis of the estimation of SNS on sand and clay. To realise the same SNS, the organic nitrogen content on clay soils should be almost twice as high as on sandy soils. The SNS is limited to a maximum of 200 kg N per ha on sandy soils and 230 and 300 kg N per ha on respectively poorly and well drained clay soils. Drainage is the only key factor for SNS on peat soils. SNS on poorly and well drained peat soils is respectively 230 and 300 kg N per ha.

Six groups of target yield have been defined, the lowest with 1000 kg dm per ha and less, followed by four groups of 500 kg dm per ha each. The last group has a target yield of 3000 kg dm and more.

Optimal applications have been calculated for the first and the second cut and every month thereafter for all target yields. Strong residual effects of first cut applied nitrogen lead to low fertilizer recommendations for the second cut.

To correct for the high nutritive value of the first cut, fertilizer recommendations for that cut have been increased by 5 %. Lower nutritive value and poor taste were reasons to reduce fertilizer recommendations in august and september.

In case of over- or underfertilization, a correction of 25 % of this amount should be used in the next cut. Application for the second cut should be corrected by 7 to 12 kg N, depending on the level of SNS, when the first cut is cut for silage instead of used for grazing.

Using the recommendation tables, target yields are chosen for grazing and cutting. When target yields cannot be realised within 30 days, a lower target yield will be used and fertilizer recommendations adjusted. In this way, fertilizer recommendations will be decreased at the end of the growing season. Special recommendation tables have been developed for continuous grazing. Farmers can choose fixed amounts with variable application frequencies or the opposite.

Nitrogen content and protein surplus in the grass are reduced by the fertilizer recommendations 1998 compared to 1994. Nitrogen losses by grazing will be reduced.

The improved fertilizer recommendations of 1998 will result in more efficient nitrogen use and reduced nitrogen losses. The recommendations show the economical optimum. Higher amounts of N should not be applied. Lower amounts can be chosen for several reasons. In that case the fertilizer recommendations 1998 provide the best distribution during the growing season.

# Inhoudsopgave

## Samenvatting

## Summary

<b>1</b>	<b>Waarom een nieuw bemestingsadvies ?</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Betere inschatting van de stikstoflevering door de bodem</b>	<b>3</b>
2.1	Nieuwe berekening stikstoflevering op zand- en kleigronden	3
2.2	Stikstoflevering op de veengronden	4
<b>3</b>	<b>Verfijning van de opbrengstklassen</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Het criterium voor een bemestingsadvies</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Het nieuwe bemestingsadvies</b>	<b>8</b>
5.1	Basisberekeningen	8
5.2	Het bemestingsadvies voor omweiden, zomerstalvoeren en maaien	15
5.3	Het bemestingsadvies voor standweiden	16
5.4	Correcties voor onjuiste bemestingen	17
5.5	Stikstofjaargiften	18
5.6	Voederwaarde weidegras	22
<b>6</b>	<b>De toepassing van het bemestingsadvies</b>	<b>25</b>
6.1	Van gewenste stikstofjaargift naar de juiste snedeadviezen	25
6.2	Voorbeelden	26
6.3	Voordelen van het bemestingsadvies 1998	29
	<b>Literatuur</b>	<b>30</b>
	<b>Bijlagen</b>	<b>31</b>
	<b>List of tables, figures and appendices</b>	<b>38</b>

## 1 Waarom een nieuw bemestingsadvies ?

Het huidige bemestingsadvies is in 1994 in gebruik genomen. Het bemestingsadvies 1994 betekende een verbetering ten opzichte van voorgaande adviezen, er werd rekening gehouden met de stikstoflevering door de bodem en met de streefopbrengst van de volgende snede.

### *Stikstofleverend vermogen*

Voor 1994 werd voor bijna alle gronden een gelijke stikstoflevering aangehouden. Er werd er alleen voor goed ontwaterde veengronden rekening gehouden met extra stikstoflevering, daar werd een korting van 150 kg N op het advies toegepast. Voor alle andere graslandgronden werd één advies gegeven. Door Ruitenbergh et al. (1991) is aangegeven dat de stikstoflevering door de grond van invloed is op de optimale stikstofgift. Bij de opstelling van het bemestingsadvies 1994 is gekozen voor een eenvoudige benadering van de stikstoflevering en besloten voor de minerale gronden en voor de veengronden elk twee klassen van stikstofleverend vermogen in te stellen.

### *Streefopbrengst*

De streefopbrengst was een aspect dat al min of meer zat ingebouwd in het bemestingsadvies van voor 1994. Rond 1990 was via een eenvoudige berekening een advies voor lichte weidesneden opgesteld. In het bemestingsadvies 1994 zijn expliciet drie opbrengstklassen onderscheiden en zijn de berekeningen voor alle streefopbrengsten grondig herzien.

### *Invloed van weiden op de optimale stikstofgift*

Voorafgaande aan de vaststelling van het bemestingsadvies 1994 is door een werkgroep onderzocht of de optimale stikstofgift moet worden aangepast voor weiden. Bijna alle bemestingsproeven zijn uitgevoerd onder maaiomstandigheden en het was niet ondenkbaar dat bij weiden het stikstofeffect anders zouden zijn.

Een analyse van het in Nederland uitgevoerde beweidingsonderzoek liet zien dat bij een gemengd gebruik van het grasland (weiden én maaien) de optimale stikstofgift nauwelijks lager ligt dan bij allen maaien. In proeven waar alleen werd geweid was er wel sprake van een lagere optimale stikstofgift. Deze lagere optimale gift was vooral te verklaren uit een slechtere zodekwaliteit (Mooij en Vellinga, 1993).

Op grond van de uitgevoerde analyse is besloten dat het 1994 geen correctie behoefte voor weiden. Omdat weidesneden een lagere streefopbrengst hebben dan maaisneden, worden ze wel anders bemest.

Het bemestingsadvies 1994 is uitgebreid beschreven door Vellinga et al. (1993) en door het IKC (1993). De klassen van stikstofleverend vermogen en de klassen voor de streefopbrengsten werden bewust vrij grof gekozen omdat, naar het oordeel van de werkgroep Verfijning N-advies, een fijne indeling alleen te maken was met behulp van nauwkeurige metingen, die op veehouderijbedrijven niet standaard mogelijk zijn.

### *Tekortkomingen van het bemestingsadvies 1994*

Ondanks de verbeteringen die in het in 1994 ingevoerde advies zijn gerealiseerd, zijn er toch een aantal redenen om het bemestingsadvies verder te verfijnen:

- In de loop van de jaren is door een groep gebruikers, met name veehouders die deelnemen aan het bemestingsadviesprogramma BAP van het BLGG, de wens geuit om de adviezen verfijnder te maken. Zowel de indeling van streefopbrengsten als de stikstoflevering moet fijner kunnen.
- Door anderen, met name op zeer humusarme gronden (fijnzandige grond in de Wieringermeer, veehouders met veel wisselbouw in de Flevopolders) is de kritiek geuit dat er geen advies is voor gronden met een zeer geringe stikstoflevering.
- In het onderzoek naar de inschatting van de stikstoflevering zijn in de jaren van 1992 tot en met 1996 veel gegevens verzameld van grasland op minerale gronden en veengronden. Deze bieden de mogelijkheid het stikstofleverend vermogen van de minerale gronden nauwkeuriger te schatten. Voor de veengronden was de mogelijkheid tot een betere inschatting van de stikstoflevering niet mogelijk.

- Door de (toekomstige) invoering van het mineralen aangifte systeem MINAS wordt de noodzaak tot een beperking van de stikstofinput groter. Door een verfijning van de bemesting kan op stikstofaanvoer worden bespaard, met slechts beperkte vermindering van de grasopbrengst.

#### *Aandachtspunten*

De in dit rapport beschreven aanpassing van het bemestingsadvies, dat in 1999 operationeel moet worden, is een onderdeel in een traject van optimalisering van de bemesting. Het FOMA-N-onderzoek, uitgevoerd door AB-DLO, SC-DLO, NMI en PR, heeft veel informatie opgeleverd die een verdere verbetering van de bemestingsadviezen mogelijk maakt (Loonen en Bach, 1996). In de komende jaren zal worden verder gewerkt aan deze verfijning. Met name de variatie in stikstoflevering tijdens het groeiseizoen en het risico van te hoge bemestingen bij slechte groeiomstandigheden zijn aspecten die aandacht vragen.

Ook moet er in de komende tijd aandacht zijn voor verbeterde bemestingsapparatuur. Breedwerpig strooien van kunstmest laat vaak een grote variatie zien in de verdeling van de kunstmest over de werkbreedte. Stroken en perceelsranden zijn niet geheel te vermijden bij bemesten, ook niet bij gebruik van kantstrooi-apparatuur. Er wordt door PR gewerkt aan een precisiebemester, waarmee de verdeling en de dosering veel nauwkeuriger kan gebeuren dan met de huidige strooiers. Het vermijden van perceelskanten, slootkanten en eventueel greppels kan met deze precisiebemester eenvoudig gebeuren. Daarmee biedt deze machine perspectieven voor de vermindering van de belasting van het oppervlaktewater. De precisiebemester werkt met vloeibare meststof. De eerste ervaringen met de nieuwe machine op de Waiboerhoeve zijn veelbelovend.

Door het AB-DLO in Wageningen is een techniek ontwikkeld om op zandgronden zeer snel urineplekken op te sporen. De combinatie van die techniek met een precisiebemester biedt de mogelijkheid om bij het bemesten van grasland urineplekken over te slaan. Om nitraatuitspoeling te verminderen moet deze combinatie van opsporingstechniek en precisiebemesting verder worden ontwikkeld.

## 2 Betere inschatting van de stikstoflevering door de bodem

### Bemestingsadvies 1994

In het bemestingsadvies 1994 bestaan officieel vier klassen van stikstofleverend vermogen: twee voor de veengronden en twee voor de minerale gronden. Voor de veengronden bestaat daarnaast nog een "officieuze" klasse voor de zeer diep ontwaterde veengronden (Tabel 1). Deze laatste komen echter zeer weinig voor en zijn daarom niet als aparte klasse opgenomen.

Minerale gronden kwamen bijna altijd terecht in de NLV-klasse 4, met een stikstoflevering van 140 kg N. Bij hogere organische stofgehalten kwamen ze in klasse 3, met 200 kg stikstoflevering terecht. Het organische stofgehalte van kleigronden moest duidelijk hoger liggen dan van zandgronden voor ze in NLV-klasse 3 terechtkwamen.

**Tabel 1.** De indeling van graslandgronden in klassen van stikstofleverend vermogen volgens het bemestingsadvies 1994

NLV-klasse	Grond-soort	Gt/Omschrijving	Slootpeil	Stikstoflevering (kg/ha)
"410"	Veen	III*/IV	>70 cm -mv.	410
1	Veen	II*, III, III*	40 - 70 cm -mv	300
2	Veen	I, II	< 40 cm -mv.	230
3	Zand/klei	Zeer humeus zand, humusrijke zand en zavel, weinig zand en klei	n.v.t.	200
4	Zand/klei	Overige minerale gronden	n.v.t.	140

### 2.1 Nieuwe berekening stikstoflevering op zand- en kleigronden

Het onderzoek van Hassink toonde aan dat de relatie tussen organische stofgehalte en stikstoflevering anders verloopt op zand- dan op kleigronden. In het bemestingsadvies 1994 werd daar al impliciet mee gewerkt. In het bemestingsadvies 1998 wordt het onderscheid tussen zand- en kleigronden vergroot. Uit aanvullend onderzoek bleek het namelijk mogelijk de stikstoflevering op zand- en kleigronden als een continue functie te beschrijven (Hassink, 1996). Door gebruikmaking van deze functies is de afwijking tussen berekende en werkelijke stikstoflevering beduidend kleiner geworden. Tevens bestaat nu de mogelijkheid om voor humusarme gronden met een geringe stikstoflevering een passend advies op te stellen.

Voor zandgronden wordt de stikstoflevering berekend met (Figuur 1):

$$\text{Stikstoflevering (kg.ha}^{-1}\text{.jaar}^{-1}) = 8,2 + 672 \times (\% \text{ organische stikstof in 0 - 20 cm}), (r = 0,74)$$

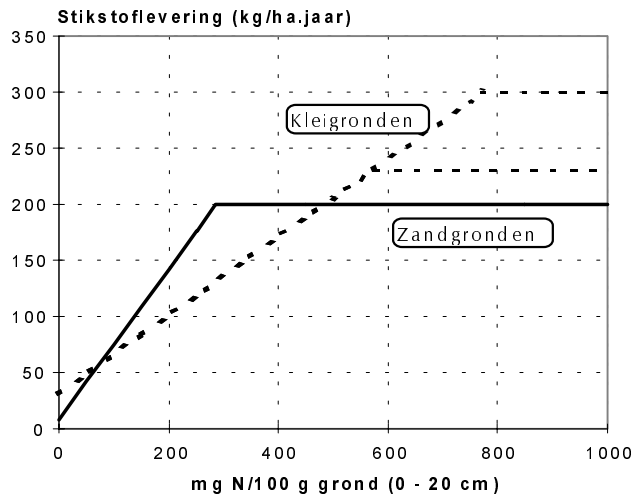
Als de berekende waarde hoger is dan 200 kg N, wordt deze teruggebracht tot 200 kg N (Hassink, 1996)

Voor de kleigronden wordt de stikstoflevering berekend met (Figuur 1):

$$\text{Stikstoflevering (kg.ha}^{-1}\text{.jaar}^{-1}) = 31,7 + 347,7 \times (\% \text{ organische stikstof 0 - 20 cm}), (r = 0,79)$$

Ook voor de kleigronden is een maximale stikstoflevering vastgesteld. Voor de slecht ontwaterde kleigronden is het maximum gelijk aan de stikstoflevering op slecht ontwaterde veengronden, nl. 230 kg N per ha per jaar. Op de goed ontwaterde kleigronden is het maximum gelijk aan de stikstoflevering op de goed ontwaterde veengronden, nl. 300 kg N per ha per jaar. Het materiaal van Hassink (1996) biedt hiervoor geen uitsluitel. Het is echter niet logisch dat zeer humusrijke kleigronden een hogere stikstoflevering hebben dan veengronden.





**Figuur 1.** Relatie tussen het gehalte aan organische stikstof in de laag van 0 - 20 cm en de stikstoflevering van graslandgronden. (1000 mg N per 100 g grond is 1 % N)

## 2.2 Stikstoflevering op de veengronden

In onderzoek van PR en AB-DLO (Hofstede et al., 1995; Hofstede, 1995a,b; Stienezen et al., 1999, in voorbereiding) is gedurende een aantal jaren gezocht naar parameters die een betere schatting van de stikstoflevering door veengronden mogelijk maken. Uit proeven in veenweidegebieden in Noord- en West-Nederland op zowel goed als slecht ontwaterde veengrond is echter niets naar voren gekomen dat een betere inschatting mogelijk maakt. Ook een onderscheid tussen verschillende veensoorten (rietveen, zeggeveen, bosveen) kon niet worden gemaakt.

Daarom wordt voor de veengronden de indeling zoals deze in 1994 is opgesteld nog gehandhaafd. Er blijven dus twee klassen van stikstofleverend vermogen voor veengronden: een klasse met een stikstoflevering van 230 voor de slecht ontwaterde veengronden en een klasse met een stikstoflevering van 300 kg N voor de goed ontwaterde veengronden (Tabel 1).

Op basis van de verzamelde gegevens van Ruitenberget al (1991) werd een lagere stikstofwerking verondersteld op de veengronden. De stikstofterugwinning (de Apparent Nitrogen recovery, ANR) op veengronden bedroeg slechts 60 % bedroeg en op zand- en kleigronden 80 %. Uit het onderzoek op veengronden van de laatste jaren en uit een analyse van een grotere dataset dan die van Ruitenberget al. (1991) moet worden geconcludeerd dat de verschillen in ANR tussen veengronden en zand- en kleigronden kleiner zijn dan eerst is verondersteld. Het verschil in ANR is nu zo klein geworden dat het geen zin hier rekening mee te houden in het bemestingsadvies. De bemestingsadviezen voor de veengronden zijn daarom gelijk aan de bemestingsadviezen voor de kleigronden bij een stikstoflevering van 230 en 300 kg N per ha per jaar.

### 3 Verfijning van de opbrengstklassen

In het bemestingsadvies 1994 zijn drie opbrengstklassen onderscheiden. In het nieuwe bemestingsadvies worden deze klassen verder opgesplitst tot in totaal zes klassen (Tabel 2)

**Tabel 2.** Opbrengstklassen in kg per ha volgens de bemestingsadviezen van 1994 en 1998

Advies 1994		Advies 1998	
Licht weiden	< 1500	Zeer licht weiden	< 1000
		Licht weiden	1000 - 1500
Weiden/licht maaien	1500 - 2500	Weiden	1500 - 2000
		Licht maaien	2000 - 2500
Maaien	> 2500	Maaien	2500 - 3000
		Zwaar maaien	3000 - 3500

Een veel gehoorde opmerking is dat het moeilijk is om grasopbrengsten te schatten. Uit ervaringen blijkt dat visueel schatten van de drogestof-opbrengst erg moeilijk is, zelfs voor mensen met veel ervaring op proefvelden. Er zijn in de praktijk wel enige hulpmiddelen beschikbaar: de grashoogtemeter en de grasliniaal. Met beide instrumenten kan de opbrengst worden geschat via meting van de grashoogte. Ook deze schatting is vrij onnauwkeurig, omdat de dichtheid van het gras (in kg per cm grashoogte) sterk kan variëren. Met grashoogtemetingen kan echter altijd een betere schatting worden verkregen dan met een wijze blik over het land. Tijdens cursussen blijkt dat bij op het oog schatten de grasopbrengst vaak wordt overschat. Ook al is het moeilijk om opbrengsten te schatten, bij de planning van de volgende snede heeft de veehouder wel een bepaalde opbrengst in gedachten.

In het advies 98 zijn weiden en maaien verder uiteen getrokken. De opbrengstklasse 1500 - 2500 is gesplitst in een klasse 1500 - 2000 en 2000 - 2500. De lagere klasse kan worden gebruikt voor beweiden en de hogere voor maaien. Dit sluit aan bij de wens om bij weiden te zware opbrengsten te voorkomen. Deze worden slecht gewaardeerd en kunnen leiden tot te lange beweidingduren. Bij maaien voor kuil of hooi, is deze vrees voor te zware sneden minder sterk. Men zal dus bij maaien eerder geneigd zijn een hogere opbrengst te accepteren dan bij weiden.

De indeling van de maaisneden in drie groepen heeft als belangrijkste doel om door het seizoen heen een passende bemesting voor maaisneden te adviseren. In de eerste snede en deels ook de tweede snede is de kans groot dat bij een streefopbrengst van ongeveer 3000 kg ds toch bij een hogere opbrengst wordt gemaaid. Er is in die periode sprake van hoge groeisnelheden (tot 200 kg ds per ha per dag). In de maand juni zullen de opbrengsten bij maaien rond de 3000 kg komen te liggen en soms zelfs daaronder. Bij latere maaisneden, zeker in de maanden augustus en september, ligt de werkelijke opbrengst bij 2500 kg ds of minder.

## 4 Het criterium voor een bemestingsadvies

Voor een goede vaststelling van de stikstofbemesting zijn berekeningen in bedrijfsverband nodig, om het geheel van kosten, opbrengsten en mineralenverliezen integraal mee te nemen.

Bij deze berekeningen in bedrijfsverband hoort altijd een criterium, een randvoorwaarde. Dat kan een bedrijfseconomisch criterium zijn, bijvoorbeeld het behalen van een zo hoog mogelijk inkomen op het bedrijf. Maar ook een milieukundig criterium, zoals een maximaal toegestaan mineralenverlies (de basis voor het Mineralen Aangifte Systeem MINAS) kan worden gebruikt om de bemesting op jaarbasis vast te stellen. Met berekeningen in bedrijfsverband kan worden vastgesteld welke aanvoer met kunstmest nog mogelijk is, hoeveel werkzame stikstof er in de dierlijke mest zit en welke jaargift aan stikstof daar bij hoort.

Bij de berekende stikstofjaargift moet vervolgens een verdeling over de sneden worden berekend. Voor deze verdeling is ook een criterium nodig. Dat criterium moet rekening houden met diverse aspecten van graslandgebruik: gras van de eerste snede wordt anders gewaardeerd dan herfstgras; een maaisnede moet anders worden bemest dan een weidesnede e.d.

Bij de vaststelling van het bemestingsadvies 1994 is gewerkt met een marginaal stikstofeffect per snede van 7,5 kg ds per kg N. De laatst gestrooide kg N moet dus minimaal een opbrengstverhoging van 7,5 kg ds realiseren. Deze benadering is gekozen omdat dan rekening gehouden wordt met de specifieke omstandigheden per snede:

- de invloed van de (geplande) drogestof-opbrengst per snede op de optimale stikstofgift. Lage geplande opbrengsten hebben een lage optimale stikstofgift, hoge geplande opbrengsten een hoge optimale stikstofgift
- de invloed van voorgaande bemestingen. Hoge bemesting in voorgaande sneden leidt tot een sterkere nawerking. Het effect van een "verse" N-gift wordt daardoor kleiner.
- de invloed van het tijdstip in het groeiseizoen. Vanaf juni is er sprake van een afnemende gewasreactie op stikstofbemesting.

De stikstofjaargift was bij deze benadering steeds een resultante van de stikstofgiften per snede.

Indertijd is ook gezocht naar andere criteria die per snede gebruikt zouden kunnen worden, maar dit heeft niets opgeleverd. De voederwaarde van het gras of een minimale en maximale waarde voor het stikstofgehalte waren niet bruikbaar. Door onderzoekers is indertijd een maximale groeiduur van ongeveer vier weken voor een weidesnede genoemd als een mogelijk aspect dat gebruikt kan worden bij de vaststelling van optimale stikstofgiften. Uit landbouwkundig oogpunt is het bedrijfseconomisch criterium van de marginale opbrengst nog steeds het enige bruikbare.

Het marginale stikstofeffect per snede is ook binnen de context van MINAS een bruikbaar criterium omdat het rekening houdt met specifieke snede-aspecten en streeft naar een optimalisering van de aanwending van de stikstof.

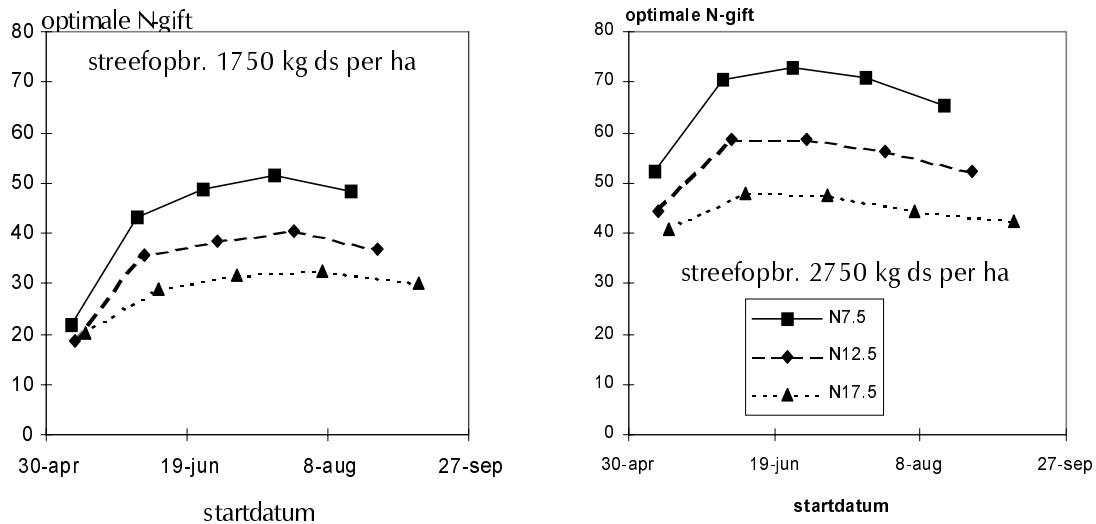
De vraag is welk marginaal stikstofeffect gebruikt moet worden bij de berekeningen op snedebasis. In het verleden is veel gewerkt met een effect van 7,5 kg droge-stof per kg N. Dat was gebaseerd op de prijzen van voer en kunstmest. Bij de prijzen zoals deze in de Kwantitatieve Informatie 1996/1997 (KWIN 96/97) staan, is het marginaal stikstofeffect ongeveer 11 kg droge-stof per kg N. (Bijlage 1). Uit de uitgevoerde gevoeligheidsanalyse blijkt een grote invloed van prijzen voor kunstmest en krachtvoer op het marginaal stikstofeffect. Ook is er sprake van een interactie tussen voer- en kunstmestprijs. Bij de kunstmestprijs speelt de directe aankoopprijs een rol, maar ook de indirecte kosten voor een hogere frequentie van graslandverbetering. De voerprijs wordt vooral bepaald door VEM-prijs, de invloed van de eiwitprijs op de voerprijs is erg klein. Bij een hogere voerprijs kan een lager marginaal effect worden geaccepteerd, bij een hogere kunstmestprijs juist een hoger marginaal effect (Bijlage 1).

De hoogte van het marginaal stikstofeffect heeft uiteraard invloed op de hoogte van de optimale stikstofgift. Uit berekeningen blijkt dat het marginaal stikstofeffect slechts weinig invloed heeft op de verdeling van de stikstof over de sneden (Figuur 2). Er is sprake van een redelijk vaste verhouding tussen de stikstofgiften bij een marginaal effect van 7,5 en 12,5 kg droge-stof per kg N, resp. bij 7,5 en 17,5 kg droge-stof per kg N (Tabel 3). In de tweede snede liggen de optimale giften bij 1750 kg ds erg dicht bij elkaar. Dit wordt veroorzaakt door een sterke stikstofnawerking van de eerste snede bij een

marginaal effect van 7,5 kg ds per kg N in combinatie met een geringe stikstofnawerking bij (17,5 kg ds per kg N).

**Tabel 3.** De optimale stikstofgiften per snede voor de tweede en latere sneden bij toepassing van een marginaal stikstofeffect van 7,5, 12,5 en 17,5 kg droge-stof per kg N bij streefopbrengsten van 1750 en 2750 kg ds per ha en de verhouding tussen de optimale stikstofgiften bij 12,5 en 17,5 t.o.v. 7,5 kg ds per kg N

kg ds/ha	snede	N7.5	N12.5	N17.5	N12.5/N7.5	N17.5/N7.5
1750	2	22	19	20	0,86	0,91
	3	43	36	29	0,84	0,67
	4	49	38	32	0,78	0,65
	5	51	40	32	0,78	0,63
	6	49	37	30	0,76	0,61
2750	2	52	45	41	0,87	0,79
	3	70	58	48	0,83	0,69
	4	73	59	47	0,81	0,64
	5	71	56	44	0,79	0,63
	6	65	52	42	0,80	0,65



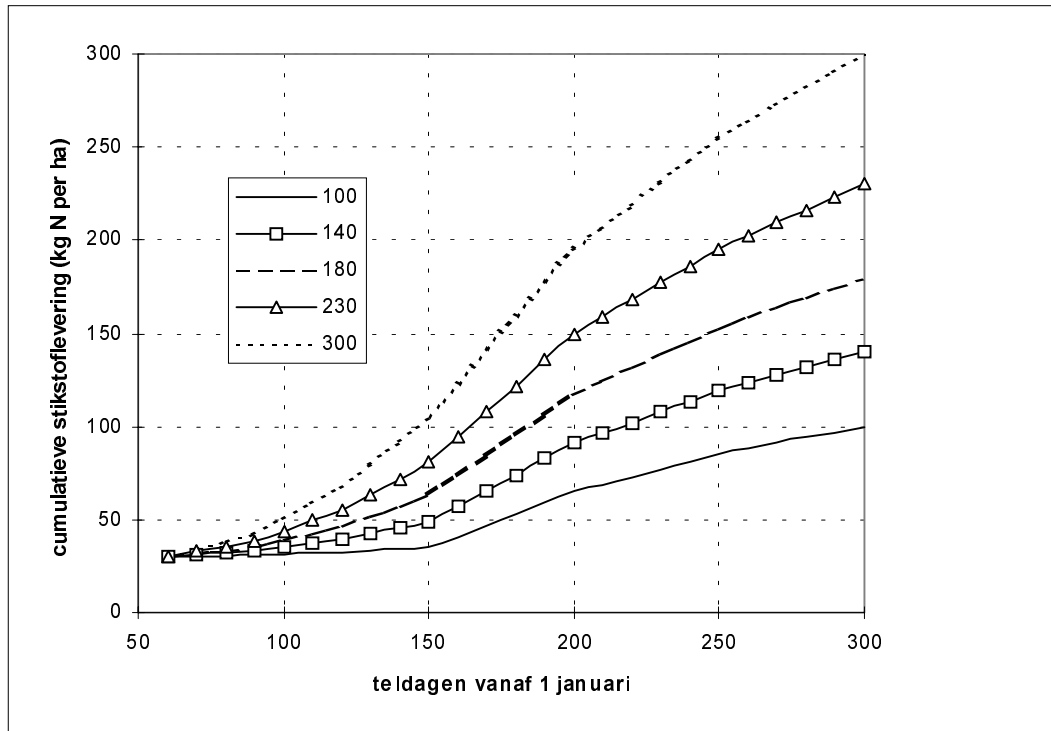
**Figuur 2.** De optimale stikstofgift in de tweede en latere sneden bij toepassing van een marginaal stikstofeffect van 7,5, 12,5 en 17,5 kg droge-stof per kg N bij streefopbrengsten van 1750 (links) en 2750 kg ds per ha (rechts)

In dit rapport wordt gerekend met een marginaal stikstofeffect van 7,5 kg droge-stof per kg N. De uitkomsten van de berekeningen zijn dan beter te vergelijken met de berekeningen zoals deze voor het bemestingsadvies 1994 zijn gemaakt. Omdat uit de vergelijking van verschillende marginale effecten een redelijk vaste verhouding tussen de berekende stikstofgiften bleek (Tabel 3) kunnen lagere bemestingsregime's worden berekend door alle snedegiften evenredig te verminderen. Door in berekeningen op jaarbasis steeds 50, 75 en 100 % van deze snedegiften te gebruiken, kan een traject aan stikstofjaargiften worden berekend. Via regressie-analyse kan een relatie worden gelegd tussen de bemesting per snede en de bijbehorende stikstofjaargift. In bemestingsadviesprogramma's kunnen gewenste jaargiften worden opgegeven. Met gebruikmaking van de ontwikkelde formules uit de regressie-analyse kan een verdeling van de stikstof over de sneden worden gegeven.

## 5 Het nieuwe bemestingsadvies

### 5.1 Basisberekeningen

De berekeningen zijn uitgevoerd met het grasgroeimodel GRAMIN voor een goed vochthoudende zandgrond en een stikstoflevering van 100, 140, 180, 230 en 300 kg N per ha per jaar. Het groeimodel is gebaseerd op onderzoek naar het groeiverloop van gras (Prins, 1980; Wieling en de Wit, 1987) en onderzoek naar de nawerking van eerder gegeven stikstof (Prins, 1980.; Vellinga, 1988). De verdeling van de stikstoflevering over het groeiseizoen is dezelfde als die voor het bemestingsadvies 1994 is gebruikt (Noij, 1992; Vellinga et al, 1993) (Figuur 3).

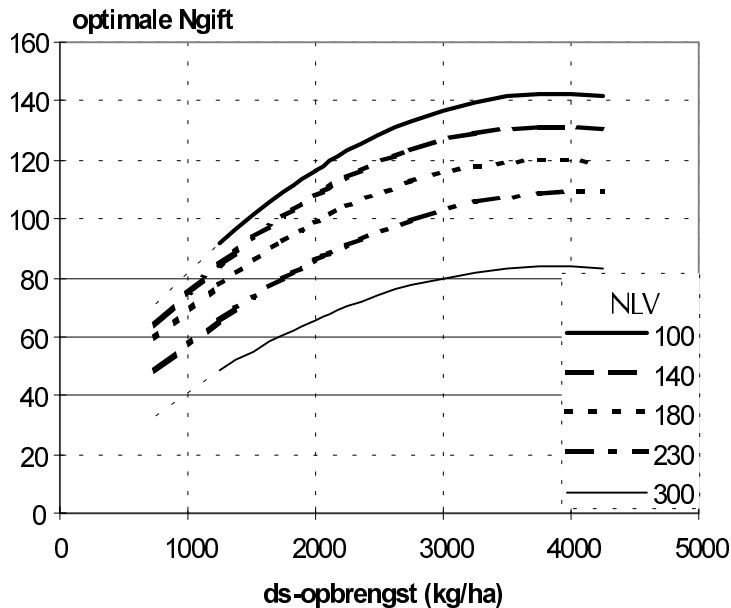


**Figuur 3** Verloop van de cumulatieve stikstoflevering gedurende het groeiseizoen bij een stikstoflevering van 100, 140, 180, 230 en 300 kg N per ha per jaar. Gegevens naar Noij (1992) en Vellinga et al. (1993)

Eerste snede

Met GRAMIN is het gehele traject aan droge-stofopbrengsten met stappen van ongeveer 500 kg doorgerekend. De optimale giften bij de exacte streefopbrengsten zijn berekend met lineaire regressie (Figuur 4). De invloed van het stikstofleverend vermogen van de grond is bij hoge streefopbrengsten groter dan bij lage streefopbrengsten, omdat bij een hoge opbrengst per snede een langere groeiperiode hoort. Bij een streefopbrengst van 1250 kg is het verschil in optimale gift tussen een stikstoflevering van 100 en 180 kg een hoeveelheid van 14 kg N. Bij een streefopbrengst van 3250 is dat verschil opgelopen tot 21 kg N.

De optimale stikstofgift gaat bij hoger wordende drogestof-opbrengsten steeds langzamer stijgen. Bij 3500 kg droge-stof en meer is er geen sprake meer van een stijging van de optimale stikstofgift.



**Figuur 4.** De optimale stikstofgift in de eerste snede bij gronden met een stikstoflevering van 100, 140, 180, 230 en 300 kg N per ha per jaar

Tweede en latere sneden

Voor de tweede en latere sneden is dezelfde benadering gekozen. Steeds wordt de optimale stikstofgift over een breed opbrengsttraject berekend. De optimale giften bij de exacte streefopbrengsten worden vervolgens met lineaire regressie vastgesteld.

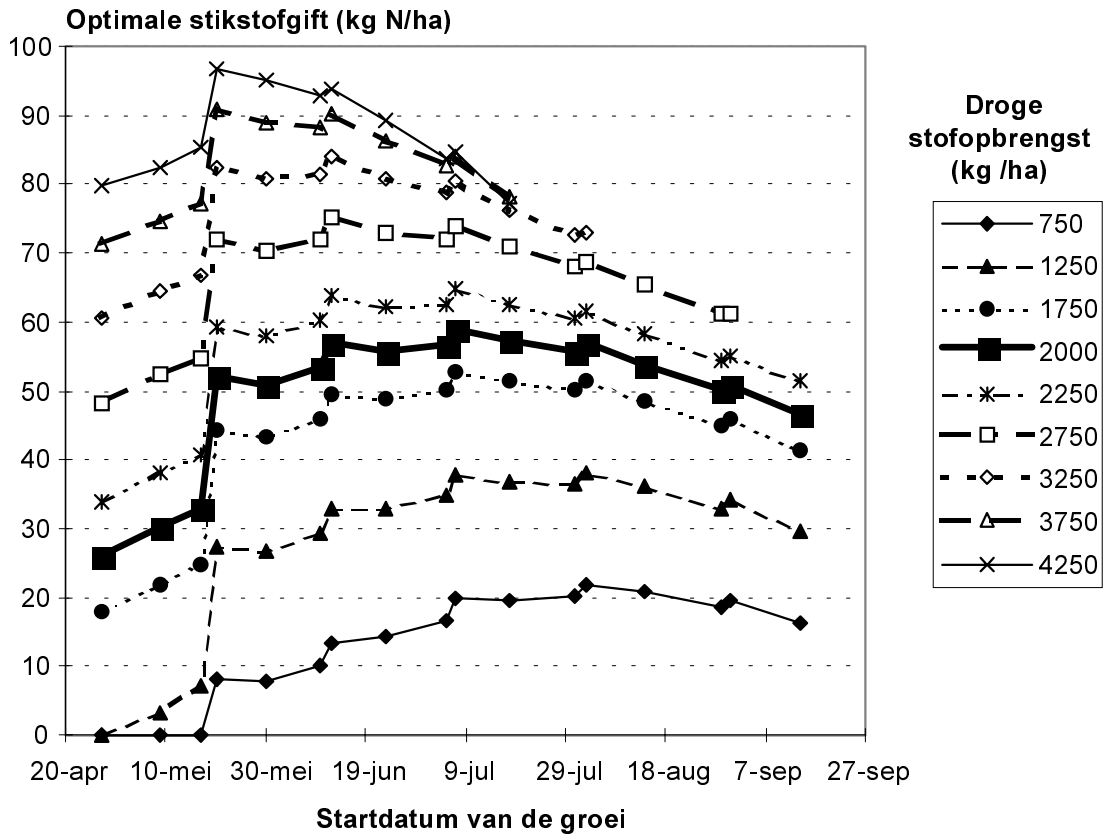
De keuze van de voorgaande sneden is erg belangrijk. Deze moet in alle berekeningen gelijk zijn. Alle voorgaande sneden worden bij 2000 kg ds gemaaid. Het gebruik van deze opbrengst in de voorgaande sneden heeft de volgende redenen:

- Bij een weidesnede wordt ongeveer 2000 kg ds geproduceerd; inscharen bij 1700 kg ds plus de bijgroei tijdens de beweiding. Deze opbrengst komt in het praktisch graslandgebruik veel voor.
- Hergroeivertraging treedt pas op bij droge stofopbrengsten van meer dan 2000 kg per ha.
- Een overmatige stikstofnawerking door lichte sneden treedt niet op.

De bemesting van deze voorgaande sneden is steeds het berekende optimum bij 2000 kg ds.

Als streefopbrengsten na 50 dagen nog niet zijn bereikt, wordt geen optimale stikstofgift meer berekend.

De berekeningen zijn uitgevoerd bij stikstofleveringen van 100, 140, 180, 230 en 300 kg N per ha per jaar.



**Figuur 5.** De optimale stikstofgift bij verschillende drogestof-opbrengsten gedurende het groeiseizoen bij een stikstoflevering van 180 kg N per ha per jaar

Bij de situatie met een stikstoflevering van 180 kg zijn extra berekeningen uitgevoerd (Figuur 5). Daar is de startdatum van de eerste snede gevarieerd om voor de tweede en latere sneden meer startdata te krijgen. Bij simulatie van de grasgroei kunnen voor één groeiseizoen zes tot zeven sneden worden berekend. Door nu de startdatum te variëren, kunnen in totaal drie reeksen van elk zes of zeven sneden worden berekend. Doel was om te kijken of een dergelijke reeks aan startdata aanvullende informatie op zou leveren. De punten op elke lijn liggen steeds in groepjes van drie bij elkaar. Het laatste punt in elk groepje van drie ligt steeds dicht bij de eerste van het volgende groepje. Deze drie punten zijn achtereenvolgens berekend door de eerste snede met 10 dagen te vervroegen t.o.v. de standaardwaarde voor midden Nederland, die standaardwaarde te gebruiken en een vertraging van 10 dagen toe te passen. Omdat bij de latere sneden de startdatum van de groei een duidelijke rol speelt, is deze op de horizontale as geplaatst.

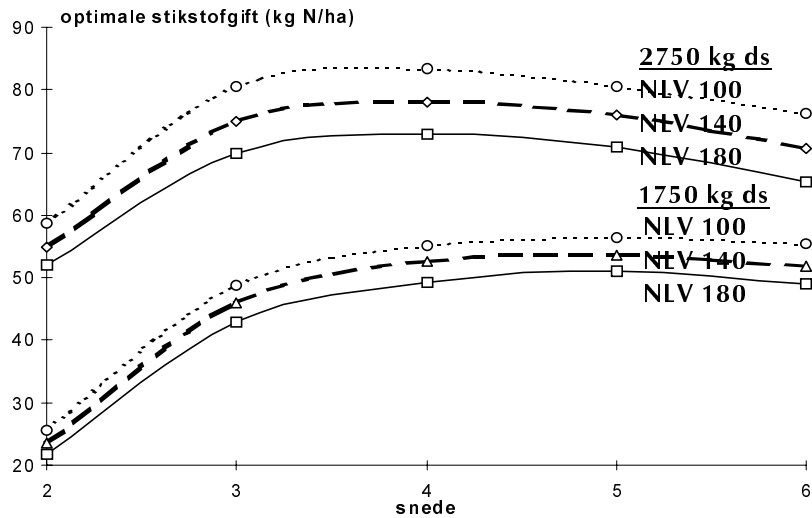
Toepassing van een breed traject van startdata van de eerste snede voegde weinig extra's toe ten opzichte van alleen de standaardwaarde. Het algemene verloop van de optimale stikstofgift werd niet wezenlijk anders door deze extra punten. Voor stikstofleveringen van 100, 140, 230 en 300 kg per ha per jaar zijn de berekeningen daarom alleen maar gedaan voor de standaardwaarde.

In Figuur 5 zijn nog twee dingen het vermelden waard:

1. De optimale stikstofgift voor de tweede snede is lager dan de optimale stikstofgift voor de derde snede. Het verschil bedraagt ongeveer 20 kg N bij een normale weidesnede en ongeveer 15 kg N bij een normale maaisnede. Dit is een gevolg van de sterke nawerking van stikstof uit de eerste snede. Deze sterke nawerking van stikstof is in diverse proeven aangetoond (bewerkte gegevens van Prins, 1980 en ongepubliceerde data PR-onderzoek). Ook in Engels onderzoek (Hunt, 1974) wordt hiervan melding gemaakt.
2. De optimale stikstofgift van de lage drogestof-opbrengsten (< 2000 kg ds per ha) blijft over het gehele groeiseizoen ongeveer gelijk of daalt slechts licht. Bij de hogere drogestof-opbrengsten treedt in de tweede helft van het groeiseizoen een daling op van de optimale N-giften. Hoe hoger de streefopbrengst, hoe eerder de optimale N-gift gaat dalen. Dat heeft te maken met het aantal

groeidagen. Zodra de groeiduur voor een opbrengst boven de 30 dagen komt, gaat de optimale N-gift dalen. De verklaring hiervoor is waarschijnlijk dat na dertig dagen de groeisnelheid weer begint af te nemen. De onderhoudsbehoefte van het gras blijft nog stijgen, terwijl de fotosynthese niet meer toeneemt. Tegelijkertijd begint onderin blad af te sterven.

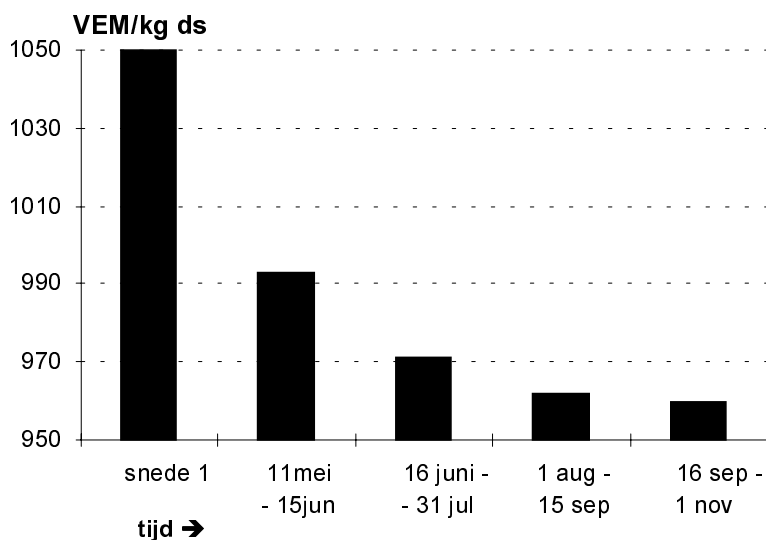
De invloed van de stikstoflevering op de optimale stikstofgift is groter bij hogere streefopbrengsten (Figuur 6). Door de langere groeiperiode is het verschil in stikstoflevering tussen de beide 'percelen' groter. Dit effect is ook in de eerste snede gevonden.



**Figuur 6.** De optimale stikstofgift tijdens het groeiseizoen bij twee streefopbrengsten en bij drie niveaus van stikstoflevering

De tot nu toe gegenereerde data moeten nog een verdere bewerking ondergaan voor ze bruikbaar zijn als bemestingsadvies. Daarbij worden de volgende zaken in acht genomen:

Waardering van gras tijdens het groeiseizoen.



**Figuur 7.** VEM-gehalte van weidegras tijdens beweiding bij inscharen bij 1700 kg ds per ha bij het bemestingsadvies 1994 en berekend volgens GRAMIN

Er is sprake van een afnemende voederwaarde (VEM-gehalte) (Figuur 7) en smakelijkheid van het gras in de loop van het groeiseizoen. De afnemende smakelijkheid heeft te maken met verontreiniging



uit voorgaande beweidingen (resten, mest en modder) en met een vochtiger, muffe gewas. Soms treedt er ook roest op. In het laatste geval is er sprake van een sterke afname van de smakelijkheid. Om in de adviesgiften per snede rekening te houden met het verloop van de voederwaarde en de smakelijkheid is een wegingsfactor per maand toegepast (Tabel 4). Omdat de in de eerste snede erg hoog is, is de weging ervoor op 1,05 gesteld. Voor de maanden mei en juni met goede voederwaarden van het gras en relatief veel "schoon" gras, wordt de wegingsfactor op 1,0 gezet. Voor de periode erna met lagere voederwaardes en minder smakelijk gras op 0,9.

**Tabel 4.** Weging van de optimale N-giften per snede voor de energie-inhoud (VEM) en de smakelijkheid van het gras

Periode	Weging voor VEM en smakelijkheid
eerste snede	1,05
latere sneden voor 1 juli	1,00
latere sneden na 1 juli	0,90

Interpolatie voor tussenliggende niveaus van stikstoflevering.

Nu zijn alleen nog maar optimale N-giften bekend voor vijf niveaus van stikstoflevering. Om voor alle andere waarden van stikstoflevering een optimale N-gift te berekenen, is lineaire interpolatie uitgevoerd tussen de waarden bij een NLV van 100, 140, 180, 230 en 300 kg N.

Niet afronden van berekende adviesgiften.

De berekende advieswaarden bij 100, 140, 180, 230 en 300 kg stikstoflevering worden niet afgerond op hoeveelheden van 5 of 10 kg N. Als wordt afgerond, ontstaan onnauwkeurigheden in de adviesgiften voor de andere niveaus van stikstofleverend vermogen. Ook zal bij aanwending van drijfmest de werkzame stikstof nog van de adviesgift afgetrokken worden om de kunstmestgift te berekenen. Vaak wordt dan die berekende kunstmestgift nog eens afgerond. Afronding moet daarom in de adviesgiften niet gebeuren. Dat kan pas worden gedaan als alle correcties zijn geweest (stikstoflevering, werkzame N uit drijfmest én omrekening van kunstmest N naar kg KAS, MAS of wat dan ook).

Middelen van adviesgiften voor de derde en vierde snede.

De optimale stikstofgiften voor de eerste en tweede snede zijn ongewijzigd overgenomen. Voor de maanden mei en juni is één gemiddelde waarde berekend, gebaseerd op de derde en vierde snede. Voor juli, augustus en september zijn steeds de berekende waarden van de vijfde, zesde en zevende snede genomen.

Geen oplopende stikstofgiften in de tweede helft van het groeiseizoen.

Er is bij de lagere streefopbrengsten sprake van een licht oplopende optimale stikstofgift. dat is een gevolg van de toenemende groeiduur voor die streefopbrengst. Pas als de groeiduur langer is dan 30 dagen, neemt de optimale stikstofgift weer af (Figuur 5). Het is uit oogpunt van een goede N-benutting niet verstandig een oplopende gift te adviseren.

**Tabel 5.** Optimale stikstofgiften per snede en per maand bij stikstofleveringen van 100, 140, 180, 230 en 300 kg N per ha per jaar

VEM-weging		1,05	1,00	1,00	0,90	0,90	0,90
NLV = 100	ds (kg/ha)	snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep
zeer licht weiden	< 1000	75	0	12	12	12	12
licht weiden	< 1500	97	6	33	33	33	32
weiden	< 2000	114	25	52	50	50	45
licht maaien	< 2500	129	43	68	63	60	57
maaien	< 3000	140	59	82	73	68	-
zwaar maaien	> 3000	146	72	93	80	-	-
NLV = 140							
zeer licht weiden	< 1000	69	0	12	12	12	12
licht weiden	< 1500	89	5	32	32	32	29
weiden	< 2000	106	24	49	48	47	41
licht maaien	< 2500	119	41	64	60	56	50
maaien	< 3000	129	56	77	68	63	-
zwaar maaien	> 3000	135	69	87	74	-	-
NLV = 180							
zeer licht weiden	< 1000	63	0	11	11	11	11
licht weiden	< 1500	82	3	30	30	30	27
weiden	< 2000	98	22	46	46	44	37
licht maaien	< 2500	109	38	60	57	52	42
maaien	< 3000	119	52	72	64	59	-
zwaar maaien	> 3000	124	65	81	68	-	-
NLV = 230							
zeer licht weiden	< 1000	51	0	9	9	9	9
licht weiden	< 1500	69	2	27	27	27	23
weiden	< 2000	84	19	42	42	40	33
licht maaien	< 2500	96	34	55	52	48	41
maaien	< 3000	105	48	65	58	53	-
zwaar maaien	> 3000	111	59	73	62	-	-
NLV = 300							
zeer licht weiden	< 1000	35	0	5	5	5	5
licht weiden	< 1500	51	2	21	21	21	19
weiden	< 2000	64	16	35	35	34	27
licht maaien	< 2500	74	29	45	45	40	32
maaien	< 3000	82	38	54	50	42	-
zwaar maaien	> 3000	86	48	59	53	-	-

Op basis van de bovengenoemde punten zijn de basisgegevens bewerkt tot bemestingsadviezen. Tabel 5 geeft de uiteindelijke adviesgiften voor de vijf niveaus van stikstoflevering waarmee ook basisberekeningen zijn uitgevoerd. Voor alle andere niveaus van 100 tot 300 kg N per ha per jaar zijn de adviesgiften berekend (Bijlage 2) Voor de weergave in de bijlagen is gekozen voor stappen in het stikstofleverend vermogen van 10 kg N per ha per jaar. Voor alle tussenliggende waarden van stikstoflevering kan handmatig of via een bemestingsadviesprogramma een bemestingsadvies worden uitgerekend.

#### Afbouw van de bemesting later in het groeiseizoen.

In de waarden van Tabel 5 is al een zekere mate van afbouw van de stikstofbemesting gegeven. Deze afbouw is minder sterk dan in het huidige bemestingsadvies is ingebouwd en treedt alleen op bij de klassen licht maaien (2000-2500) en maaien (2500 - 3000).

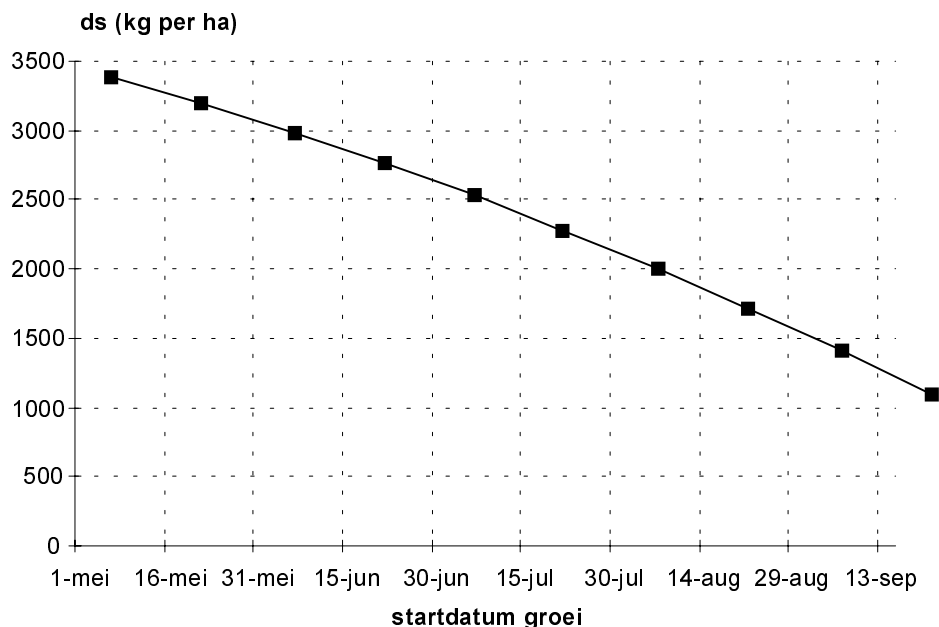
Naast de afbouw op basis van waardering van voederwaarde en smakelijkheid, komt er in het nieuwe bemestingsadvies nog een andere vorm van afbouw die aansluit bij het graslandgebruik en de

seizoensinvloed op de groei. Daarvoor wordt gebruik gemaakt van de drogestof-opbrengsten na 30 dagen groei. Na een groeiperiode van 30 dagen is de maximale groeisnelheid bereikt en zal deze weer langzaam afnemen door een stijgende onderhoudsbehoefte van het grasgewas. Ook begint onderin het gewas het oudste blad af te sterven. De smakelijkheid van het gras zal daardoor afnemen. In veel gevallen zal de groeiduur voor een weidesnede maximaal 30 dagen bedragen. Dat betekent dat aan het eind van het groeiseizoen vaak bij lagere opbrengsten wordt ingeschaard. Bij slechtere groeiomstandigheden, zoals bijvoorbeeld door droogte, wordt ook veelal bij lagere opbrengsten ingeschaard in plaats van bij langere groeiduren. Bij maaien komen nog wel eens langere groeiduren voor, met name bij droge perioden. De drogestof-opbrengst na 30 dagen groei is berekend bij toepassing van de optimale giften per snede voor situaties zonder noemenswaardige droogteschade. De opbrengst varieert dan van ongeveer 3500 kg ds in begin mei tot 1300 kg ds half september (Figuur 8).

In het huidige bemestingsadvies staan voor de periode na 1 juli adviesgiften voor opbrengsten boven 2500 kg ds. Berekeningen met GRAMIN geven aan dat voor een goed vochthoudende grond vanaf begin juli opbrengsten van 2500 kg ds en hoger niet gehaald kunnen worden bij een groeiperiode van 30 dagen of minder. Het heeft dus weinig zin om vanaf 1 juli nog voor de opbrengstklasse 2500 - 3000 kg ds te gaan bemesten. Als men een perceel wil bemesten in juli om dat in augustus te gaan maaien, moet automatisch het advies voor een lichte maaisnede worden gegeven (opbrengst 2000 tot 2500 kg ds per ha). Vanaf begin augustus moet voor maaisneden automatisch het advies voor een opbrengst van 1500 tot 2000 kg ds per ha worden gegeven.

Voor weidesneden geldt ongeveer eenzelfde benadering. Op basis van de drogestof-opbrengst na 30 dagen, is een lagere bemesting voor weidesneden pas vanaf 1 september op zijn plaats. Omdat veehouders vaak al in de nazomer beginnen met inscharen bij lagere opbrengsten, wordt ook in augustus de adviesgift voor weidesneden van 1500 - 2000 kg ds per ha al teruggebracht naar de klasse voor 1000 tot 1500 kg ds per ha.

Bij maaisneden is de bereidheid om meer dan 30 dagen te wachten wel groter dan bij weidesneden. Dat zou aanleiding kunnen zijn om toch een hogere gift bij maaien te adviseren. Daar tegenover staat dat maaisneden vaak weideresten bevatten en dat de maaiopbrengst een combinatie is van nieuw gras met weideresten. Daarom worden maai- en weidesneden gelijk behandeld volgens het "30-dagen-criterium".



**Figuur 8** De drogestof-opbrengst na een periode van 30 dagen groei bij toepassing van de optimale bemesting op een goed vochthoudende grond

*Uitwerking voor situaties met groeiderving door droogte*

Hoewel de begrippen “droog” en “matig droog” niet exact zijn gedefinieerd, wordt hier toch een algemene richtlijn gegeven voor de bemesting bij droogte. Op basis van de lijn in Figuur 8 (omstandigheden zonder groeireductie) kan een schatting worden gemaakt van de haalbare grasproductie onder droge omstandigheden. Daarna kan de passende bemesting worden afgelezen uit de tabellen.

Schatting van de haalbare productie is niet eenvoudig. In het project “Beregenen op maat” is ervaring opgedaan met een eenvoudige vochtbepaling in combinatie met een “Beregeningswijzer”. Als de grond volgens de Beregeningswijzer droog is en beregend moet worden, is de grasgroei minder dan de helft van de normale groei. Als dan niet wordt beregend, betekent dat bij een in de maand juli een drogestof-opbrengst na 30 dagen van ongeveer 900 tot maximaal 1300 kg ds per ha. Deze waarden zijn de helft van de in Figuur 8 weergegeven opbrengsten. De maximale bemesting is dan die voor “licht weiden” (1000 - 1500 kg ds per ha). In erg droge gevallen is een nog kleinere bemesting te overwegen of deze zelfs geheel achterwege te laten. Als door beregening voldoende vocht beschikbaar komt kan voor een normale weidesnede worden bemest.

Als bij vochtmeting en gebruik van de Beregeningswijzer nog geen berekening nodig is, gaan we uit van een groei van ongeveer 75 % van de normale groei. Dan kan in een periode van 30 dagen een drogestof-opbrengst worden bereikt van maximaal 1500 tot 2000 kg per ha. In dat geval is een bemesting voor “weiden” (1500 - 2000 kg ds per ha) passend.

Zonder het uitvoeren van vochtbepalingen en gebruik van een beregeningswijzer is het inschatten van de droogte en de groeireductie een lastige zaak.

## 5.2 Het bemestingsadvies voor omweiden, zomerstalvoeren en maaien

De afbouw op basis van groeidagen en de correctie voor droogte leidt tot de vaststelling van het bemestingsadvies (Tabel 6). Er ontstaat een maximale stikstofgift per maand.

De stikstofgift voor maaien wordt aangegeven door de “lijn” met grijs gekleurde velden (uitgaande van “normaal maaien” bij opgave door de veehouder).

De stikstofgift voor “normaal weiden” wordt aangegeven met een tweede “lijn” met extra omlijnde cellen en een lichte grijskleuring in de tabel. In de maand september vallen de adviezen voor weiden en maaien samen.

Voor zomerstalvoeren wordt een streefopbrengst van 2300 kg ds geadviseerd. Dat betekent dat tot en met juli bemest kan worden volgens de streefopbrengst 2000 - 2500 kg ds per ha. Vanaf augustus moet voor een lagere opbrengst worden bemest. Voor de eerste en tweede snede en de periode mei/juni komt dat neer op de witte “lijn” tussen de grijze lijn voor maaien en de lichtgrijze lijn voor weiden. Vanaf juli vallen de adviezen voor zomerstalvoeren samen met adviezen voor maaien.

Bij sterke groeideriving door droogte is de maximale bemesting die voor “licht weiden” (1000 - 1500 kg ds per ha). Dat is aangegeven door dun omlijnde cellen in Tabel 6. In erg droge gevallen is een nog kleinere bemesting te overwegen of deze zelfs geheel achterwege te laten. Als door beregening voldoende vocht beschikbaar komt kan voor een normale weidesnede worden bemest.

Tabel 6 is wat betreft getallen geheel gelijk aan Tabel 5, het enige verschil zit in de aangebrachte arceringen voor de geadviseerde giften. Als de veehouder op een andere manier wil werken en bijvoorbeeld bereid is om langer te wachten dan de hier gehanteerde 30 dagen, biedt de tabel de mogelijkheid om toch bijpassende giften te vinden.

De aanpassingen (naar boven in het begin van het groeiseizoen en naar beneden aan het eind) sluiten aan bij het praktisch graslandgebruik en bij de wensen van de veehouder om de eerste snede goed te bemesten en om de bemesting af te bouwen later in het seizoen. Ook wordt door deze afbouw het risico van winterschade verder verkleind.

**Tabel 6.** Bemestingsadvies per snede en per maand bij stikstofleveringen van 100, 140, 180, 230 en 300 kg N per ha per jaar

VEM-weging		1,05	1,00	1,00	0,90	0,90	0,90
NLV = 100 ds (kg/ha)		snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep
zeer licht weiden	1000-	75	0	12	12	12	12
licht weiden	<1500	97	6	33	33	33	32
weiden	<2000	114	25	52	50	50	45
licht maaien	<2500	129	43	68	63	60	57
maaien	<3000	140	59	82	73	68	-
zwaar maaien	3000+	146	72	93	80	-	-
NLV = 140							
zeer licht weiden	1000-	69	0	12	12	12	12
licht weiden	<1500	89	5	32	32	32	29
weiden	<2000	106	24	49	48	47	41
licht maaien	<2500	119	41	64	60	56	50
maaien	<3000	129	56	77	68	63	-
zwaar maaien	3000+	135	69	87	74	-	-
NLV = 180							
zeer licht weiden	1000-	63	0	11	11	11	11
licht weiden	<1500	82	3	30	30	30	27
weiden	<2000	98	22	46	46	44	37
licht maaien	<2500	109	38	60	57	52	42
maaien	<3000	119	52	72	64	59	-
zwaar maaien	3000+	124	65	81	68	-	-
NLV = 230							
zeer licht weiden	1000-	51	0	9	9	9	9
licht weiden	<1500	69	2	27	27	27	23
weiden	<2000	84	19	42	42	40	33
licht maaien	<2500	96	34	55	52	48	41
maaien	<3000	105	48	65	58	53	-
zwaar maaien	3000+	111	59	73	62	-	-
NLV = 300							
zeer licht weiden	1000-	35	0	5	5	5	5
licht weiden	<1500	51	2	21	21	21	19
weiden	<2000	64	16	35	35	34	27
licht maaien	<2500	74	29	45	45	40	32
maaien	<3000	82	38	54	50	42	-
zwaar maaien	3000+	86	48	59	53	-	-

### 5.3 Het bemestingsadvies voor standweiden

Het bemestingsadvies 1998 zoals dat in hoofdstuk 5.2 is beschreven geldt voor weiden, stalvoeren en maaien. Voor standweiden is dat advies slechts gedeeltelijk bruikbaar. De bemestingsadviezen voor de maaisneden zijn ook bij standweiden toepasbaar. Bij standweiden is geen sprake van aparte weidesneden en moet dus een andere oplossing worden gevonden. In de vorige bemestingsadviezen werd dit vaak opgelost door een hoeveelheid stikstof per tijdseenheid van 3 of 4 weken op te geven. Daarbij waren dan twee mogelijkheden: de strooifrequentie bleef gedurende het gehele seizoen gelijk, maar de hoeveelheid N per keer werd steeds minder of de strooifrequentie werd geleidelijk minder en de hoeveelheid N per keer bleef gelijk. De gekozen mogelijkheid was soms afhankelijk van de

voorkeur van degene die het advies gaf en soms van de veehouder zelf. Om beide keuze mogelijkheden open te houden in het bemestingsadvies is de volgende werkwijze gekozen:

- Voor de bemesting van de eerste snede is uitgegaan van een bemesting voor een lichte weidesnede (1000 - 1500 kg ds per ha).
- Na de eerste snede wordt op basis van de bemestingsadviezen voor weidesneden de stikstofgift per ha per dag vastgesteld (Tabel 7).

De hoeveelheid per dag wordt steeds opgeteld bij het totaal van de vorige dagen. Als een strooibare hoeveelheid is bereikt, kan de kunstmest worden gegeven. Daarna begint het optellen opnieuw, tot over enige tijd weer een strooibare hoeveelheid is bereikt. Als een vaste strooifrequentie van bijvoorbeeld eens per drie weken wordt gekozen, wordt over die vaste periode een totaal te strooien hoeveelheid berekend. Deze berekeningen worden een stuk eenvoudiger als gebruik wordt gemaakt van bemestingsadviesprogrammas op een computer.

De werking van N uit dierlijke mest moet dan op de juiste wijze worden ingerekend. De werking is berekend bij weide- en maaisneden met een gemiddelde groeiduur van ongeveer 4 weken. Bij een strooifrequentie van eens per drie weken kan dus niet de volledig werking van één snede worden verrekend. Er moet dus ongeveer driekwart van de werkzame N worden verrekend per keer strooien. Als aanvulling daarop moet dus wel in een vijfde en eventueel een zesde strooiperiode rekening worden gehouden met werkzame N uit dierlijke mest. Door de werking van dierlijke mest ook op dagbasis in te rekenen, kan het probleem van de verschillende periodelengtes worden opgelost en kan de werking van dierlijke mest juist worden meegenomen. Ook voor deze werkwijze is een bemestingsadviesprogramma een nuttig gereedschap.

**Tabel 7.** Stikstofbemestingsadvies voor standweiden. Maaisneden worden bemest zoals weergegeven bij omweiden, stalvoeren en maaien

NLV	Snede 1 kg/snede	april kg/dag	mei kg/dag	juni kg/dag	juli kg/dag	aug kg/dag	sep kg/dag
50	106	2.85	2.85	2.20	2.00	1.10	1.10
100	95	2.64	2.64	2.04	1.85	1.02	1.02
140	86	2.47	2.47	1.91	1.73	0.96	0.96
180	77	2.30	2.30	1.78	1.61	0.89	0.89
230	66	2.09	2.09	1.62	1.46	0.81	0.81
300	51	1.80	1.80	1.40	1.25	0.70	0.70

#### 5.4 Correcties voor onjuiste bemestingen

Het kan voorkomen dat een snede anders wordt gebruikt dan eerst was gepland. Bij een zeer voorspoedige grasgroei kan de opbrengst van een perceel te hoog worden om goed te beweiden. Het perceel wordt dan gemaaid. Het omgekeerde kan evengoed gebeuren; een geplande maaisnede die bij een opbrengst van ongeveer 1500 tot 2000 kg ds per ha wordt geweid omdat de grasgroei tegenviel. Ook kan het gebeuren dat een weidesnede in een veel jonger stadium wordt gebruikt dan was gepland.

Bij het maaien van een doorgegroeide weidesnede is er eigenlijk te weinig bemest, bij het gebruiken van sneden bij een lagere opbrengst dan waarvoor is bemest, is er sprake van teveel gegeven stikstof.

In het bemestingsadvies 1994 was er een correctie achteraf voor te zware bemestingen. Als een perceel werd gebruikt bij een lagere opbrengstklasse dan waarvoor was bemest, moest de bemesting voor de volgende snede met 15 kg N worden gekort. In een aantal bemestingsadviesprogrammas werd dat (vrij) vertaald door de helft van de teveel gegeven stikstof van de voorgaande snede in de nieuw te bemesten snede te korten. Deze "50-procents-regel" was eenvoudiger toe te passen bij andere NLV-klassen en bij lagere bemestingsregime's. Voor een te lage bemesting in de voorgaande snede werd geen toeslag gegeven.

De kortingen waren gebaseerd op het verschil in opgenomen stikstof tussen de verschillende opbrengstklassen.

Voor de vaststelling van de kortingen en toeslagen bij het bemestingsadvies 1998 is als volgt te werk gegaan:

- Vaststellen van de optimale stikstofgift voor snede 2,3 en 4 bij de streefopbrengsten 1250, 1750, 2250 en 2750 kg ds per ha.
- De opbrengst van de voorgaande snede is gevarieerd van ongeveer 1500, 2000, 2500 en 3000 kg ds. In de tot nu toe uitgevoerde berekeningen was de opbrengst van de voorgaande snede steeds 2000 kg ds.
- Ook de bemesting van de voorgaande snede is gevarieerd. Sneden van 1500, 2000, 2500 en 3000 kg ds zijn bemest voor licht weiden, weiden, licht maaien en normaal maaien, dus de klassen 1000-1500, 1500-2000, 2000-2500 en 2500-3000 kg ds per ha.

#### Resultaten van de uitgevoerde berekeningen:

Tweede snede:

- Te licht bemesten van de eerste snede leidt tot hogere optimale N-giften in de tweede snede. Te zwaar bemesten van de eerste snede leidt tot lagere optimale giften in de tweede snede. Het effect van over- en onderbemesting van de voorgaande snede op de optimale stikstofgift is sterk variabel. De effecten van te licht bemesten zijn iets sterker dan van te zwaar bemesten.
- Als de eerste snede wordt bemest voor maaien (opbrengstklasse 2500 - 3000 kg ds) en ook bij die opbrengst wordt gemaaid, is de optimale stikstofgift voor de tweede snede ongeveer 10 kg hoger dan wanneer de eerste snede wordt beweide.

Derde snede:

- Het voorgaand gebruik van de tweede snede heeft nauwelijks invloed op de optimale stikstofgift in de derde snede, mits juist is bemest.
- Overbemesting in de voorgaande snede leidt tot een lagere optimale N-gift, terwijl onderbemesting tot een hogere optimale N-gift leidt. Het effect is minder sterk dan in de tweede snede. Ook hier is het effect van over- en onderbemesting van de voorgaande snede op de optimale stikstofgift sterk variabel.

In de vierde snede:

- Ook hier heeft het voorgaand gebruik geen invloed op de optimale stikstofgift.
- Overbemesting in de voorgaande snede leidt tot een lagere optimale N-gift, terwijl onderbemesting tot een hogere optimale N-gift leidt. Het effect is minder sterk dan in de tweede en derde snede. Ook hier is het effect van over- en onderbemesting van de voorgaande snede op de optimale stikstofgift sterk variabel.
- Een opvallend punt is dat de optimale stikstofgift daalt als de voorgaande snede een lichte weidesnede is. Deze daling van de optimale stikstofgift treedt ook op als die lichte weidesnede correct is bemest. Het effect treedt op in de tweede en vierde snede, maar niet in de derde.

#### Uit te voeren correcties voor onjuiste bemestingen.

Op grond van het voorgaande worden twee correcties ingesteld:

1. een correctie voor over- en onderbemesting in de voorgaande snede. Deze correctie bedraagt 25 % van de te veel of te weinig gegeven stikstof in de voorgaande snede.
2. een aanvulling op de stikstofgift van de tweede snede als de eerste snede is gemaaid. De extra bemesting die gegeven mag worden nadat de eerste snede is gemaaid, bedraagt 10 kg bij een stikstoflevering 140 kg en 100 % van de adviesgiften. Daarbij hoort een stikstofjaargift van 350 kg N. Voor lagere stikstofjaargiften kan deze hoeveelheid verhoudingsgewijs worden aangepast. Bij een geplande stikstofjaargift van bijvoorbeeld 250 kg (ongeacht of dit nu gebeurt via een hoge NLV of een bewust lage bemesting) dan is de correctie  $250/350 \times 10 = 7$  kg N.

Een correctie voor de bemesting na licht weiden wordt niet gegeven, omdat de resultaten te variabel zijn.

## **5.5 Stikstofjaargiften**

Als de adviezen uit Tabel 6 worden toegepast, leidt dat tot een traject van stikstofjaargiften. Immers hogere adviesgiften per snede leiden tot hogere stikstofjaargiften. Zo zal op een droogtegevoelige grond de stikstofjaargift lager uitkomen, er worden minder sneden geoogst en er zijn in een aantal gevallen ook lichte sneden bij, die een lagere adviesgift hebben. Om een beeld te krijgen welke

stikstofjaargiften nu horen bij de vastgestelde snedeadviesen, zijn met de gegevens uit Tabel 6 een groot aantal situaties van graslandgebruik doorgerekend:

- stikstoflevering door de bodem van 50 tot 300 kg N per ha per jaar
- droogtegevoeligheid van de bodem, niet, matig en sterk, uitkomend op 0 - 5, 10 - 15 en 20 - 25 % opbrengstdepressie op jaarbasis.
- Maaipercentage variërend van 0 tot 300
- Toepassing van de volledige adviesgift, resp. 75 en 50 % van die giften.

De berekeningen worden gebruikt om bij een gewenste stikstofjaargift de passende snedeadviesen te kunnen berekenen. Immers, bij toepassing van MINAS zal de stikstofjaargift vaak een uitgangspunt zijn voor het graslandgebruik, in plaats van een resultante ervan. Een aantal resultaten van de berekeningen zullen hier worden besproken om te laten zien hoe het bemestingsadvies 1998 uitwerkt op jaarbasis.

#### Vergelijking bemestingsadvies 1994 met het bemestingsadvies 1998

**Tabel 8.** De gemiddelde stikstofjaargift bij omweiden op een goed vochthoudende zandgrond bij toepassing van het bemestingsadvies 1994 en 1998. Graslandgebruik weiden en maaien (maaipercentage eerste snede en totaal resp. 50 en 175)

advies 98		advies 94	
bemestingsregime	stikstofjaargift nieuw	bemestingsregime	stikstofjaargift oud
100 %	345	max.	424
75 %	255	max. - 100	320
50 %	160	max. - 200	199

Uit de berekeningen blijkt dat de stikstofjaargift bij toepassing van het advies 98 ongeveer 80 kg lager uitkomt dan het advies 94, bij lagere giften wordt het verschil kleiner. Het verschil in opbrengst tussen beide maximale adviezen is klein. De lagere bemesting van het advies 98 leidt tot een opbrengstdaling van ongeveer 400 kg ds. Dat betekent dat het effect van de laatste 80 kg N neerkomt op ongeveer 5 kg ds per kg N, hetgeen lager is dan het marginale stikstofeffect van 7,5 kg ds per kg N, waarmee veel wordt gerekend. Dat wordt deels veroorzaakt door de hogere stikstofgiften aan het eind van het seizoen in het advies 94 ten opzichte van het advies 98.

Bij toepassing van lagere bemestingsregime's zoals max. - 100 en max. - 200 in het advies 98 daalt de stikstofjaargift met resp. 105 en 120 kg N. giften per jaar. Bij het advies 98 leiden giften van 75 en 50 % van het maximum tot daling van resp. 90 en 95 kg N per ha per jaar.

#### Invloed van de stikstoflevering

In het advies 94 is het bemestingsverschil tussen de NLV-klassen 3 en 4 (stikstoflevering 200 en 140 kg N per ha per jaar) 60 kg N per ha per jaar. Dat is even veel als het verschil in stikstoflevering tussen beide klassen. Dat komt omdat indertijd simpelweg het verschil in stikstoflevering als bemestingsverschil is aangebracht.

In het advies 98 zijn eerst de snedegiften berekend bij verschillende niveaus van stikstoflevering. Daaruit zijn de stikstofjaargiften berekend (Tabel 9). Bij deze berekeningen blijkt dat een verschil in stikstoflevering van 200 kg N per ha per jaar (tussen 100 en 300 kg N per ha per jaar) leidt tot een verschil in stikstofjaargift van 145 kg N. Het bemestingsverschil is dus bijna driekwart van het verschil in stikstoflevering. In het traject van 100 tot 180 kg N, wat naar verwachting het belangrijkste zal zijn, leidt een verschil in stikstoflevering van 80 kg N tot een bemestingsverschil van 55 kg N. Ook dat bemestingsverschil is bijna driekwart van het verschil in stikstoflevering.

Er zijn verschillende redenen waarom het verschil in stikstoflevering op jaarbasis niet geheel tot uiting komt in het bemestingsverschil:

- Bij praktisch graslandgebruik er altijd een aantal dagen waarop niet met grasgroei wordt gerekend. Tijdens de veldperiode staat de grasgroei nagenoeg stil, bij beweiding is de groeisnelheid gemiddeld slechts de helft van de normale groei. De stikstoflevering op deze "gebruiksdagen" komt niet tot uiting in de stikstofgiften. Bij 6 sneden en een maaipercentage van 175 gaat het om 5 velddagen zonder groei en 16 weidedagen met gereduceerde groei.



- De stikstoflevering is bepaald door de stikstofopname op een onbemest object te meten. Daarbij hoort ook de stikstoflevering aan het eind van het groeiseizoen, een periode waarin geen bemesting meer wordt geadviseerd. Vanaf 15 september, de laatste dag dat bemesting wordt geadviseerd, tot eind oktober gaat het om ongeveer 40 dagen.

Bij toepassing van lagere giften per snede met resp. 75 en 50 %, worden de bemestingsverschillen tussen de verschillende niveaus van stikstoflevering kleiner. Bij 50 % van de maximale gift is het bemestingsverschil tussen een stikstoflevering van 100 en 180 kg N nog slechts 25 kg N. Dat is een gevolg van de eenvoudige halvering van de stikstofgift.

Uit Tabel 9 blijkt ook dat een eenvoudige halvering van de adviesgift per snede leidt tot stikstofjaargiften die minder dan helft van het 100 procent-advies bedragen. Dat is een gevolg van de iets langere groeiduur per snede, waardoor op jaarbasis iets minder sneden bemest en geoogst kunnen worden. Die langere groeiduren treden vooral op in de eerste helft van het groeiseizoen, in de tweede helft van het seizoen zorgt de "30-dagen-regel" voor gelijke groeiduren.

**Tabel 9.** De gemiddelde stikstofjaargift bij omweiden op een goed vochthoudende zandgrond bij toepassing van het bemestingsadvies 1998 bij verschillende niveaus van stikstoflevering door de bodem. Graslandgebruik weiden en maaien (maaipercentage eerste snede en totaal resp. 50 en 175)

Stikstoflevering	Percentage van maximale snedegift		
	100 %	75 %	50 %
50	400	290	185
100	375	275	170
140	345	255	160
180	320	235	145
230	280	205	125
300	230	165	100

*Invloed van stalvoeren, weiden en standweiden op de stikstofjaargift.*

In het voorgaande is een berekening gemaakt voor de situatie waarbij het grasland wordt geweid en gemaaid. Als het grasland voor zomerstalvoeren wordt gebruikt, wordt geadviseerd het gras voor directe vervoeding te maaien bij een opbrengst van ongeveer 2300 kg ds per ha. De gewone maaisneden voor wintervoer worden bij weiden en stalvoeren gelijk geoogst en bemest. De hogere opbrengst van stalvoersneden ten opzichte van weidesneden, de daarbij behorende langere groeiduur en de zwaardere bemesting per snede zullen bij zomerstalvoeren tot andere stikstofjaargiften leiden dan bij weiden. Uit een vergelijking van Tabel 9 en Tabel 10 blijkt dat de stikstofjaargift bij stalvoeren bij 100 % van de adviesgift 15 tot 20 kg N per ha per jaar hoger is dan bij weiden.

**Tabel 10.** De gemiddelde stikstofjaargift bij zomerstalvoeren op een goed vochthoudende zandgrond bij toepassing van het bemestingsadvies 1998 bij verschillende niveaus van stikstoflevering door de bodem. Graslandgebruik stalvoeren en maaien (maaipercentage eerste snede en totaal resp. 50 en 175)

Stikstoflevering	Percentage van maximale snedegift		
	100 %	75 %	50 %
50	420	305	190
100	390	285	175
140	365	265	165
180	335	245	150
230	300	215	135
300	250	180	115

De stikstofjaargiften bij standweiden zijn berekend door een graslandgebruik te simuleren met 50 % maaien in de eerste snede en 125 % maaien in de latere sneden. Het totaal maaipercentage bedraagt dus 175 %. Voor weiden zijn de stikstofgiften per dag gebruikt (Tabel 7), voor maaien de bemestingsadviezen voor de streefopbrengst bij maaien. De stikstofjaargiften bij standweiden komen 5 tot 20 kg lager uit dan bij omweiden (Tabel 9 en Tabel 11).

**Tabel 11.** De gemiddelde stikstofjaargift bij standweiden op een goed vochthoudende zandgrond bij toepassing van het bemestingsadvies 1998 bij verschillende niveaus van stikstoflevering door de bodem. Graslandgebruik standweiden en maaien (maaipercentage eerste snede en totaal resp. 50 en 175)

NLV	stikstofjaargift
50	385
100	355
140	330
180	310
230	275
300	225

Voor de berekening van de adviesgiften die leiden tot lagere stikstofjaargiften kan de volgende eenvoudige berekeningswijze worden gebruikt: de gewenste stikstofjaargift wordt gedeeld door de stikstofjaargift uit Tabel 11. De adviesgiften van Tabel 11 worden vermenigvuldigd met het berekende verhoudingsgetal. Als bijvoorbeeld de gewenste stikstofjaargift 250 kg N bedraagt en de stikstofjaargift bij NLV 140 is 325, dan is het verhoudingsgetal  $250/325 = 0.77$ . De getallen uit Tabel 7 worden dan allemaal met 0.77 vermenigvuldigd.

#### Droogtegevoelige gronden

Op droogtegevoelige gronden zullen gemiddeld genomen door de tragere grasgroei minder sneden per jaar worden geoogst. Dat betekent dat minder bemestingen worden uitgevoerd. Onder droge omstandigheden kan soms worden voorzien dat de opbrengst van de volgende snede laag zal zijn. Daar kan op worden ingespeeld door de bemesting voor de volgende snede te verlagen (zie ook 5.2)

Minder sneden en eventuele lagere giften per sneden leiden tot een verlaging van de stikstofjaargift bij toepassing van één en hetzelfde bemestingsschema (Tabel 12). De daling van de stikstofjaargift wordt op de matig droogtegevoelige gronden vooral veroorzaakt door de iets langere groeiduur van sneden, terwijl op de sterk droogtegevoelige gronden ook een aantal sneden een lagere adviesgift krijgen.

De daling van de stikstofjaargift op droogtegevoelige gronden is bij toepassing van het advies 98 even sterk als bij toepassing van het advies 94.

Hetgeen hier over droogtegevoelige gronden gezegd wordt is uiteraard afhankelijk van de weersomstandigheden. In natte jaren zullen de effecten op droogtegevoelige gronden minder sterk zijn. Omgekeerd zal in (zeer) droge jaren de stikstofjaargift op minder droogtegevoelige gronden duidelijk lager zijn.

**Tabel 12.** De gemiddelde stikstofjaargift bij omweiden op een goed vochthoudende, matig en sterk droogtegevoelige zandgrond bij toepassing van het bemestingsadvies 1998 bij stikstoflevering door de bodem van 100, 140 en 180 kg N per ha per jaar. Graslandgebruik weiden en maaien (maaipercentage eerste snede en totaal resp. 50 en 175)

Droogtegevoeligheid (in % opbrengstdepressie)	Percentage van maximale snedegift		
	100 %	75 %	50 %
<b>NLV=100 kg N per ha per jaar</b>			
niet (0 - 5%)	375	275	170
matig (10 - 15%)	355	260	160
sterk (20 - 25%)	305	225	135
<b>NLV=140 kg N per ha per jaar</b>			
niet (0 - 5%)	345	255	160
matig (10 - 15%)	330	245	150
sterk (20 - 25%)	285	210	130
<b>NLV=180 kg N per ha per jaar</b>			
niet (0 - 5%)	320	235	145
matig (10 - 15%)	305	225	140
sterk (20 - 25%)	265	195	120

Invloed van het maaipercentage

Het maaipercentage speelt een beperkte rol. Als één of twee sneden op een perceel worden bemest voor maaien, kan de stikstofjaargift stijgen. Omdat de groeiduur voor maaisneden vaak groter is dan voor weidesneden, zal het aantal bemestingen iets dalen. Per saldo zal bij een toename van het maaipercentage de stikstofjaargift licht stijgen (Tabel 13).

**Tabel 13.** De gemiddelde stikstofjaargift bij omweiden op een goed vochthoudende zandgrond bij toepassing van het bemestingsadvies 1998 bij stikstoflevering door de bodem van 100, 140 en 180 kg N per ha per jaar. Maaipercentages totaal variërend van 75 tot 250 %

Maaipercentage	Stikstoflevering (kg N per ha per jaar)		
	100	140	180
75	360	335	305
100	365	335	310
125	365	340	310
150	370	345	315
175	375	345	320
200	375	350	320
225	380	350	320
250	380	355	325

## 5.6 Voederwaarde weidegras

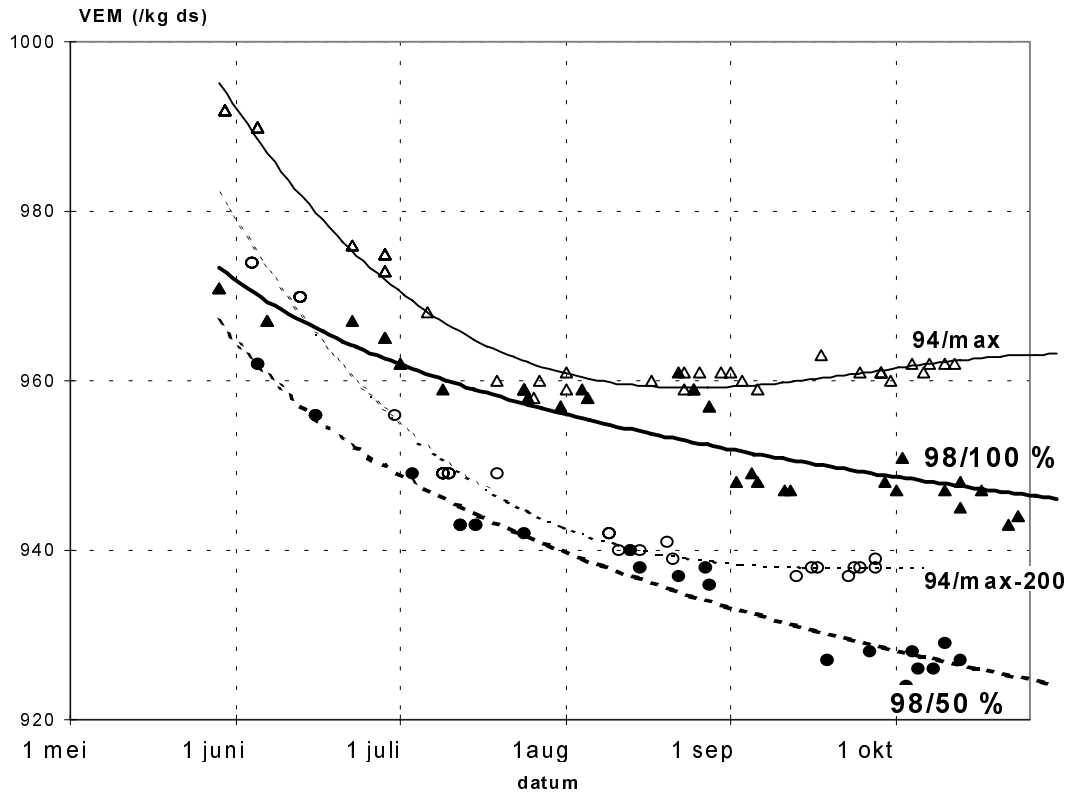
Door de veranderde bemesting per snede zal ook de voederwaarde van het weidegras veranderen. In een aantal figuren en tabellen zal het verloop van VEM, DVE, OEB en N gedurende het groeiseizoen worden beschreven. Steeds zal de vergelijking worden gemaakt met het huidige bemestingsadvies (advies94) bij toepassing van het maximumadvies en bij een bemesting die ongeveer 200 kg N lager uitkomt.

Algemeen kan gesteld worden dat de gehalten aan VEM, DVE, OEB en N in de eerste snede steeds iets hoger zijn bij het advies 98 dan bij het advies 94 (Tabel 14). Dat wordt veroorzaakt door de hogere stikstofgift voor de eerste snede.

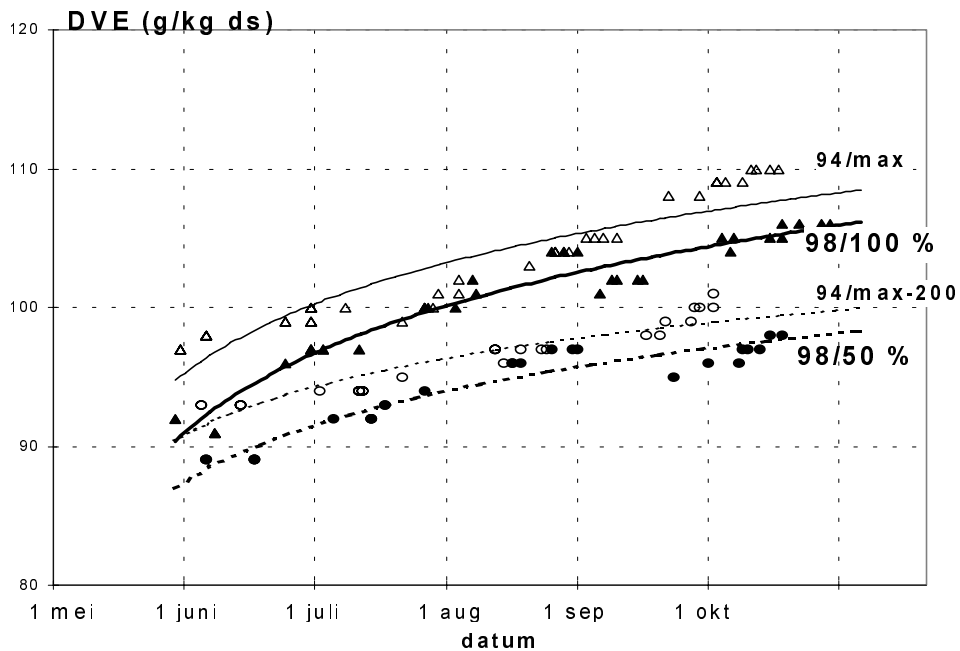
**Tabel 14.** Gehalte aan VEM, DVE, OEB en N van weidegras in de eerste snede bij toepassing van het bemestingsadvies 1994 en 1998

	advies 98	advies 94	advies 98	advies 94
	100 %	max.	50 %	max-200
VEM	1056	1042	1028	1023
DVE	103	100	97	96
OEB	61	46	27	22
N-gehalte	3,54	3,28	2,95	2,85

Na de eerste snede zijn de gehalten aan VEM, DVE, OEB en N in het advies 98 altijd iets lager. Dat scheelt voor VEM ongeveer 10 eenheden (Figuur 9), voor DVE ongeveer 2 tot 3 g per kg droge-stof (Figuur 10). Bij VEM en DVE is er na de eerste snede sprake van een vloeiend verloop van het gehalte tijdens het groeiseizoen. In de figuur zijn de berekende regressielijnen weergegeven.



**Figuur 9** VEM-gehalte van weidegras gedurende het groeiseizoen (zonder de eerste snede) bij toepassing van het bemestingsadvies 1994 en 1998 voor jaargiften rond de 400 en 200 kg N per ha per jaar bij een stikstoflevering van 140 kg N per ha per jaar

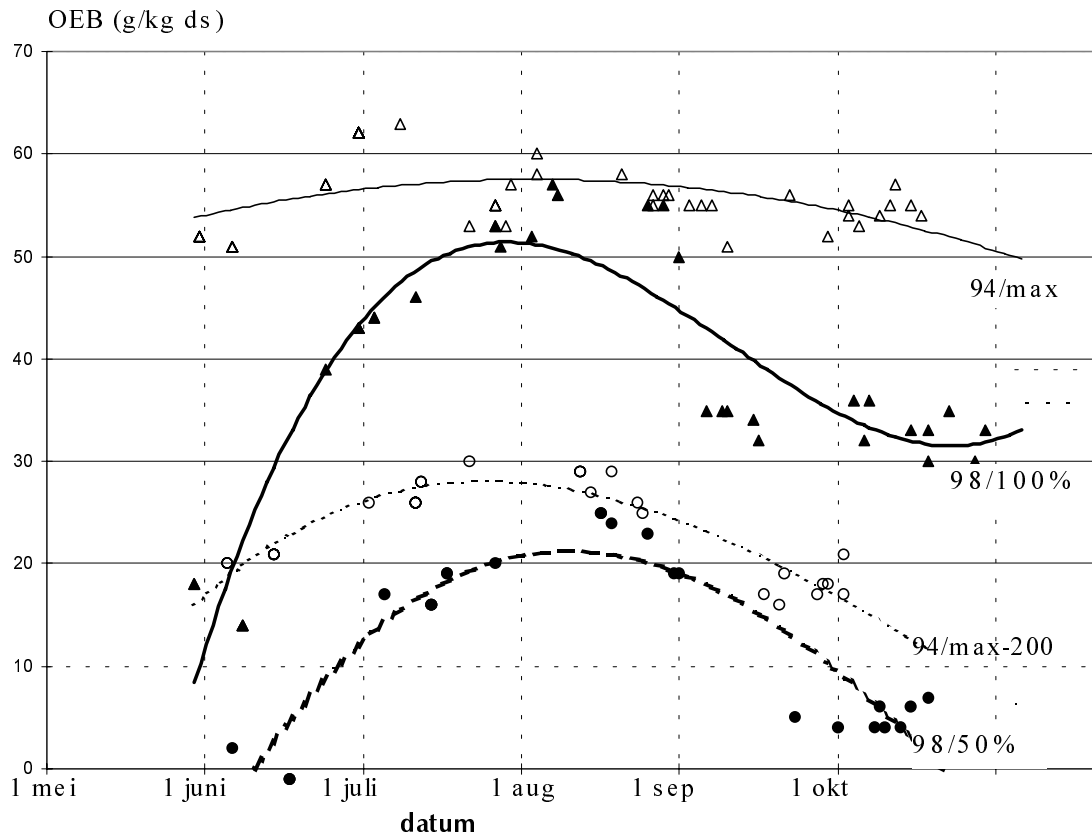


**Figuur 10** DVE-gehalte van weidegras (g/kg ds) gedurende het groeiseizoen (zonder de eerste snede) bij toepassing van het bemestingsadvies 1994 en 1998 voor jaargiften rond de 400 en 200 kg N per ha per jaar bij een stikstoflevering van 140 kg N per ha per jaar

Er is bij het OEB-gehalte minder sprake van een vloeiend verloop dan bij VEM en DVE. Dat komt omdat met name de OEB gevoelig is voor variatie in het stikstofgehalte.

Bij OEB zijn de verschillen tussen het advies 94 en het advies 98 groter dan bij VEM en DVE, ze kunnen oplopen tot ongeveer 20 g per kg droge-stof bij toepassing van 100 % van het advies (Figuur 11). In de tweede en derde snede en aan het eind van het groeiseizoen leidt toepassing van advies 98 tot lagere OEB-gehalten. In de vierde snede is het OEB-gehalte bij beide bemestingsadviezen bijna gelijk. De verhoging van de adviesgift in de eerste snede bij advies 98 leidt tot een duidelijk hoger OEB-gehalte. Als de tweede snede wordt voorafgegaan door een maaisnede en dus iets hoger wordt bemest, zal het OEB-gehalte met ongeveer 15 eenheden stijgen.

Het N-gehalte in weidegras vertoont hetzelfde verloop als het OEB-gehalte. Dit was ook te verwachten, omdat een hoger N-gehalte zich grotendeels vertaalt in een stijging van het OEB-gehalte in gras.



**Figuur 11** OEB-gehalte van weidegras (g/kg ds) gedurende het groeiseizoen (inclusief de eerste snede) bij toepassing van het advies 1994 en 1998 voor jaargiften rond de 400 en 200 kg N per ha per jaar bij een stikstoflevering van 140 kg N per ha per jaar

## 6 De toepassing van het bemestingsadvies

Het is niet de bedoeling de veehouders alle tabellen met verschillende stikstofleveringen, streefopbrengsten en maanden van het groeiseizoen voor te schotelen en hem of haar daaruit een keus te laten maken. Een dergelijke benadering zou ertoe leiden dat hij of zij slechts één keer een bemestingsadvies bekijkt. Het bemestingsadvies 1994 wordt, in zijn huidige verschijningsvorm met 4 tabellen en enkele bemestingsregime's, al door velen als te complex ervaren. Daardoor wordt het minder toegepast dan we graag zouden zien. Een zeer grote groep veehouders doet niets tot weinig met bemestingsadviezen. Uit een enquête onder veehouders blijkt echter dat de complexiteit van het advies niet de reden is om het advies terzijde te leggen. Waarom adviezen niet worden toegepast blijft onduidelijk.

Voor de keuze van de juiste giften per snede moet meer dan voorheen worden gekeken naar de gewenste stikstofjaargift. Daarvoor zijn een aantal gegevens van het bedrijf en van de grond nodig. Als dat is vastgesteld, kan pas worden overgegaan tot de keuze van het bemestingsadvies per snede en het kiezen van de juiste tabel voor het bedrijf.

### 6.1 Van gewenste stikstofjaargift naar de juiste snedeadvies

#### Vaststellen van de stikstofjaargift

De juiste bepaling van de stikstofjaargift is ingewikkeld, er spelen zeer veel factoren een rol. In grote lijnen zijn het de volgende:

- gegevens over vee, aantal per diergroep, gemiddelde melkproductie
- gegevens over grond, gras/mais, stikstofleverend vermogen, droogtegevoeligheid, ontwatering
- gegevens over graslandgebruik, beweidingssysteem, maaipercentage
- gewenst/gepland stikstofoverschot of andere randvoorwaarden. De randvoorwaarden, zoals het toegestane stikstofoverschot zijn door de invoering van het Mineralen Aangifte Systeem MINAS veel belangrijker geworden dan voorheen. Uiteraard zijn ook andere randvoorwaarden denkbaar.

Een bedrijfsbegrotingsprogramma voor strategische of tactische planning kan met gebruikmaking van de bovenstaande gegevens een gewenste stikstofjaargift worden berekend. Een voorbeeld van een dergelijk model is het BedrijfsBegrotingsProgramma Rundveehouderij BBPR. Daarbij kunnen ook randvoorwaarden worden ingevuld zoals toelaatbare overschotten of ruwvoervoorziening.

Het is ook mogelijk om op basis van bedrijfsgegevens van de afgelopen jaren een gewenste stikstofjaargift vast te stellen.

#### Van stikstofjaargift naar snedeadvies

Als door een berekening, een schatting of een anderszins bepaalde keuze de gewenste stikstofjaargift is vastgesteld, kan de juiste tabel voor de snedegiften worden gekozen. Daarvoor is deels dezelfde informatie nodig als bij de vaststelling van de stikstofjaargift:

- stikstoflevering van de percelen. Voor het vaststellen van de stikstoflevering wordt per perceel grasland een monster genomen van de laag van 0 - 20 cm. Het gehalte aan organische stikstof bepaalt de stikstoflevering van de bodem (zie hiervoor ook hoofdstuk 2). Daarmee wordt het pakket aan tabellen in elk geval teruggebracht tot één niveau van stikstoflevering per perceel. Op jong grasland, dat is ingezaaid na enige jaren bouwland of maïs, vindt een sterke opbouw plaats van organische stof en moet elke twee jaar een grondmonster worden genomen. Na 4 jaar kan worden overgegaan naar een vierjaarlijkse bemonstering. Grasland dat ouder is dan 8 tot 10 jaar hoeft nog minder vaak te worden geanalyseerd. Grasland dat is gescheurd en opnieuw is ingezaaid moet ook weer opnieuw worden bemonsterd, omdat door alleen het scheuren al een sterke afbraak van organische stof heeft plaatsgevonden. Om op tijd de beschikking te hebben over de gegevens van stikstoflevering na herinzaai kan het beste na de grondbewerking, tegelijk met de inzaai van het nieuwe gras een grondmonster worden genomen.
- droogtegevoeligheid van de percelen. Droogtegevoeligheid kan worden bepaald via bodemkaarten en gegevens over grondwatertrappen. Bij toepassing van Beregenen op Maat is veel informatie beschikbaar die een goede inschatting van de droogtegevoeligheid mogelijk maakt. Daarnaast heeft een veehouder natuurlijk ervaring met de percelen.

- maaipercentage. Het maaipercentage heeft een beperkte invloed, maar is relatief eenvoudig vast te stellen. Op basis van de gegevens over het graslandgebruik van de afgelopen jaren kan een goede schatting van het maaipercentage worden gemaakt.
- gekozen beweidingssysteem, keuze uit omweiden, standweiden of zomerstalvoeren.

In hoofdstuk 5.5 staan tabellen met stikstofjaargiften. Met deze tabellen kan worden berekend welk percentage van de maximale adviesgift nodig is om de gewenste stikstofjaargift uit te komen. Voor gebruik in bemestingsadviesprogrammas is een met regressie-analyse is een formule gemaakt die uitrekent welk percentage van de maximale adviesgift nodig is. Met het berekende percentage wordt een nieuwe tabel snede adviezen opgesteld. Een tabel bestaat uit  $6 \times 6 = 36$  getallen voor alle zes streefopbrengsten en zes maanden.

## 6.2 Voorbeelden

### Voorbeeld 1.

Een bedrijf met een gemiddelde stikstoflevering van 144 kg N (twee percelen met NLV van 100, vier met een NLV van 140 en vier met een NLV van 170) wil uitkomen op een stikstofjaargift van 300 kg N (240 kg N uit kunstmest en 60 kg N uit dierlijke mest). De grond is niet droogtegevoelig. Het maaipercentage schommelt zo rond de 175 % door de jaren heen.

Er zijn nu twee mogelijkheden om de snedebemesting op de percelen vast te stellen:

#### a. verschillende bemesting voor alle percelen

Uit Tabel 15 kan bij de gemiddelde NLV van 144 kg N per ha per jaar worden afgelezen dat een bemesting toegepast moet worden van 88 % van het optimale schema. Dat percentage wordt van toepassing verklaard op alle percelen op het bedrijf. De percelen met een lage stikstoflevering hebben een hogere optimale stikstofgift dan de percelen met een hoge stikstoflevering. Toepassing van hetzelfde percentage voor alle percelen betekent dus dat de percelen met een NLV100 een hogere bemesting zullen krijgen dan de percelen met een NLV170. De jaargiften zullen dan resp. 325 en 285 kg N bedragen. De snedeadvies zijn te zien in Tabel 16. Er gaat dan meer stikstof naar de percelen met de laagste levering. Deze percelen zullen het sterkst op de bemesting reageren. De bemestingsverschillen per snede zijn in de eerste snede nog redelijk groot, voor een weidesnede en een maaisnede bedraagt het verschil resp. 13 en 16 kg N. In de latere sneden lopen de verschillen terug tot ongeveer 2 tot 8 kg N per ha.

**Tabel 15.** Schema met percentages waarmee het optimale bemestingsschema moet worden vermenigvuldigd om een passend bemestingsschema te krijgen bij een geplande stikstofjaargift. Grasland zonder droogteschade.

NLV	100	140	170	144
N-gift				
400	108	115	123	116
375	101	108	115	109
350	95	101	108	102
325	88	94	101	95
300	82	88	93	88
275	76	81	86	82
250	70	74	79	75
225	64	68	72	68
200	58	61	65	62

**Tabel 16.** Bemestingsschema's voor het realiseren van een gemiddelde stikstofbemesting van 300 kg N per ha per jaar bij twee percelen van NLV 100 en vier percelen van zowel NLV 140 als NLV 170. Grasland zonder droogteschade

NLV	omschrijving	ds-opbrengst	snede 1	mei	mei/juni	juli	aug	sep
100	zeer licht weiden	1000-	66	0	11	11	11	11
100	licht weiden	<1500	85	5	29	29	29	28
100	weiden	<2000	101	22	46	44	44	40
100	licht maaien	<2500	114	38	60	55	53	50
100	maaien	<3000	123	52	72	64	60	0
100	zwaar maaien	3000+	128	64	82	70	0	0
NLV			snede 1	mei	mei/juni	juli	aug	sep
140	zeer licht weiden	1000-	61	0	10	10	10	10
140	licht weiden	<1500	79	4	28	28	28	26
140	weiden	<2000	93	21	43	42	41	36
140	licht maaien	<2500	105	36	56	53	50	45
140	maaien	<3000	114	49	68	60	56	0
140	zwaar maaien	3000+	119	60	77	65	0	0
NLV			snede 1	mei	mei/juni	juli	aug	sep
170	zeer licht weiden	1000-	57	0	10	10	10	10
170	licht weiden	<1500	74	3	27	27	27	24
170	weiden	<2000	88	20	41	41	39	33
170	licht maaien	<2500	98	34	54	51	47	42
170	maaien	<3000	107	47	64	57	53	0
170	zwaar maaien	3000+	111	58	73	61	0	0



b. gelijke bemesting voor alle percelen

Per perceel kan worden afgelezen welk percentage van het optimale schema moet worden gegeven om een stikstofjaargift van 300 kg per ha te realiseren. Voor een stikstoflevering van 100, 140 en 170 kg N moet dan resp. 82, 88 en 93 % van het optimale schema worden toegepast (Tabel 17). Uit de tabel blijkt dan zeer weinig verschil in snede adviezen tussen de percelen. De maximale verschillen zijn 2 kg N in de eerste snede bij een zware maaisnede. Dan kan dus eenvoudig worden volstaan met één bemestingsschema.

**Tabel 17.** Bemestingsschema's voor het realiseren van een stikstofbemesting van 300 kg N per ha per jaar bij op percelen van zowel NLV 100, NLV 140 als NLV 170. Grasland zonder droogteschade

NLV	omschrijving	ds-opbrengst	snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep
100	zeer licht weiden	1000-	61	0	10	10	10	10
100	licht weiden	<1500	79	5	27	27	27	26
100	weiden	<2000	94	21	43	41	41	37
100	licht maaien	<2500	106	35	56	52	49	46
100	maaien	<3000	115	48	67	60	56	0
100	zwaar maaien	3000+	120	59	76	66	0	0
NLV			snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep
140	zeer licht weiden	1000-	61	0	10	10	10	10
140	licht weiden	<1500	79	4	28	28	28	26
140	weiden	<2000	93	21	43	42	41	36
140	licht maaien	<2500	105	36	56	53	50	45
140	maaien	<3000	114	49	68	60	56	0
140	zwaar maaien	3000+	119	60	77	65	0	0
NLV			snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep
170	zeer licht weiden	1000-	60	0	10	10	10	10
170	licht weiden	<1500	78	3	28	28	28	26
170	weiden	<2000	93	21	43	43	42	35
170	licht maaien	<2500	104	36	57	53	49	44
170	maaien	<3000	113	49	68	60	56	0
170	zwaar maaien	3000+	118	61	77	65	0	0

Voorbeeld 2.

Alle percelen van twee bedrijven hebben percelen met een stikstoflevering van 140 kg N. Bedrijf A heeft goed vochthoudende grond en daardoor geen tot weinig last van droogte. Bedrijf B heeft echter percelen die behoorlijk droogtegevoelig zijn. De opbrengstderving op jaarbasis wordt er op ongeveer 20 % geschat door de betreffende veehouder. Er wordt niet berekend. Veehouder A heeft in de afgelopen jaren steeds zo'n 345 kg N gestrooid. Als hij dan het nieuwe bemestingsadvies wil toepassen kan hij gewoon 100 % van het optimale schema nemen (Tabel 18). Veehouder B strooit gemiddeld ongeveer 285 kg N per ha per jaar. Als hij gebruik wil maken van het advies 98, blijkt ook hij op basis van de gegevens uit Tabel 18 op 100 % van het optimale schema uit te komen. Beiden kunnen dus dezelfde bemesting per snede toepassen (Tabel 19). Wel zal op bedrijf B een kleiner aantal sneden bemest worden en een aantal keren voor een lichte weidesnede bemest moeten worden. Toepassing van de berekeningswijze van Tabel 18 zorgt er dus voor dat beter rekening wordt gehouden met de droogtegevoeligheid van de grond dan tot nu toe.

Tabel 18 geeft ook heel duidelijk aan dat een bemesting van 350 kg N op de droogtegevoelige grond alleen maar kan worden bereikt met snedegiften die ruim 20 % boven het optimum liggen!

**Tabel 18.** Schema met percentages waarmee het optimale bemestingsschema moet worden vermenigvuldigd om een passend bemestingsschema te krijgen bij een geplande stikstofjaargift bij verschillende niveaus van opbrengstderving door droogte. Stikstoflevering op jaarbasis 140 kg N

Droogte N-gift	0	10	20
350	101	106	121
330	95	100	115
310	89	94	108
290	84	88	101

**Tabel 19.** Bemestingsschema's voor het realiseren van een stikstofbemesting van 345 kg N per ha per jaar zonder droogteschade en een stikstofbemesting van 285 kg N bij een droogtegevoelige grond (opbrengstderving 20 % per jaar)

NLV	omschrijving	ds-opbrengst	snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep
140	zeer licht weiden	1000-	69	0	12	12	12	12
140	licht weiden	<1500	89	5	32	32	32	29
140	weiden	<2000	106	24	49	48	47	41
140	licht maaaien	<2500	119	41	64	60	56	51
140	maaaien	<3000	129	56	77	68	63	0
140	zwaar maaaien	3000+	135	69	87	74	0	0

### 6.3 Voordelen van het bemestingsadvies 1998

- Door de hogere bemesting van de eerste snede wordt de beweiding in de eerste snede met één tot twee dagen vervroegd. Daarnaast wordt de opbrengstzekerheid in de eerste snede verhoogd. Ook als de werking van organische mest door omstandigheden tegenvalt, wordt door de hoge aanvulling met kunstmest nog een hoge opbrengst gerealiseerd.
- Het advies 98 houdt beter rekening met de te verwachten streefopbrengsten gedurende het groeiseizoen.
- Er wordt een duidelijker advies gegeven voor droge omstandigheden.
- Na de eerste snede is sprake van duidelijk lagere OEB-gehalten van het weidegras. De stikstofverliezen zullen daardoor lager kunnen zijn.
- Het advies 98 stuurt met zijn giften beter aan op het optimum dan het advies 94. Het stikstofeffect tussen de jaargiften van advies 94 en advies 98 bedraagt 5 kg ds per kg N.
- De invloed van de stikstoflevering op de optimale stikstofgiften per snede is in het advies 98 nauwkeuriger bepaald dan in het advies 94.

## Literatuur

- Anonymus (1996) Kwantitatieve Informatie 1996/1997 (KWIN 96/97) Uitgave Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR).
- Hassink, J (1996)Voorspellen van het stikstofleverend vermogen van graslandgronden. In: Loonen, JWGM en WEM Bach-de Wit (red.) Stikstof in Beeld, naar een nieuw bemestingsadvies op grasland, pp 15-35.
- Hofstede, R.G.M, G. Holshof, C. van der Wel en A.P. Wouters (1995) Ontwikkeling en toetsing van het systeem van aangepaste stikstofbemesting per snede (SANS). 1992, A- en B-proeven op zand, klei, ondiep en diep ontwaterd veen. PR intern rapport 276.
- Hofstede, R.G.M, G. (1995a) Ontwikkeling en toetsing van het systeem van aangepaste stikstofbemesting per snede (SANS). 1993, op zand, klei, ondiep en diep ontwaterd veen. PR intern rapport 277.
- Hofstede, R.G.M (1995b) Ontwikkeling en toetsing van het systeem van aangepaste stikstofbemesting per snede (SANS). 1994, op zand, klei, ondiep en diep ontwaterd veen. PR intern rapport 278.
- Hunt, I.V. (1974) Studies in response to fertilizer nitrogen. Part 6. Residual responses as nitrogen uptake. *Journal of the British Grassland Society* **29**, 69-73.
- IKC (1993) Het verfijnde stikstofbemestingsadvies voor grasland. IKC-publicatie 38.
- Mooij, M. en Th.V. Vellinga (1993) verfijning van het bemestingsadvies voor grasland naar gebruikswijze. PR-rapport 142.
- Noij, IGAM (1992) Verdeling van de stikstoflevering van graslandgronden over het seizoen. Intern rapport 14. IKC-RSP Lelystad.
- Prins, W.H. (1980) Limits to nitrogen fertilizer on grassland. Proefschrift Landbouwhogeschool Wageningen.
- RuitenberG.H., F.A. Wopereis F.A. en O. Oenema (1991) Berekende optimale stikstofbemesting voor grasland als functie van grondsoort. Rapport 173, Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied, Wageningen, 1991.
- Vellinga, Th.V., I.G.A.M. Noij, E.D. Teenstra en L. Beijer (1993) Verfijning stikstofbemestingsadvies voor grasland. PR-rapport 148.
- Stienezen, M., (1999), Ontwikkeling en toetsing van het systeem van aangepaste stikstofbemesting per snede (SANS). 1995 en 1996, op zand, klei, ondiep en diep ontwaterd veen. In voorbereiding

## Bijlagen

### Bijlage 1. Berekening van het marginaal stikstofeffect per snede.

Door Vellinga et al. (1993) is gebruik gemaakt van het marginaal opbrengsteffect: de opbrengstverhoging die kan worden bereikt met de laatste kg N die wordt gestrooid. De berekening wordt uitgevoerd voor voederwinning, omdat een hogere bemesting op grasland zich niet vertaalt in een grotere grasopname door het weidende vee, maar in een grotere hoeveelheid ruwvoer die wordt gewonnen. Het marginale stikstofeffect op grasland bij voederwinning wordt als volgt gedefinieerd:

De kosten per kg geproduceerde graskuil mogen niet hoger zijn dan de kosten van aankoop van vergelijkbare graskuil.

$$\frac{(1) \text{ kunstmest-N(/kg N)} + (2) \text{ herinzaai (/kg N)} + (3) \text{ Voederw (/kgds}_{\text{bruto}}) \times \text{kgds}_{\text{bruto}}}{(4) \text{ rendement} \times \text{kgds}_{\text{bruto}}} = (5) \text{ aankoopprijs kuil per kg netto}$$

Voor het = teken staan de produktiekosten per kg ds in graskuil, na het teken staat de aankoopprijs van vergelijkbare graskuil. Prijzen en rendementen zijn bekend; de bijbehorende  $\text{kgds}_{\text{bruto}}$  kan nu worden uitgerekend.

Ombouwen van de bovenstaande formule:  $(\text{Km} + \text{Herinz} + \text{Voederw} \times \text{kgds}) / (\text{Rend} \times \text{kgds}) = \text{prijs}$  levert op:

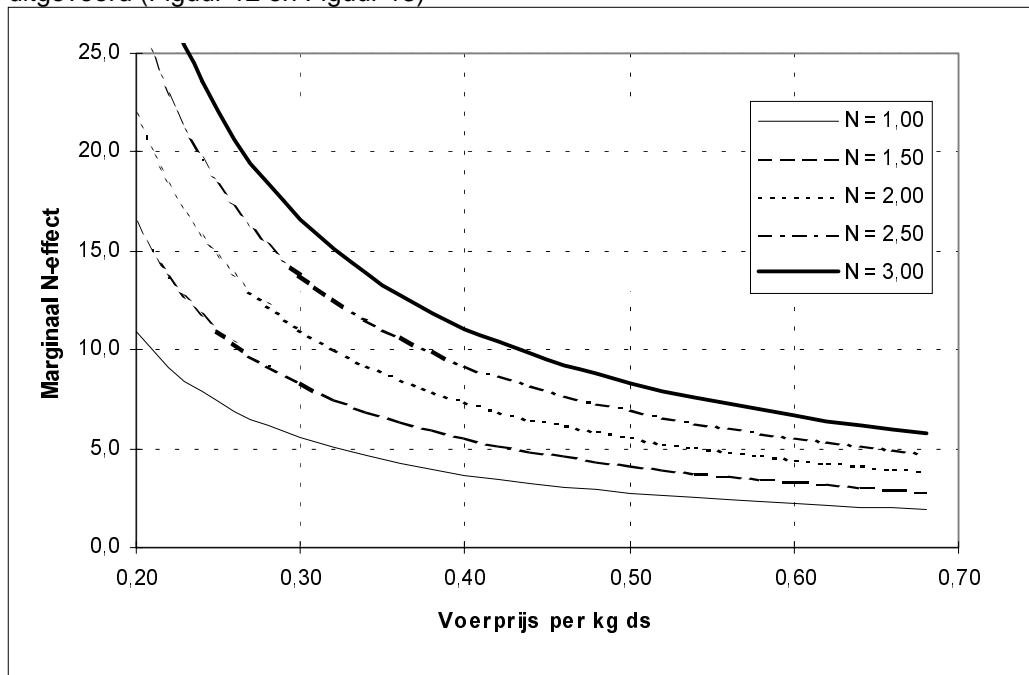
$$\begin{aligned} \text{Km} + \text{Herinz} + \text{Voederw} \times \text{kgds} &= \text{prijs} \times \text{Rend} \times \text{kgds} \\ \text{Km} + \text{Herinz} &= (\text{prijs} \times \text{Rend} - \text{Voederw}) \times \text{kgds} \\ (\text{Km} + \text{Herinz}) / (\text{prijs} \times \text{Rend} - \text{Voederw}) &= \text{kgds} \end{aligned}$$

**Tabel 20.** Uitgangspunten voor de berekening van het marginaal stikstofeffect

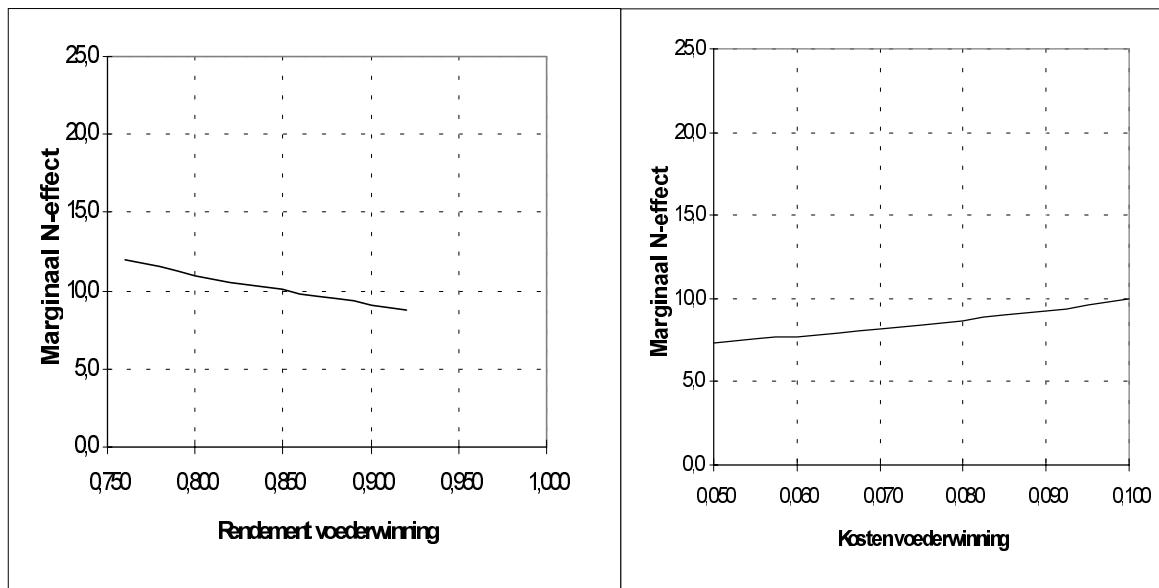
Omschrijving	Code	Bedrag
<b>Aankoop kunstmest</b>	1	<b>1,29</b>
<b>Herinzaaikosten:</b>		
Extra herinzaai per 100 kg N (%)		2,50
Kosten herinzaai per ha		1602,50
Kosten herinzaai per kg N	2	<b>0,400</b>
<b>Voederwinningskosten:</b>		
maaieren, schudden, wiersen, eigen werk		55,00
opraperen, transport, vastrijden, loonwerk		200,00
Bruto-opbrengst bij maaieren		2900
Vw kosten per kg ds bruto	3	<b>0,088</b>
<b>Rendement voederwinning (ds-basis)</b>	4	<b>0,897</b>
<b>Voeraankoop kosten</b>		
Prijs per kVEM		0,29
Prijs per DVE		0,74
Voederwaarde kuil VEM		860
DVE graskuil boven snijmaiskuil		26
Aankoopprijs per kg ds netto	5	<b>0,269</b>

Toepassing van bovengenoemde waarden resulteert in een marginaal N-effect van 11,04 kg ds per kg N.

Om de invloed van de verschillende prijzen te onderzoeken, is een eenvoudige gevoeligheidsanalyse uitgevoerd (Figuur 12 en Figuur 13)



**Figuur 12.** Het marginaal stikstofeffect bij verschillende prijzen voor kunstmest + herinzaai en voerprijzen.



**Figuur 13.** De relatie tussen marginaal stikstofeffect en het voederwinningsrendement (linker figuur) en de kosten voor voederwinning (rechter figuur)

Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt een grote invloed van de prijzen voor kunstmest en krachtvoer op het marginaal stikstofeffect. De voerprijs wordt vooral bepaald door VEM-prijs, de invloed van de eiwitprijs op de voerprijs is erg klein. Een hogere voerprijs leidt tot een lager marginaal effect, een hogere kunstmestprijs leidt tot een hoger marginaal effect. Ook is er sprake van een interactie tussen voer- en kunstmestprijs. Voederwinningsrendement en kosten van de voederwinning hebben uiteraard invloed op het marginaal stikstofeffect, maar ze spelen een bescheiden rol.

**Bijlage 2.** De optimale stikstofgift per snede voor de verschillende perioden bij stikstofleveringen van 50 tot en met 300 kg N per ha per jaar

NLV	VEM-weging		1.05	1	1	0.9	0.9	0.9
			snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep
	50 zeer licht weiden	1000-	82	0	13	13	13	13
	50 licht weiden	<1500	106	8	35	35	35	34
	50 weiden	<2000	125	28	56	53	53	50
	50 licht maaien	<2500	142	46	73	67	65	63
	50 maaien	<3000	153	63	88	79	75	0
	50 zwaar maaien	3000+	160	77	101	87	0	0
NLV			snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep
	60 zeer licht weiden	1000-	80	0	13	13	13	13
	60 licht weiden	<1500	104	7	35	35	35	34
	60 weiden	<2000	123	27	55	53	52	49
	60 licht maaien	<2500	139	45	72	66	64	62
	60 maaien	<3000	150	62	87	77	73	0
	60 zwaar maaien	3000+	157	76	99	86	0	0
NLV			snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep
	70 zeer licht weiden	1000-	79	0	12	12	12	12
	70 licht weiden	<1500	102	7	34	34	34	33
	70 weiden	<2000	121	27	54	52	52	48
	70 licht maaien	<2500	137	45	71	65	63	61
	70 maaien	<3000	148	61	86	76	72	0
	70 zwaar maaien	3000+	154	75	98	84	0	0
NLV			snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep
	80 zeer licht weiden	1000-	77	0	12	12	12	12
	80 licht weiden	<1500	100	7	34	34	34	33
	80 weiden	<2000	119	26	54	52	51	47
	80 licht maaien	<2500	134	44	70	65	62	59
	80 maaien	<3000	145	60	85	75	71	0
	80 zwaar maaien	3000+	151	74	96	83	0	0
NLV			snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep
	90 zeer licht weiden	1000-	76	0	12	12	12	12
	90 licht weiden	<1500	98	6	33	33	33	32
	90 weiden	<2000	117	26	53	51	50	46
	90 licht maaien	<2500	132	44	69	64	61	58
	90 maaien	<3000	142	59	83	74	70	0
	90 zwaar maaien	3000+	149	73	95	82	0	0
NLV			snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep
	100 zeer licht weiden	1000-	75	0	12	12	12	12
	100 licht weiden	<1500	97	6	33	33	33	32
	100 weiden	<2000	114	25	52	50	50	45
	100 licht maaien	<2500	129	43	68	63	60	57
	100 maaien	<3000	140	59	82	73	68	0
	100 zwaar maaien	3000+	146	72	93	80	0	0

**Vervolg Bijlage 2**

VEM-weging		1.05	1	1	0.9	0.9	0.9	
NLV		snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep	
	110 zeer licht weiden	1000-	73	0	12	12	12	12
	110 licht weiden	<1500	95	6	33	33	33	31
	110 weiden	<2000	112	25	51	50	49	44
	110 licht maaien	<2500	127	42	67	62	59	55
	110 maaien	<3000	137	58	81	72	67	0
	110 zwaar maaien	3000+	143	71	92	79	0	0
NLV			snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep
	120 zeer licht weiden	1000-	72	0	12	12	12	12
	120 licht weiden	<1500	93	5	32	32	32	30
	120 weiden	<2000	110	25	51	49	48	43
	120 licht maaien	<2500	124	42	66	61	58	54
	120 maaien	<3000	134	57	80	71	66	0
	120 zwaar maaien	3000+	140	70	90	77	0	0
NLV			snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep
	130 zeer licht weiden	1000-	70	0	12	12	12	12
	130 licht weiden	<1500	91	5	32	32	32	30
	130 weiden	<2000	108	24	50	49	47	42
	130 licht maaien	<2500	122	41	65	61	57	53
	130 maaien	<3000	132	56	78	70	65	0
	130 zwaar maaien	3000+	138	70	89	76	0	0
NLV			snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep
	140 zeer licht weiden	1000-	69	0	12	12	12	12
	140 licht weiden	<1500	89	5	32	32	32	29
	140 weiden	<2000	106	24	49	48	47	41
	140 licht maaien	<2500	119	41	64	60	56	51
	140 maaien	<3000	129	56	77	68	63	0
	140 zwaar maaien	3000+	135	69	87	74	0	0
NLV			snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep
	150 zeer licht weiden	1000-	67	0	11	11	11	11
	150 licht weiden	<1500	87	4	31	31	31	29
	150 weiden	<2000	104	23	48	48	46	40
	150 licht maaien	<2500	117	40	63	59	55	50
	150 maaien	<3000	127	55	76	67	62	0
	150 zwaar maaien	3000+	132	68	86	73	0	0
NLV			snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep
	160 zeer licht weiden	1000-	66	0	11	11	11	11
	160 licht weiden	<1500	86	4	31	31	31	28
	160 weiden	<2000	102	23	48	47	45	39
	160 licht maaien	<2500	114	39	62	58	54	49
	160 maaien	<3000	124	54	75	66	61	0
	160 zwaar maaien	3000+	129	67	84	71	0	0

**Vervolg Bijlage 2**

VEM-weging		1.05	1	1	0.9	0.9	0.9	
NLV		snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep	
	170 zeer licht weiden	1000-	64	0	11	11	11	11
	170 licht weiden	<1500	84	4	30	30	30	28
	170 weiden	<2000	100	22	47	46	45	38
	170 licht maaien	<2500	112	39	61	57	53	47
	170 maaien	<3000	121	53	73	65	60	0
	170 zwaar maaien	3000+	127	66	83	70	0	0
NLV			snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep
	180 zeer licht weiden	1000-	63	0	11	11	11	11
	180 licht weiden	<1500	82	3	30	30	30	27
	180 weiden	<2000	98	22	46	46	44	37
	180 licht maaien	<2500	109	38	60	57	52	46
	180 maaien	<3000	119	52	72	64	59	0
	180 zwaar maaien	3000+	124	65	81	68	0	0
NLV			snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep
	190 zeer licht weiden	1000-	61	0	11	11	11	11
	190 licht weiden	<1500	79	3	29	29	29	26
	190 weiden	<2000	95	21	45	45	43	36
	190 licht maaien	<2500	106	37	59	56	51	45
	190 maaien	<3000	116	51	71	63	57	0
	190 zwaar maaien	3000+	121	63	79	67	0	0
NLV			snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep
	200 zeer licht weiden	1000-	58	0	10	10	10	10
	200 licht weiden	<1500	77	3	29	29	29	26
	200 weiden	<2000	92	21	45	45	42	35
	200 licht maaien	<2500	104	37	58	55	50	44
	200 maaien	<3000	113	50	69	62	56	0
	200 zwaar maaien	3000+	119	62	78	66	0	0
NLV			snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep
	210 zeer licht weiden	1000-	56	0	10	10	10	10
	210 licht weiden	<1500	74	3	28	28	28	25
	210 weiden	<2000	89	20	44	44	41	35
	210 licht maaien	<2500	101	36	57	54	50	43
	210 maaien	<3000	110	50	68	61	55	0
	210 zwaar maaien	3000+	116	61	76	65	0	0
NLV			snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep
	220 zeer licht weiden	1000-	54	0	9	9	9	9
	220 licht weiden	<1500	71	2	28	28	28	24
	220 weiden	<2000	86	20	43	43	41	34
	220 licht maaien	<2500	98	35	56	53	49	42
	220 maaien	<3000	107	49	66	59	54	0
	220 zwaar maaien	3000+	113	60	75	63	0	0



**Vervolg Bijlage 2**

VEM-weging		1.05	1	1	0.9	0.9	0.9	
NLV		snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep	
	230 zeer licht weiden	1000-	51	0	9	9	9	9
	230 licht weiden	<1500	69	2	27	27	27	23
	230 weiden	<2000	84	19	42	42	40	33
	230 licht maaien	<2500	96	34	55	52	48	41
	230 maaien	<3000	105	48	65	58	53	0
	230 zwaar maaien	3000+	111	59	73	62	0	0
NLV			snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep
	240 zeer licht weiden	1000-	49	0	8	8	8	8
	240 licht weiden	<1500	66	2	26	26	26	23
	240 weiden	<2000	81	19	41	41	39	32
	240 licht maaien	<2500	92	33	54	51	47	40
	240 maaien	<3000	101	46	63	57	52	0
	240 zwaar maaien	3000+	107	58	71	61	0	0
NLV			snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep
	250 zeer licht weiden	1000-	47	0	8	8	8	8
	250 licht weiden	<1500	64	2	25	25	25	22
	250 weiden	<2000	78	18	40	40	38	32
	250 licht maaien	<2500	89	33	52	50	45	39
	250 maaien	<3000	98	45	62	56	50	0
	250 zwaar maaien	3000+	104	56	69	60	0	0
NLV			snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep
	260 zeer licht weiden	1000-	44	0	7	7	7	7
	260 licht weiden	<1500	61	2	24	24	24	21
	260 weiden	<2000	75	18	39	39	37	31
	260 licht maaien	<2500	86	32	51	49	44	38
	260 maaien	<3000	95	43	60	55	48	0
	260 zwaar maaien	3000+	100	54	67	58	0	0
NLV			snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep
	270 zeer licht weiden	1000-	42	0	7	7	7	7
	270 licht weiden	<1500	58	2	24	24	24	21
	270 weiden	<2000	72	17	38	38	37	30
	270 licht maaien	<2500	83	31	49	48	43	36
	270 maaien	<3000	92	42	59	54	47	0
	270 zwaar maaien	3000+	97	53	65	57	0	0
NLV			snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep
	280 zeer licht weiden	1000-	39	0	6	6	6	6
	280 licht weiden	<1500	56	2	23	23	23	20
	280 weiden	<2000	70	17	37	37	36	29
	280 licht maaien	<2500	80	30	48	47	42	35
	280 maaien	<3000	88	41	57	53	45	0
	280 zwaar maaien	3000+	93	51	63	56	0	0

**Vervolg Bijlage 2**

VEM-weging		1.05	1	1	0.9	0.9	0.9	
NLV		snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep	
	290 zeer licht weiden	1000-	37	0	6	6	6	6
	290 licht weiden	<1500	53	2	22	22	22	20
	290 weiden	<2000	67	16	36	36	35	28
	290 licht maaien	<2500	77	29	46	46	41	34
	290 maaien	<3000	85	39	56	52	44	0
	290 zwaar maaien	3000+	90	50	61	54	0	0
NLV			snede 1	snede 2	mei/juni	juli	aug	sep
	300 zeer licht weiden	1000-	35	0	5	5	5	5
	300 licht weiden	<1500	51	2	21	21	21	19
	300 weiden	<2000	64	16	35	35	34	27
	300 licht maaien	<2500	74	29	45	45	40	32
	300 maaien	<3000	82	38	54	50	42	0
	300 zwaar maaien	3000+	86	48	59	53	0	0

## List of tables, figures and appendices

Table 1. The distribution of grassland soils in classes of Soil Nitrogen Supply, according to the fertilizer recommendations of 1994

Table 2. Groups of target yields (kg dm/ha) according to the fertilizer recommendations of 1994 and 1998

Table 3. Optimal fertilizer applications for the second and later cuts at a marginal N response of 7.5, 12.5 and 17.5 kg dm at target yields of 1750 and 2750 kg dm per ha and the ratio between the optimal fertilizer applications at an N response of 12.5 and 17.5 kg dm compared to 7.5 kg dm

Table 4. Adjustment of the optimal fertilizer applications for energy content and taste of the herbage

Table 5. Optimal fertilizer applications per cut and per month at SNS levels of 100, 140, 180, 230 and 300 kg N per ha per year

Table 6. Fertilizer recommendations per cut and per month at SNS levels of 100, 140, 180, 230 and 300 kg N per ha per year

Table 7. Fertilizer recommendations for continuous grazing. Applications for cutting are given in the table for rotational grazing

Table 8. The average nitrogen application per year with rotational grazing on a sandy soil with good water supply with fertilizer recommendations of 1994 and 1998. Grassland use is rotational grazing and cutting (cutting percentage of the first cut and total is 50 and 175 % respectively)

Table 9. The average nitrogen application per year with rotational grazing on a sandy soil with good water supply with fertilizer recommendations of 1998 at different levels of Soil Nitrogen Supply. Grassland use is rotational grazing and cutting (cutting percentage of the first cut and total is 50 and 175 % respectively)

Table 10. The average nitrogen application per year with zero grazing on a sandy soil with good water supply with fertilizer recommendations of 1998 at different levels of Soil Nitrogen Supply. Grassland use is zero grazing and cutting (cutting percentage of the first cut and total is 50 and 175 % respectively)

Table 11. The average nitrogen application per year with continuous grazing on a sandy soil with good water supply with fertilizer recommendations of 1998 at different levels of Soil Nitrogen Supply. Grassland use is continuous grazing and cutting (cutting percentage of the first cut and total is 50 and 175 % respectively)

Table 12. The average nitrogen application per year with rotational grazing on sandy soils with good water supply, medium and strongly drought sensitive with fertilizer recommendations of 1998 at levels of Soil Nitrogen Supply of 100, 140 and 180 kg N per ha per year. Grassland use is rotational grazing and cutting (cutting percentage of the first cut and total is 50 and 175 % respectively)

Table 13. The average nitrogen application per year with rotational grazing on a sandy soil with good water supply with fertilizer recommendations of 1998 at levels of Soil Nitrogen Supply of 100, 140 and 180 kg N per ha per year. Cutting percentage varies between 75 and 250 %

Table 14. Contents of energy (VEM), digestible protein (DVE), protein surplus (OEB) and nitrogen (N) of first cut grass for grazing with fertilizer recommendations of 1994 and 1998

Table 15. Multiplication scheme for adjusting the optimal fertilizer recommendations to realise the desired total nitrogen applications per year. Grassland with a good moisture supply

Table 16. Fertilization schemes to realise an average total nitrogen application per year of 300 kg N for a group of paddocks with an SNS of 100, 140 and 170 kg. Grassland with a good moisture supply

Table 17. Fertilization schemes to realise a total nitrogen application per year of 300 kg N for every paddock with an SNS of 100, 140 and 170 kg. Grassland with a good moisture supply

Table 18. Multiplication scheme for adjusting the optimal fertilizer recommendations to realise the desired total nitrogen applications per year at different levels of drought sensitivity. SNS is 140 kg

Table 19. Fertilization schemes to realise a total nitrogen application per year of 345 kg on a sandy soil with a good moisture supply and a total nitrogen application of 285 kg on a drought sensitive sandy soil (yield reduction per year 20%)

Table 20. Starting points for the calculation of the marginal N response

Figure 1. Relationship between the organic N content in the layer of 0 - 20 cm and the Soil Nitrogen Supply on grassland soils (1000 mg N per 100 g soil is 1 % N)

Figure 2. Optimal fertilizer applications for the second and later cuts at a marginal N response of 7.5, 12.5 and 17.5 kg dm at target yields of 1750 (left) and 2750 (right) kg dm per ha

Figure 3. Cumulative Soil Nitrogen Supply during the growing season at SNS levels of 100, 140, 180, 230 and 300 kg N per ha per year. Data after Noij (1992) and Vellinga et al. (1993)

Figure 4. Optimal fertilizer applications in the first cut at SNS levels of 100, 140, 180, 230 and 300 kg N per ha per year

Figure 5. Optimal fertilizer applications at different dm yields during the growing season at an SNS level of 180 kg N per ha per year

Figure 6. Optimal fertilizer applications during the growing at two target yields and three SNS levels

Figure 7. Energy content of herbage during grazing according to the fertilizer recommendations of 1994. Calculated with GRAMIN

Figure 8. DM yield after a growth period of 30 days, optimal fertilizer applications, no limitations by drought

Figure 9. Energy content (VEM) during the growing season (without the first cut) with fertilizer recommendations of 1994 and 1998 at total nitrogen applications per year of about 200 and 400 kg N per ha at an SNS level of 140 kg

Figure 10. Content of digestible protein (DVE) during the growing season (without the first cut) with fertilizer recommendations of 1994 and 1998 at total nitrogen applications per year of about 200 and 400 kg N per ha at an SNS level of 140 kg

Figure 11. Content of protein surplus (OEB) during the growing season (without the first cut) with fertilizer recommendations of 1994 and 1998 at total nitrogen applications per year of about 200 and 400 kg N per ha at an SNS level of 140 kg

Figure 12. Marginal N response at different prices for fertilizer N + grassland renovation and roughage

Figure 13. Relationship between the marginal N response and the efficiency of silage making (left) and the costs of silage making (right)

Appendix 1. Calculation of the marginal N response per cut

Appendix 2. De fertilizer recommendations per cut for the various periods of the growing season at SNS levels of 50 to 300 kg .