

september 2005

**rapport 967.04**

## **Bemestingsadvies voor snijmaïs na het oogsten van een snede gras of van een vanggewas**

**ir. D.J. den Boer  
G.H. Ros**

nutriënten management instituut nmi bv  
postbus 250  
6700 ag wageningen  
haagsteeg 2-b  
6708 pm wageningen  
tel. (0317) 46 77 00  
fax (0317) 46 77 01  
e-mail [nmi@nmi-agro.nl](mailto:nmi@nmi-agro.nl)  
internet [www.nmi-agro.nl](http://www.nmi-agro.nl)



---

© 2005 Wageningen, Nutriënten Management Instituut NMI B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit de inhoud mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de directie van Nutriënten Management Instituut NMI.

Rapporten van NMI dienen in eerste instantie ter informatie van de opdrachtgever. Over uitgebrachte rapporten, of delen daarvan, mag door de opdrachtgever slechts met vermelding van de naam van NMI worden gepubliceerd. Ieder ander gebruik (daaronder begrepen reclame-uitingen en integrale publicatie van uitgebrachte rapporten) is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van NMI.

#### Disclaimer

Nutriënten Management Instituut NMI stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen voortvloeiend uit het gebruik van door of namens NMI verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.

---

## Verspreiding

ing. P.R.M. Witlox, Productschap Zuivel  
Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen

5 x  
10 x



## Inhoud

	pagina
Voorwoord	3
Samenvatting en conclusies	4
1 Inleiding	9
1.1 Leeswijzer	9
2 Werkwijze	10
2.1 Bemesting en opbrengst gras of vanggewas	10
2.2 Stikstofnalevering dunne mest	10
2.3 Stikstoflevering door de zode	11
2.4 Het bemestingsadvies	11
2.5 Fosfaat en kali	11
3 MINIP	12
4 Gegevens Koeien & Kansen	14
4.1 Grasland	14
4.1.1 Maaipercelen gras	14
4.1.2 Beweid grasland	15
4.2 Italiaans raaigras als vanggewas	15
4.2.1 Maaipercelen	15
4.2.2 Italiaans raaigras beweid	16
4.3 Rogge als vanggewas	16
4.4 De snijmaïs	16
4.4.1 Maïs na een snede gras	16
4.4.2 Maïs na Italiaans raaigras	17
4.4.3 Maïs na winterrogge als vanggewas	17
5 Stikstofnalevering dunne mest aan maïs	18
5.1 Berekeningen	18
5.2 Periode stikstofopname door de maïs	18
5.3 Resultaten	19
5.4 Praktische invulling	20
6 Stikstoflevering door graszode	21
6.1 Drogestofopbrengst van de zode	21
6.1.1 Drogestofopbrengst wortels	21
6.1.2 Drogestofopbrengst van de stoppel	22
6.2 Effect van stikstofbemesting	22
6.2.1 Opbrengst wortels en stoppel	22
6.2.2 Het stikstofgehalte	23
6.3 Stikstofgehalte voor de berekeningen	24
6.4 Periode stikstofopname door de maïs	24
6.5 Berekening stikstofmineralisatie	25
6.5.1 Snelheid beschikbaar komen van de stikstof	26
6.6 Mineralisatie van de organische stof	27
6.7 Praktische invulling	28
7 Stikstoflevering door een zode Italiaans raaigras	30

7.1	Bovengrondse opbrengst en stikstofgehalte	30
7.2	Drogestofopbrengst van de wortels en de stoppel	31
7.3	Stikstofgehalte van wortels en stoppel	33
7.4	Invoergegevens voor MINIP	33
7.5	Berekende mineralisatie	34
7.6	Praktische invulling	35
7.7	Effect tijdstip onderwerken en oogsten zwaardere snede	35
8	Stikstoflevering door de zode van winterrogge	37
8.1	Drogestofopbrengst van de stoppel en van de wortels	37
8.1.1	Stoppel	37
8.1.2	Wortels	37
8.2	Stikstofgehalte van stoppel en wortels	37
8.3	Verliezen	38
8.4	Gemaaide opbrengst	38
8.5	Invoergegevens berekeningen MINIP	38
8.6	Praktische invulling	39
9	Het stikstofbemestingsadvies	41
9.1	Stikstoflevering graszode na oogsten snede	41
9.2	Stikstoflevering vanggewas na oogsten snede	41
9.3	Stikstofnalevering uit dunne mest	42
9.4	Advies tweede jaar na scheuren grasland	42
9.5	Fosfaat- en kalivoorziening bij bemesten maïs volgens stikstofadvies	43
10	Fosfaat en kali	44
10.1	Aanvoer en onttrekking kali en fosfaat bij gras als voorgewas	44
10.2	Aanvoer en onttrekking kali en fosfaat bij Italiaans raaigras als voorgewas	45
10.3	Winterrogge	47
10.4	Bemesting maïs na oogsten snede gras	47
10.4.1	Fosfaat- en kalivoorziening maïs zonder mest op het voorgewas	48
10.4.2	Fosfaat- en kalivoorziening maïs bij bemesten voorgewas met 25 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	49
10.4.3	Beperken hoeveelheid mest op gras als voorgewas	49
10.5	Bemesting maïs na oogsten vanggewas	50
10.5.1	Fosfaat- en kalivoorziening maïs zonder mest op het vanggewas	51
10.5.2	Fosfaat- en kalivoorziening maïs bij bemesten vanggewas met 25 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	52
10.5.3	Beperken hoeveelheid mest op vanggewas	52
10.6	Samengevat	53
11	Discussie	55
11.1	Organische stof in de bodem	55
11.2	Eenjarige graszode	55
11.3	Stikstoflevering zode vanggewas	55
11.4	Beweiding	56
11.5	Grondmonsters	56
	Literatuur	57
	Bijlage 1. Drogestof- en stikstofopbrengst van graszoden van verschillende leeftijd en bij verschillende behandelingen	59

## Voorwoord

In opdracht van het Productschap Zuivel heeft het Nutriënten Management Instituut NMI een stikstofbestedingsadvies ontwikkeld voor snijmaïs na het oogsten van een snede gras of van een vanggewas. Meestal is het gras of het vanggewas, voorafgaand aan het oogsten, bemest met dierlijke mest en/of kunstmest.

Het advies is ontwikkeld op basis van bestaande literatuur en onderzoeksgegevens. Voor de berekening van de stikstoflevering aan de maïs uit de ondergewerkte zode, uit de aan het voorgewas gegeven mest en uit de oogstverliezen van het voorgewas is gebruik gemaakt van het programma MINIP (Mineralisation of Nitrogen and Phosphorus; Janssen, 1984). De berekeningen met MINIP zijn uitgevoerd door Gerard Ros, student bodemkunde aan Wageningen Universiteit, in het kader van zijn stage.

Dit stikstofbestedingsadvies voor snijmaïs na het oogsten van een snede gras of van een vanggewas is op 30 juni 2005 geaccordeerd door de Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen.

Dirk Jan den Boer, NMI  
Projectleider





## Samenvatting en conclusies

### *Inleiding*

Er is geen gericht advies voor het bemesten van snijmaïs na het oogsten van een snede gras of van een vanggewas. De vraag is welke stikstoflevering in rekening moet worden gebracht bij het scheuren van een zode in mei, nadat eerst een snede gras is geoogst. Ook bij een vanggewas is niet bekend hoeveel stikstof nog geleverd wordt door de ondergeploegde wortel en stoppel. Daarnaast leveren de aan het voorgewas gegeven mest en de oogstverliezen van de snede gras of van het vanggewas stikstof na aan het volggewas snijmaïs. Het Productschap Zuivel heeft Nutriënten Management Instituut NMI de opdracht gegeven een stikstofbemestingsadvies te ontwikkelen voor snijmaïs na het oogsten van een snede gras of van een vanggewas.

Het advies is ontwikkeld op basis van bestaande literatuur en onderzoeksgegevens. Uit de literatuur zijn gegevens verzameld over de hoeveelheid droge stof en over de hoeveelheid N in wortels en stoppel van een graszode met een verschillende leeftijd en met een verschillend stikstofbemestingsniveau. Voor een vanggewas is informatie verzameld over de drogestof- en stikstofinhoud van wortels en stoppels van Italiaans raaigras en van winterrogge.

Voor de berekening van de stikstoflevering aan de maïs uit de ondergewerkte zode, uit de aan het voorgewas gegeven mest en uit de oogstverliezen van het voorgewas is gebruik gemaakt van het programma MINIP (Mineralisation of Nitrogen and Phosphorus; Janssen, 1984). De stikstofmineralisatie is berekend voor de periode van de oogst tot aan het einde van de periode van stikstofopname door de maïs. Deze N is beschikbaar voor de snijmaïs.

### *Het advies*

Aangezien het voorgewas geteeld is op percelen met een uiteenlopende bodemvruchtbaarheid en bemest is met verschillende hoeveelheden dierlijke mest en/of kunstmest, is ervoor gekozen om bij het stikstofbemestingsadvies van snijmaïs na het oogsten van een (bemeste) snede gras of vanggewas het nemen van een grondmonster voor het bepalen van de minerale N te adviseren. De bemonsteringsdiepte is 0-30 cm. Hiermee sluit het advies tevens aan bij het toekomstig beleid. Het bemestingsadvies voor de snijmaïs na de oogst van een snede gras of van een vanggewas wordt dan:

Advies =  $180 - N_{\text{min}} - N_{\text{levering zode}} - N_{\text{nalevering mest}}$

Dit advies geldt voor percelen die in voorgaande jaren veel mest (minimaal  $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) ontvingen. Voor percelen die weinig mest ontvingen (maximaal  $10 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) is het advies dan  $205 - N_{\text{min}} - N_{\text{levering zode}} - N_{\text{nalevering mest}}$ . Bij een hoeveelheid tussen  $10$  en  $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  dunne rundermest ligt het advies tussen de beide genoemde waarden in.

Bij de berekeningen is ervan uitgegaan dat er niet meer dan één of enkele dagen tijd zit tussen het oogsten van het voorgewas (begin mei) en het zaaien van de maïs. Het monster voor het bepalen van de hoeveelheid  $N_{\text{min}}$  kan dan genomen worden na het oogsten van het voorgewas en voor het toedienen van mest voor de snijmaïs.

### Stikstoflevering graszode na oogsten snede

De leeftijd van de graszode heeft een groot effect op de hoeveelheid stikstof die mineraliseert en beschikbaar komt voor de maïs. Tabel A laat zien dat er uit een zode van één jaar oud 45 kg N ha<sup>-1</sup> beschikbaar komt en uit een zode van 5 jaar 65 kg N ha<sup>-1</sup>. Daarnaast komt er N beschikbaar door mineralisatie van oogstverliezen. Het gehalte aan organische stof onder grasland is hoger dan onder bouwland. Door mineralisatie van deze organische stof komt 0-10 kg N ha<sup>-1</sup> beschikbaar. De berekeningen zijn uitgevoerd voor percelen die jaarlijks bemest zijn met 300 kg N ha<sup>-1</sup>.

Tabel A. Stikstoflevering aan snijmaïs na het oogsten van een snede gras, kg N ha<sup>-1</sup>.

Leeftijd, jaren	N uit de zode	N uit oogstverliezen	N door mineralisatie organische stof bodem	N-levering totaal
1	45	5	0	50
2	55	5	5	65
3 en 4	60	5	10	75
5 en ouder	65	5	10	80

Het advies is om na het oogsten van een snede gras, bij een éénjarige zode rekening te houden met een stikstoflevering van 50 kg N, bij een zode van 2 jaar met een levering van 65 kg N, bij een zode van 3 en 4 jaar met 75 kg N en bij een zode van 5 jaar en ouder met 80 kg N ha<sup>-1</sup>.

### Stikstoflevering vanggewas na oogsten snede

Door een ondergewerkte zode van een vanggewas wordt aanzienlijk minder stikstof geleverd dan door een graszode. De belangrijkste oorzaak is dat een zode van gras dat jaarlijks bemest is met 300 kg N ha<sup>-1</sup> veel zwaarder is dan die van een vanggewas. De verschillen in stikstoflevering uit de zode van Italiaans raaigras en winterrogge na het oogsten van een snede zijn gering. Daarom is in het advies geen rekening gehouden met verschillen tussen vanggewassen.

Er is een duidelijke invloed van de hoeveelheid stikstof die aan het vanggewas is toegediend. Het verschil tussen een bemesting met 0 en 25 kg N ha<sup>-1</sup> is gering. Bij een bemesting met 75 kg N is de stikstoflevering aanzienlijk groter. De bemesting is daarom ingedeeld in twee niveaus: een bemesting van 0-50 kg N ha<sup>-1</sup> en een bemesting van 51-100 kg N ha<sup>-1</sup>. De stikstoflevering bij deze niveaus staat in Tabel B.

Tabel B. Stikstoflevering uit zode en oogstverliezen van een vanggewas na het oogsten van een snede.

N-bemesting vanggewas, kg ha <sup>-1</sup>	N-levering uit zode en oogstverliezen, kg ha <sup>-1</sup>
0-50	5
51-100	10

Het advies is om bij een bemesting van het vanggewas met 0-50 kg N ha<sup>-1</sup> rekening te houden met een stikstoflevering van 5 kg N ha<sup>-1</sup> en bij een bemesting van 51-100 kg N ha<sup>-1</sup> met een levering van 10 kg N ha<sup>-1</sup>.

### Stikstofnalevering van aan voorgewas gegeven mest

De stikstofnalevering van de mest aan de maïs is afhankelijk van het tijdstip van toedienen van de mest

aan het voorgewas en van de zaaidatum van de maïs. Bij vroeg toedienen van de mest en laat zaaien van de maïs komt er meer stikstof uit de mest beschikbaar voor het voorgewas en minder voor de maïs dan bij laat toedienen van de mest en vroeg zaaien van de maïs. Om te komen tot een transparant en eenvoudig in de praktijk toe te passen advies is ervoor gekozen om uit te gaan van een gemiddelde datum van toedienen van de mest en een gemiddelde datum van zaaien van de maïs.

Het advies is dan om bij het bemesten van de maïs rekening te houden met  $0,5 \text{ kg N m}^{-3}$  voor de aan het voorgewas gegeven dunne rundermest.

#### Voorbeeld

Het advies voor de stikstofbemesting van snijmaïs na het onderwerken van een graszode van 3 jaar oud, waarop  $30 \text{ m}^3$  mest is toegediend is dan:  $N\text{-advies} = 180 - N_{\text{min}} - N\text{-levering zode} - N\text{-nalevering mest} = 180 - N_{\text{min}} - 75 - 15 = 90 - N_{\text{min}}$ .

#### *Advies tweede jaar na scheuren grasland*

Bij bemesten in het tweede jaar na het scheuren van de graszode kan het advies gevolgd worden dat geldt voor het scheuren van grasland waarvan geen snede is geoogst. Voor klei op veen is de stikstoflevering dan  $60 \text{ kg N ha}^{-1}$  en voor de overige gronden  $30 \text{ kg N ha}^{-1}$ .

#### *Fosfaat en kali*

Tenslotte is aangegeven hoeveel fosfaat en kali uit de aan het voorgewas gegeven mest er nog beschikbaar is voor de maïs. Daarnaast komen er uit de ondergewerkte zode en uit oogstverliezen ook fosfaat en kali beschikbaar voor de maïs. De maïs is vervolgens bemest overeenkomstig het ontwikkelde stikstofadvies met dunne rundermest en  $20 \text{ kg N ha}^{-1}$  in de rij. In Tabel C is de aanbevolen mestgift gegeven naast  $20 \text{ kg N ha}^{-1}$  in de rij bij een bemesting van het voorgewas met 0 en  $25 \text{ m}^3$  dunne rundermest.

Tabel C. Aanbevolen gift dunne rundermest ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) aan de maïs bij bemesting volgens het stikstofadvies en  $20 \text{ kg N ha}^{-1}$  in de rij.

Bemesting voorgewas, $\text{m}^3$	maïs na oogsten snede gras	maïs na oogsten vanggewas
0	25-30	50
25	15-20	30*

\*Naast  $30 \text{ m}^3$  ook  $40 \text{ kg N ha}^{-1}$  in de rij.

Bij bemesten van maïs na een snede gras met dunne mest en  $20 \text{ kg N ha}^{-1}$  in de rij is de kalivoorziening in veel gevallen te krap en is ook extra aanvulling nodig met  $\text{P}_2\text{O}_5$  in de rij. Ook bij bemesten van de maïs na het oogsten van een vanggewas is extra aanvulling met fosfaat in de rij nodig. Zonder mest aan het voorgewas en  $50 \text{ m}^3$  aan de maïs is de kalivoorziening in orde. Dit geldt ook bij  $25 \text{ m}^3$  aan het voorgewas en  $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  aan de maïs. Wel is dan een aanvulling met  $40 \text{ kg N ha}^{-1}$  in de rij nodig.

In de praktijk wordt wel  $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  mest aan het voorgewas gegeven. Dit moet worden afgeraden. De kans op stikstofverliezen door uitspoeling is dan aanzienlijk groter. Het leidt bovendien tot hoge kaligehalten in de geoogste snede van het voorgewas. Dit is ongunstig. Daarnaast worden de in de zode achterblijvende hoeveelheden stikstof, fosfaat en kali bij het ploegen naar de onderzijde van de bouwvoor verplaatst en zijn daardoor pas later beschikbaar voor de maïsplantjes.

Als aanvulling op het stikstofadvies geldt daarom:

Geef gras of een vanggewas, waarvan een snede geoogst wordt, niet meer dan circa  $25 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  dunne rundermest en geef het volggewas maïs een aanvullende bemesting overeenkomstig het advies.

Na het oogsten van een snede van het voorgewas is extra aandacht nodig voor de voorziening van de maïs met fosfaat en kali. Het is dan belangrijk op de hoogte te zijn van de fosfaat- en kalistoestand in de bouwvoor. Het is dan aan te bevelen om met name grasland in het voorjaar, voorafgaand aan de bemesting, te laten bemonsteren in de laag van 0-25 cm voor analyse op Pw-getal en K-getal.

Daarnaast verdient analyse op borium en pH de aandacht.

## 1 Inleiding

Eén van de nieuwe ontwikkelingen in de melkveehouderij is het oogsten van een snede gras en direct daarna het grasland te ploegen en in te zaaien met snijmaïs. Naar schatting gebeurt dit op 5.000 à 7.500 ha van de circa 50.000 ha grasland die per jaar in wisselbouw geteeld wordt. Ook een vanggewas wordt regelmatig geoogst alvorens de stoppel onder te ploegen. Naar schatting gebeurt dit op circa 10.000 ha. In veel gevallen wordt de snede gras of het vanggewas in het voorjaar bemest om een hogere ruwvoerproductie te realiseren. Door het verplicht stellen van het telen van een vanggewas op zand- en lössgronden na de teelt van snijmaïs, zal het oogsten van een vanggewas naar verwachting verder toenemen.

Er is geen gericht advies voor het bemesten van snijmaïs na het oogsten van een snede gras of van een vanggewas. De vraag is welke stikstoflevering in rekening moet worden gebracht bij het scheuren van een zode in mei, nadat eerst een snede gras is geoogst. Ook bij een vanggewas is niet bekend hoeveel stikstof nog geleverd wordt door de ondergeploegde wortels en stoppel. Daarnaast leveren de aan het voorgewas gegeven mest en de oogstverliezen van dit voorgewas stikstof na aan het volggewas snijmaïs.

Het Productschap Zuivel heeft Nutriënten Management Instituut NMI de opdracht gegeven een stikstofbemestingsadvies te ontwikkelen voor snijmaïs na het oogsten van een snede gras of van een vanggewas.

### 1.1 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft een korte beschrijving van de toegepaste werkwijze. Essentieel is het gebruik van het model MINIP, waarmee de stikstofmineralisatie uit organische materialen kan worden berekend. In Hoofdstuk 3 staat een korte beschrijving van MINIP, dat voor het berekenen van de mineralisatie uit de zode en uit de aan het voorgewas gegeven mest is gebruikt.

Hoofdstuk 4 beschrijft de toegepaste bemesting en geeft informatie over de opbrengsten van voorgewas en snijmaïs in de praktijk. Hiervoor zijn gegevens gebruikt van bedrijven uit het project Koeien & Kansen.

De nalevering van N uit mest, die gegeven is aan het voorgewas, staat in Hoofdstuk 5. In de Hoofdstukken 6-8 staat de stikstoflevering beschreven na het oogsten van respectievelijk een snede gras, een snede Italiaans raaigras dat geteeld is als vanggewas en van het vanggewas winterrogge. Hoofdstuk 9 geeft het ontwikkelde stikstofbemestingsadvies voor de maïs na het oogsten van een snede gras of vanggewas.

Hoofdstuk 10 geeft informatie over de hoeveelheid P en K die na het oogsten van een voorgewas beschikbaar komt voor de maïs en de voorziening van de maïs met fosfaat en kali bij bemesten volgens het ontwikkelde bemestingsadvies voor stikstof.

Tenslotte wordt een aantal discussiepunten besproken in Hoofdstuk 11.

## 2 Werkwijze

Regelmatig wordt in de praktijk een snede gras geoogst alvorens grasland wordt gescheurd voor het telen van snijmaïs. Ook een vanggewas wordt in toenemende mate geoogst alvorens de zode wordt ondergeploegd. Het huidige bemestingsadvies voor snijmaïs houdt geen rekening met de stikstofnalevering uit de in het voorjaar gegeven bemesting aan een voorafgaande snede gras of vanggewas. Na het scheuren van grasland is het advies om in het eerste jaar na scheuren  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$  in rekening te brengen uit een zode van 1 jaar oud en  $100 \text{ kg N}$  uit een zode van 2 jaar en ouder (Adviesbasis 2002). De vraag is echter welke stikstoflevering in rekening moet worden gebracht bij het scheuren van een zode in mei nadat eerst een snede gras is geoogst. Ook bij een vanggewas is niet bekend hoeveel stikstof nog geleverd wordt door de ondergeploegde wortel en stoppel.

Het gras of vanggewas neemt stikstof op uit de gegeven dunne mest, uit de kunstmest en uit de bodem. In de bodem is een gedeelte van de stikstof aanwezig in de vorm van minerale stikstof. Tevens vindt mineralisatie plaats van organisch gebonden stikstof in de bodem. Dunne mest bestaat voor circa 50 procent uit minerale stikstof en voor circa 50 procent uit organisch gebonden stikstof. De organische stikstof zal voor een gedeelte mineraliseren in de periode tussen het toedienen van de mest en het oogsten van het voorgewas.

De minerale stikstof is beschikbaar voor het voorgewas en kan worden gebruikt voor de bovengrondse gewasopbrengst en voor de groei van de wortels en de stoppel. De minerale stikstof uit de mest en de kunstmest kan ook voor een gedeelte worden toegevoegd aan de bodemvoorraad.

De stikstoflevering vanuit de bodem is sterk afhankelijk van het gehalte aan organische stof en van de weersomstandigheden in het voorjaar. Om deze reden en vanwege de uitwisseling van stikstof tussen mest en bodem is ervoor gekozen om bij het stikstofbemestingsadvies van snijmaïs na het oogsten van een (bemeste) snede gras of vanggewas het nemen van een grondmonster voor het bepalen van de minerale stikstof te adviseren. De bemonsteringsdiepte is 0-30 cm. Hiermee sluit het advies tevens aan bij het toekomstig beleid. Bij het scheuren van grasland wordt het nemen van een grondmonster voor het bepalen van de hoeveelheid minerale stikstof verplicht gesteld (Anonymus, 2005).

### 2.1 Bemesting en opbrengst gras of vanggewas

Gegevens over de bemesting en de opbrengst van een snede gras of vanggewas, geoogst voor het telen van de snijmaïs, zijn schaars. Om hierop wat meer zicht te krijgen zijn data verzameld uit het project Koeien & Kansen over de jaren 2000-2004. In dit project zijn gegevens vastgelegd over de datum van bemesten, de hoeveelheid en soort meststof, de oogstdatum en de opbrengst en samenstelling van het gewas. Deze gegevens zijn gebruikt als basis voor de berekening van de stikstofnalevering uit de mest en van de stikstofmineralisatie door de ondergeploegde zode.

### 2.2 Stikstofnalevering dunne mest

Op de bedrijven van Koeien & Kansen is de mest op de vooraf geoogste percelen gras of vanggewas toegediend tussen 1 februari en 7 april. De hoeveelheid toegediende mest varieerde tussen  $15$  en  $45 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . De stikstofmineralisatie is berekend met het programma MINIP (Mineralisation of Nitrogen and Phosphorus; Janssen, 1984). Met dit programma is de hoeveelheid organisch gebonden N berekend, die mineraliseert in de periode van toedienen tot aan de oogst van het voorgewas en de hoeveelheid die mineraliseert in de periode van stikstofopname door de maïs. Deze laatste hoeveelheid is beschikbaar voor de maïs. De minerale stikstof die niet door het voorgewas is opgenomen wordt meegenomen in de

bepaling van de hoeveelheid minerale stikstof. De berekeningen zijn uitgevoerd voor verschillende hoeveelheden mest en verschillende data van toedienen. Er is uitgegaan van dunne rundermest met een gemiddelde samenstelling van  $4,4 \text{ kg N m}^{-3}$ , waarvan  $2,2 \text{ kg N-mineraal}$  en  $2,2 \text{ kg N-organisch}$ . In de berekeningen is aangenomen dat de oogst van het gewas en het nemen van het monster voor de N-mineraalbepaling op dezelfde datum plaatsvonden.

### 2.3 *Stikstoflevering door de zode*

Uit de literatuur zijn gegevens verzameld over de hoeveelheid droge stof en over de hoeveelheid stikstof in wortels en stoppel van een graszode met een verschillende leeftijd en met een verschillend stikstofbemestingsniveau. In het kader van de gebruiksnormen komen als vanggewas op zand- en lössgronden alleen gras en winterrogge in aanmerking, omdat deze gewassen vorstbestendig zijn en in het najaar nog een substantiële hoeveelheid stikstof opnemen (Anonymus, 2005). Voor een vanggewas zijn daarom gegevens verzameld over drogestof- en stikstofinhoud van wortels en stoppel van Italiaans raaigras en van winterrogge. De stikstofmineralisatie uit de ondergeploegde zoden is berekend voor de periode van de oogst tot aan het einde van de periode van stikstofopname door de maïs. Deze stikstof is beschikbaar voor de snijmaïs.

### 2.4 *Het bemestingsadvies*

Het bemestingsadvies voor de snijmaïs na de oogst van een snede gras of van een vanggewas wordt dan:

$$\text{Advies} = 180 - N_{\text{min}} - N_{\text{levering zode}} - N_{\text{nalevering mest}}$$

Dit advies geldt voor percelen die in voorgaande jaren veel mest (minimaal  $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) ontvingen. Voor percelen die weinig mest ontvingen (maximaal  $10 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) is het advies dan  $205 - N_{\text{min}} - N_{\text{levering zode}} - N_{\text{nalevering mest}}$ . Bij een hoeveelheid mest tussen  $10$  en  $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  dunne rundermest ligt het advies tussen de beide genoemde waarden in.

### 2.5 *Fosfaat en kali*

Tenslotte is aangegeven hoeveel fosfaat en kali uit de aan het voorgewas gegeven mest er nog beschikbaar is voor de maïs. Daarnaast komen uit de ondergewerkte zode en uit oogstverliezen fosfaat en kali beschikbaar voor de maïs. De maïs is vervolgens bemest overeenkomstig het ontwikkelde stikstofadvies met dunne rundermest en  $20 \text{ kg N ha}^{-1}$  in de rij. De voorziening van de maïs met fosfaat en kali is berekend.

### 3 MINIP

De stikstofmineralisatie van organische stof kan beschreven worden met het model MINIP. Dit model is in eerste instantie ontwikkeld door Janssen voor de beschrijving van de koolstofmineralisatie van verschillende organische materialen (Janssen, 1984). Het model is later aangepast voor het beschrijven van de mineralisatie van stikstof door het opnemen van de C/N-ratio (Janssen, 1996). Hieronder worden kort de achterliggende berekeningen van het model toegelicht.

De koolstofmineralisatie wordt beschreven met een eerste orde model:

$$\frac{dC}{dt} = -k \cdot C \quad 3.1$$

waarin  $dC/dt$  de mineralisatiesnelheid is,  $k$  de relatieve afbraaksnelheid en  $C$  de hoeveelheid organische koolstof. Omdat de relatieve afbraaksnelheid van de organische koolstof niet constant is, maar afneemt met de tijd, wordt de  $k$  beschreven met de formule:

$$k = 2.82 \cdot t^{-1.6} \quad 3.2$$

waarbij de  $t$  de tijd (in jaren) is. Het verloop van deze relatieve afbraaksnelheid kan voor allerlei organische materialen met deze formule beschreven worden, waarbij de initiële afbraaksnelheid verschilt per materiaal. Met deze initiële afbraaksnelheid wordt rekening gehouden door aan ieder materiaal een eigen 'initiële' leeftijd' (aangegeven met de waarde 'a') toe te kennen. Deze a-waarde wordt uitgedrukt in jaren en is van invloed op de relatieve afbraaksnelheid  $k$ . Naarmate de a-waarde hoger is, is de afbraaksnelheid van de organische stof lager. Voor de meeste gewasresten ligt deze waarde tussen 1 en 2. Voor de totale bodem organische stof van een zandgrond varieert deze tussen 9 en 16, afhankelijk van het organischestof- en lutumgehalte. Vlak na toediening van organische producten aan de bodem is de totale hoeveelheid koolstof in die producten samen met de k-waarde bepalend voor de koolstofmineralisatiesnelheid. In de loop van de tijd neemt deze  $k$  af, zoals blijkt uit vergelijking 3.2.

Wanneer vergelijking 3.1 en 3.2 worden gecombineerd en geïntegreerd over de tijd, levert dat een vergelijking op die de hoeveelheid koolstof berekent op een bepaald tijdstip. De uiteindelijke vergelijking is dan als volgt:

$$C(t) = C(0) \cdot e^{[4.7 \cdot (a+t)^{-0.6} - a^{-0.6}]} \quad 3.3$$

Bij het bepalen van de stikstofmineralisatie uit organisch materiaal wordt rekening gehouden met de totale omzetting van koolstof, de verhouding tussen assimilatie en dissimilatie door micro-organismen, de C/N-ratio van het substraat en de C/N-ratio van de micro-organismen. Een hoge afbreekbaarheid en een lage C/N-ratio leiden tot een hoge stikstofmineralisatie. Het effect van de temperatuur van de grond op de mineralisatiesnelheid wordt beschreven door het gebruik van een correctiefactor.

Achtereenvolgens zijn de volgende berekeningen uitgevoerd:



$$C_t = C_{t-1} \cdot e^{[4.7 \cdot (a_{t-1} + f_t \cdot t)^{-0.6} - a_{t-1}^{-0.6}]} \quad 3.4$$

Hierin zijn  $C_t$  en  $C_{t-1}$  de totale hoeveelheid  $C$  (kg ha<sup>-1</sup>) op eind van dag  $t$  en dag  $t-1$ ,  $a$  de initiële leeftijd,  $f$  een correctiefactor voor de temperatuur en  $t$  de tijd in jaren.

$$C_{diss,t} = C_{t-1} - C_t \quad 3.5$$

Hierin is  $C_{diss}$  de koolstofdissimilatie in kg C ha<sup>-1</sup> dag<sup>-1</sup> (koolstof die wordt afgebroken door micro-organismen voor het verkrijgen van energie).

$$C_{ass,t} = C_{diss,t} / DA \quad 3.6$$

Hierin geeft  $C_{ass}$  de assimilatie van koolstof weer in kg C ha<sup>-1</sup> dag<sup>-1</sup> (koolstof die door micro-organismen wordt gebruikt voor de opbouw van nieuw celmateriaal) en  $DA$  de dissimilatie – assimilatieverhouding van de micro-organismen. Deze wordt op 2 gesteld.

$$N_{ass,t} = C_{ass,t} / CNM \quad 3.7$$

Hierin geeft  $N_{ass}$  de assimilatie van stikstof weer in kg N ha<sup>-1</sup> dag<sup>-1</sup> (stikstof die door micro-organismen wordt gebruikt voor de opbouw van nieuw celmateriaal) en  $CNM$  de C/N-ratio van de micro-organismen. Deze wordt op 10 gesteld.

$$C_{conv,t} = C_{diss,t} + C_{ass,t} \quad 3.8$$

Hierin is  $C_{conv}$  de hoeveelheid koolstof die door de micro-organismen wordt omgezet.

$$N_{conv,t} = C_{conv,t} / (C_{t-1} / N_{t-1}) \quad 3.9$$

Hierin is  $N_{conv}$  de hoeveelheid stikstof die door de micro-organismen wordt omgezet.

$$N_{diss,t} = N_{conv,t} - N_{ass,t} \quad 3.10$$

Hierin is  $N_{diss}$  de stikstofdissimilatie (stikstof die vrijkomt tijdens de afbraak van organisch materiaal).  $N_{diss}$  is de stikstofmineralisatie en is dus de waarde die uiteindelijk nodig is als output van dit model. Een positieve  $N_{diss}$  betekent netto stikstofmineralisatie (vrijkomen van stikstof) en een negatieve  $N_{diss}$  betekent netto immobilisatie (vastleggen stikstof).

$$N_t = N_{t-1} - N_{diss,t} \quad 3.11$$

$$a_t = a_{t-1} + f_t / 365 \quad 3.12$$

Met deze laatste vergelijking veroudert het organisch materiaal.

## 4 Gegevens Koeien & Kansen

### 4.1 Grasland

Over de jaren 2000–2004 zijn op de bedrijven van Koeien & Kansen 25 percelen gras geoogst alvorens de zode is ondergeploegd voor het inzaaien van de snijmaïs. Van deze percelen zijn vier percelen beweid en zijn 21 percelen gemaaid voor de voederwinning.

#### 4.1.1 Maaipercelen gras

Van de gemaaide percelen zijn twee percelen niet bemest, kregen zes percelen alleen dunne mest en vier percelen alleen kunstmest. Negen percelen zijn bemest met dunne mest en kunstmest. Enkele gegevens over de bemesting, de opbrengst en de maaidatum zijn gegeven in Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Gemiddelde bemesting, opbrengst en maaidatum van percelen gras die zijn geoogst voor het inzaaien van de snijmaïs.

Perceel behandeling	aantal	maaidatum	opbrengst, kg ds ha <sup>-1</sup>	bemesting, kg werkzame* N ha <sup>-1</sup>		
				dm	km	totaal
onbemest	2	3 mei	1.975	0	0	0
alleen dm	6	13 mei	2.670	26	0	26
alleen km	4	9 mei	3.075	0	52	52
dm + km	9	3 mei	2.960	34	74	108

\*Voor dunne mest is gerekend met een stikstofwerking van 30 procent voor de snede gras. De kunstmest is voor 100 procent als werkzaam ingerekend.

Van de zes percelen die alleen dunne mest ontvingen zijn er vier afkomstig van het biologische bedrijf. Op dit bedrijf zijn de percelen later gemaaid. De percelen die alleen kunstmest kregen lagen op grotere afstand van de bedrijven. Om een hogere opbrengst te realiseren zijn deze percelen later gemaaid dan de percelen met dunne mest en kunstmest.

#### *Datum toedienen mest*

De datum van het toedienen van de mest varieerde van één februari tot zes april. Gemiddeld is de mest op de 15 percelen op 27 februari toegediend.

#### *Hoeveelheid mest*

De toegediende hoeveelheid mest varieerde van 13-45 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. De percelen die alleen dunne mest ontvingen kregen gemiddeld 22 m<sup>3</sup> mest ha<sup>-1</sup>. Op de percelen met dunne mest en kunstmest is gemiddeld 29 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> gegeven. Met de dunne mest is naast de stikstof ook 30-40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> gegeven en 130-150 kg K<sub>2</sub>O.

#### *Kunstmest*

Op de percelen met dunne mest plus kunstmest is meer stikstof uit gegeven dan op de percelen die alleen kunstmest kregen. Het lijkt erop dat de percelen met dunne mest en kunstmest bewust zwaar(der) zijn bemest om tijdig een goede snede gras te kunnen oogsten. Van de percelen die alleen met kunstmest zijn bemest kregen 2 percelen naast stikstof ook kunstmestfosfaat: één perceel gelegen op fosfaatfixerende grond en een perceel op kleigrond in de polder.

#### 4.1.2 Beweid grasland

Van de 25 percelen die geoogst zijn alvorens het grasland gescheurd is, zijn er slechts vier beweid. Eén van deze percelen is niet bemest. Dit perceel is afgeweid op 1 april bij circa 1.200 kg droge stof ha<sup>-1</sup>. De andere drie percelen zijn bemest met dunne mest en kunstmest. Begin februari is er gemiddeld 40 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> dunne mest gegeven. Naast de dunne mest is er nog 60 kg N ha<sup>-1</sup> als kunstmest gestrooid. Deze percelen zijn beweid rond 27 april bij een weidesnede.

#### 4.2 Italiaans raaigras als vanggewas

Als vanggewas is overwegend Italiaans raaigras gebruikt. Van dit Italiaans raaigras zijn 45 percelen gemaaid voor de voederwinning en 19 percelen beweid.

##### 4.2.1 Maaipercelen

De bemesting van de maaipercelen was divers. Van de 45 gemaaide percelen waren er 6 niet bemest. Acht percelen kregen alleen dunne mest en 14 percelen alleen kunstmest. Zeventien percelen zijn bemest met dunne mest plus kunstmest. In Tabel 4.2 is een aantal gegevens over de bemesting en de oogst van het vanggewas vermeld.

Tabel 4.2. Gemiddelde bemesting, opbrengst en maaidatum van gemaaide percelen Italiaans raaigras.

Perceel behandeling	aantal	maaidatum	opbrengst, kg ds ha <sup>-1</sup>	bemesting, kg werkzame N ha <sup>-1</sup>		
				dm	km	totaal
onbemest	6	26 april	2.160			
alleen dm	8	16 april	1.710	29		29
alleen km	14	4 mei	2.790		56	56
dm + km	17	7 mei	2.690	35	47	82

Het gemaaide vanggewas was respectievelijk bemest met 0, 29, 56 en 82 kg werkzame N ha<sup>-1</sup>. De oogstdatum van percelen bemest met kunstmest of met dunne mest plus kunstmest komt overeen met die van een snede gras voor het onderwerken van de zode.

##### *Datum toedienen mest*

De mest is op de 25 percelen die dunne mest kregen gemiddeld toegediend op 7 maart, met een variatie van 4 februari tot 17 april. De mest is op het vanggewas niet vroeger in het seizoen toegediend dan op het grasland. De tendens is zelfs een wat latere toediening. Mogelijk hangt dit samen met de geringere draagkracht van de zode van het vanggewas.

##### *Hoeveelheid mest*

Op de percelen die alleen dunne mest kregen is gemiddeld 24 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> toegediend en op percelen met dunne mest plus kunstmest 31 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. De hoeveelheid mest varieerde van 18-45 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. De toegediende hoeveelheid komt hiermee overeen met die op het grasland.

##### *Kunstmest*

Percelen met alleen kunstmest kregen een vergelijkbare hoeveelheid als het grasland, waarvan eerst een snede is geoogst. Percelen met dunne mest en kunstmest kregen gemiddeld minder kunstmest (47 kg N ha<sup>-1</sup>) dan het grasland (74 kg N ha<sup>-1</sup>, zie Tabel 4.1). Het grasland is daarmee met dunne mest plus kunstmest zwaarder bemest dan het vanggewas. Kunstmestfosfaat is alleen gegeven op een perceel op

fosfaatfixerende grond. Kunstmestkali is niet toegediend.

#### 4.2.2 Italiaans raaigras beweid

Van de 19 percelen die beweid zijn, waren er drie onbemest. Twaalf percelen kregen alleen een beperkte kunstmestgift (gemiddeld  $25 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Drie percelen kregen alleen dunne mest ( $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) en één perceel kreeg dunne mest en kunstmest ( $40 \text{ m}^3$  plus  $25 \text{ kg N ha}^{-1}$  uit kunstmest). De percelen zijn in maart en begin april beweid. In een aantal gevallen liep het vee gedurende langere tijd op de percelen. De geschatte opbrengst was gemiddeld  $1.500 \text{ kg}$  droge stof.

#### 4.3 Rogge als vanggewas

Op de bedrijven van Koeien & Kansen is in de jaren 2000-2004 op slechts 9 percelen rogge als vanggewas geteeld. Van deze percelen lagen er vier op het biologische bedrijf. Deze percelen zijn gemaaid. Van de vier percelen waren er drie bemest op 24 maart met gemiddeld  $23,8 \text{ m}^3$  dunne mest. Met deze mest is  $24,3 \text{ kg}$  werkzame N  $\text{ha}^{-1}$  gegeven. Deze percelen zijn geoogst op 7 mei. De opbrengst was  $1.841 \text{ kg}$  droge stof  $\text{ha}^{-1}$  met een stikstofgehalte van 2,17 procent. De andere vijf percelen lagen op één bedrijf. Deze percelen zijn begin april beweid bij een opbrengst van  $1.300 \text{ kg}$  droge stof  $\text{ha}^{-1}$ . Op deze percelen was in februari gemiddeld  $13 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  mest toegediend.

#### 4.4 De snijmaïs

Verreweg het grootste deel van de percelen kreeg bij het zaaien van de maïs dunne mest. Van deze percelen is een overzicht gemaakt van de toegediende bemesting en van het gebruik. Ze zijn opgesplitst naar percelen die vooraf zijn beweid en percelen die vooraf zijn gemaaid.

##### 4.4.1 Maïs na een snede gras

Enkele resultaten zijn weergegeven in Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Gegevens snijmaïs, geteeld na oogsten van snede gras.

Gebruik vooraf	aantal percelen	mest, $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$	datum toedienen mest	datum zaaien	datum oogsten	opbrengst, $\text{kg ds ha}^{-1}$
weiden	4	21	3 mei	5 mei	4 september	15.300
maaïen	20	32	13 mei	14 mei	11 oktober	13.600

De percelen ontvingen gemiddeld  $20 \text{ kg N ha}^{-1}$  als kunstmest in de rij. Dit komt overeen met  $25 \text{ kg}$  werkzame N  $\text{ha}^{-1}$ . Voor de bij het zaaien gegeven mest is gerekend met een stikstofwerking van 65 procent. In het kader van het project Koeien & Kansen is gerekend met een nawerking van de N uit de eerder gegeven mest van 35 procent en een nalevering uit de eerder gegeven kunstmest van 25 procent. Uitgaande van deze berekening zijn de percelen die vooraf zijn geweid bemest met gemiddeld  $130 \text{ kg}$  werkzame N en de percelen die vooraf zijn gemaaid met  $140 \text{ kg}$  werkzame N  $\text{ha}^{-1}$ .

De percelen die gemaaid zijn, zijn later geoogst dan de percelen die vooraf beweid zijn. De gemiddelde opbrengst van de vooraf gemaaide percelen was wat lager dan van de vier percelen die vooraf zijn beweid.

Na het oogsten van een snede gras zijn overwegend zeer vroege rassen (als Goldoli en Crescendo) en

vroege maïsrassen (als Goldissa en Accent) gebruikt.

#### 4.4.2 Maïs na Italiaans raaigras

Een aantal gegevens over de teelt en de opbrengst van de snijmaïs, geteeld na het oogsten van het vanggewas, is gegeven in Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Gegevens snijmaïs, geteeld na oogsten van Italiaans raaigras als vanggewas.

Gebruik vooraf	aantal percelen	mest, $m^3 ha^{-1}$	datum toedienen mest	datum zaaien	datum oogsten	opbrengst, $kg ds ha^{-1}$
weiden	16	35	19 april	27 april	12 september	14.600
maaïen	42	30	4 mei	12 mei	27 september	15.400

Op slechts vier van de beweide percelen heeft het vanggewas Italiaans raaigras dierlijke mest gekregen. Van de gemaaide percelen waren dit er 25. Met de bemesting van het voorgewas is rekening gehouden bij de bemesting van de maïs. Op de vooraf beweide percelen is voor de maïs  $35 m^3$  mest gegeven en op de vooraf gemaaide percelen  $30 m^3 ha^{-1}$ . De percelen, die vooraf zijn geweid, zijn bemest met gemiddeld 134 kg werkzame N en de percelen die vooraf zijn gemaaid met 140 kg werkzame N  $ha^{-1}$ .

De vooraf gemaaide percelen zijn gemiddeld 15 dagen later gezaaid en ook 15 dagen later geoogst dan de vooraf beweide percelen. In tegenstelling tot het grasland hebben na het vanggewas Italiaans raaigras de vooraf gemaaide percelen een wat hogere opbrengst.

Op basis van de gegevens van het grasland en van het Italiaans raaigras als vanggewas kan de algemene conclusie getrokken worden dat percelen die later gezaaid zijn in de praktijk bij benadering evenveel later geoogst worden. De opbrengst is vergelijkbaar met die van eerder gezaaide maïs. Ook na het oogsten van het vanggewas zijn overwegend zeer vroege rassen (als Goldoli en Crescendo) en vroege maïsrassen (als Goldissa en Accent) gebruikt. Het middenvroege ras Accent is hoofdzakelijk gebruikt op percelen die vooraf zijn geweid.

#### 4.4.3 Maïs na winterrogge als vanggewas

Een aantal gegevens over de teelt en de opbrengst van de snijmaïs, geteeld na het oogsten van het vanggewas, is gegeven in Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Gegevens snijmaïs, geteeld na oogsten van winterrogge als vanggewas.

Gebruik vooraf	aantal percelen	mest, $m^3 ha^{-1}$	datum toedienen mest	datum zaaien	datum oogsten	opbrengst, $kg ds ha^{-1}$
weiden	5	33	19 april	25 april	28 september	15.300
maaïen	4	30	19 mei	24 mei	19 oktober	8.600

De beweide en gemaaide percelen hebben alle vooraf mest ontvangen. Op de vooraf beweide percelen is voor de maïs  $33 m^3$  mest gegeven en op de vooraf gemaaide percelen  $30 m^3 ha^{-1}$ . De percelen, die vooraf zijn geweid, zijn bemest met gemiddeld 146 kg werkzame N en de percelen die vooraf zijn gemaaid met 92 kg werkzame N  $ha^{-1}$ . Deze percelen lagen op het biologische bedrijf. Op de vooraf gemaaide percelen is het zeer vroege maïsras Crescendo gebruikt.

## 5 Stikstofnalevering dunne mest aan maïs

In de praktijk vindt veelal bemesting plaats van het gras of het vanggewas dat voor de teelt van de maïs wordt geoogst. De bemesting van dit voorgewas bestaat uit alleen dunne mest, alleen kunstmest of dunne mest plus kunstmest (Hoofdstuk 4).

De bemesting op het grasland varieert van 0-110 kg werkzame N ha<sup>-1</sup>. Als vanggewas is meestal Italiaans raaigras (of een mengsel) geteeld. De bemesting op het vanggewas varieerde van 0-80 kg werkzame N. De toegediende hoeveelheid mest varieerde van 15-45 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

### 5.1 Berekeningen

De N uit dunne mest bestaat uit minerale N (Nmin) en organisch gebonden N (Norg). De minerale N is, evenals de N uit kunstmest, beschikbaar voor opname door het voorgewas. De niet opgenomen Nmin blijft als minerale N in de bodem beschikbaar voor de maïs.

De Norg mineraliseert gedeeltelijk in de groeiperiode van het voorgewas en gedeeltelijk in de periode erna tijdens de groei van de maïs. Om hiervan een inschatting te maken is met behulp van het programma MINIP de hoeveelheid N berekend die vrijkomt tijdens de periode van het voorgewas en tijdens de opnameperiode van N door de maïs. Er is gerekend met de gemiddelde samenstelling van dunne rundermest, zoals weergegeven in de Adviesbasis voor Grasland en Voedergewassen (Anonymus, 2002). De samenstelling en karakteristieken van deze mest staan in Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Samenstelling en karakteristieken van dunne rundermest.

Ds, %	Ctot, g kg <sup>-1</sup>	Ntot, g kg <sup>-1</sup>	Nmin, g kg <sup>-1</sup>	Norg, g kg <sup>-1</sup>	Corg*, g kg <sup>-1</sup>	C/N, org	Nhmc, %
86	28,8	4,4	2,2	2,2	25,9	11,8	50

\* Corg is de hoeveelheid organische C zonder de C in urinezuur en vluchtige vetzuren (10% Ctot; Velthof GL & Van Erp PJ, 1999).

De hoeveelheid N die beschikbaar komt voor de maïs hangt af van een aantal parameters, te weten

- de hoeveelheid toegediende mest;
- de toedieningsdatum van de mest;
- de oogstdatum van het voorgewas; en
- de periode van stikstofopname door de maïs.

De toedieningsdatum van de mest varieerde in de praktijk van 1 februari tot 7 april (Hoofdstuk 4). Met MINIP zijn berekeningen uitgevoerd voor drie toedieningsdata: 10 februari, 2 maart en 22 maart. De oogstdatum van het voorgewas varieerde van eind april tot 18 mei. De berekeningen zijn uitgevoerd voor vier oogstdata: 25 april, 2 mei, 9 mei en 16 mei.

### 5.2 Periode stikstofopname door de maïs

Schröder (1998) geeft op basis van een groot aantal gegevens aan dat het overgrote deel van de stikstof door snijmaïs wordt opgenomen voor 15 augustus. Hierbij is uitgegaan van 25 april als zaaidatum en 5 mei als opkomstdatum. Na 15 augustus is de stikstofopname zeer beperkt. Bij (zeer) vroege rassen stopt de stikstofopname eerder.

In het project Koeien & Kansen is van een groot aantal percelen een snede gras of het vanggewas geoogst tussen eind april en half mei. De datum van inzaaien van de maïs verschuift dan van 25 april naar 10-15 mei. Deze maïs is ook later in het seizoen geoogst (Hoofdstuk 4). Als de datum van inzaaien

later is verschuift ook de opnameperiode van het maïsgewas. Wel zijn bij de later ingezaaide percelen over het algemeen vroege of zeer vroege rassen gebruikt. In overleg met Schröder (2005) is daarom aangenomen dat het einde van de opnameperiode verschuift naar een latere datum, waarbij de verschuiving ongeveer gelijk is aan de helft van het aantal dagen dat de maïs later is ingezaaid. Concreet betekent dit dat als de maïs 20 dagen later wordt gezaaid (15 mei) de opname van de stikstof 10 dagen later stopt (25 augustus). Bij inzaaien op respectievelijk 25 april, 2 mei, 9 mei en 16 mei is dan ook gerekend met opname van de stikstof tot respectievelijk 15, 19, 22 en 26 augustus.

### 5.3 Resultaten

Met behulp van de gegevens in Tabel 5.1 is voor de genoemde opnameperioden de hoeveelheid stikstof berekend die beschikbaar komt. De resultaten van deze berekeningen met MINIP zijn weergegeven in Tabel 5.2.

Tabel 5.2. Berekende stikstofmineralisatie uit rundermest bij uiteenlopende data van toedienen van de mest en verschillende mesthoeveelheden.

Datum			N-nalevering (kg ha <sup>-1</sup> ) bij verschillende mestgiften			
toedienen	oogst voorgewas	eind N-opname	30 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	20 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	40 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	5 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>
10-feb	25-apr	15-aug	16,7	11,1	22,3	(±) 2,8
	2-mei	19-aug	16,3	10,9	21,7	(±) 2,7
	9-mei	22-aug	15,5	10,3	20,7	(±) 2,6
	16-mei	26-aug	14,9	9,9	19,9	(±) 2,5
2-mrt	25-apr	15-aug	17,2	11,5	22,9	(±) 2,9
	2-mei	19-aug	16,8	11,2	22,4	(±) 2,8
	9-mei	22-aug	16,0	10,7	21,3	(±) 2,7
	16-mei	26-aug	15,3	10,2	20,5	(±) 2,6
22-mrt	25-apr	15-aug	18,1	12,1	24,1	(±) 3,0
	2-mei	19-aug	17,6	11,7	23,5	(±) 2,9
	9-mei	22-aug	16,8	11,2	22,4	(±) 2,8
	16-mei	26-aug	16,1	10,7	21,5	(±) 2,7

Uit de tabel is het volgende af te leiden:

- Naarmate de mest vroeger is toegediend mineraliseert er meer Norg tijdens de groeiperiode van het voorgewas. De nalevering aan de maïs is dan lager. Bij het toedienen van de mest op 10 februari en oogst van het voorgewas op 25 april is de nalevering aan de maïs 16,7 kg N ha<sup>-1</sup> en bij toedienen op 22 maart 18,1 kg N ha<sup>-1</sup>.
- De nalevering aan de maïs is lager naarmate de oogst van het voorgewas later is. Bij 30 m<sup>3</sup> mest en oogsten op 16 mei is de nalevering 1,8-2,0 kg N lager dan bij oogsten op 25 april.
- De hoogste nalevering vindt dus plaats bij laat toedienen van de mest en vroeg oogsten van het voorgewas en de laagste nalevering bij vroeg toedienen van de mest en laat oogsten van het voorgewas. Bij 20 m<sup>3</sup> mest is dit verschil ruim 2 kg N en bij 40 m<sup>3</sup> ruim 4 kg N ha<sup>-1</sup>.
- De nalevering is in sterke mate afhankelijk van de mesthoeveelheid. Per 5 m<sup>3</sup> meer of minder gegeven mest is de nalevering 2,5-3,0 kg N ha<sup>-1</sup> hoger of lager.

Tabel 5.3 geeft de stikstofnalevering aan maïs bij verschillende data van toedienen van 30 m<sup>3</sup> mest en het oogsten van het voorgewas op 25 april. Ter informatie is ook de stikstoflevering, door de mineralisatie van de N-organisch, aan het voorgewas gegeven.

Tabel 5.3. Stikstofnalevering aan de maïs door mineralisatie van organisch N ( $\text{kg N ha}^{-1}$ ) uit  $30 \text{ m}^3$  mest in de periode 25 april – 15 augustus en de stikstoflevering aan het voorgewas.

Datum toedienen	N-nalevering aan maïs	N-levering aan het voorgewas
1-feb	16,5	7,7
10-feb	16,7	7,3
20-feb	16,9	6,8
2-mrt	17,2	6,2
12-mrt	17,6	5,3
22-mrt	18,1	4,4
1-apr	18,5	3,5

Vroeger toedienen van mest betekent dat er meer N door mineralisatie geleverd wordt aan het voorgewas. Er komt dan minder N beschikbaar voor de snijmaïs.

Bovenstaande berekening geldt voor het onderploegen van de zode en het zaaien van de maïs op 25 april. Als de maïs later wordt gezaaid mineraliseert er meer N tijdens de groeiperiode van het voorgewas en is de stikstofnalevering aan de maïs lager. Bij het zaaien van de maïs op 16 mei in plaats van 25 april is er bijvoorbeeld bij een gift van  $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  een lagere nalevering van  $1,8\text{-}2,0 \text{ kg N ha}^{-1}$ .

#### 5.4 Praktische invulling

De stikstofnalevering is afhankelijk van de toegediende hoeveelheid mest, van het tijdstip van toedienen van de mest aan het voorgewas en van het tijdstip van zaaien van de maïs. In Tabel 5.4 is het effect hiervan voor verschillende mesthoeveelheden weergegeven.

Tabel 5.4. Stikstofnalevering in afhankelijkheid van datum toedienen van de mest, mesthoeveelheid en zaaidatum van de maïs.

Data toedienen – zaaien maïs	mestgift, $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$					
	15	20	25	30	35	40
10 februari – 16 mei	7,4	9,9	12,4	14,9	17,4	19,9
2 maart – 9 mei	8,0	10,7	13,4	16,0	18,7	21,3
22 maart – 25 april	9,1	12,1	15,1	18,1	21,1	24,1

Tabel 5.4 schetst drie verschillende situaties, waarbij rekening wordt gehouden met de datum van toediening en de datum waarop de maïs gezaaid wordt. De eerste situatie betreft een perceel waarop de mest vroeg is toegediend, terwijl de maïs laat is gezaaid. De laatste situatie betreft juist een perceel waarop de mest laat is toegediend, terwijl de maïs vroeg wordt gezaaid. Uitgaande van een gemiddelde situatie, toediening op 2 maart en zaaien van de maïs op 9 mei, kan men rekening houden met een nalevering van  $0,5 \text{ kg N m}^{-3}$ . Dit komt dan overeen met  $10 \text{ kg N}$  bij  $20 \text{ m}^3$ ,  $15 \text{ kg N}$  bij  $30 \text{ m}^3$  en  $20 \text{ kg N}$  bij  $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Deze gemiddelde situatie komt goed overeen met de bedrijven van Koeien & Kansen. Voor het oogsten van een snede gras is de mest gemiddeld toegediend op 27 februari en is de snede gemiddeld geoogst op 7 mei. De mest op het Italiaans raaigras is gemiddeld gegeven op 7 maart en de gemiddelde oogstdatum was 5 mei.

Wanneer de mest vroeg wordt toegediend en het voorgewas laat wordt geoogst, dan kan de totale hoeveelheid verminderd worden met  $1\text{-}2 \text{ kg N}$ . In het andere geval, bij late toediening en vroege zaai, kan de totale hoeveelheid vermeerderd worden met  $1\text{-}3 \text{ kg N ha}^{-1}$ .



## 6 Stikstoflevering door graszode

Voor het berekenen van de stikstoflevering door de graszode voor de teelt van de snijmaïs zijn gegevens nodig over

- de drogestofopbrengst van de zode (wortels en stoppel);
- het stikstofgehalte van de zode;
- het effect van de leeftijd op drogestofopbrengst en stikstofgehalte van de zode;
- het effect van de bemesting op drogestofopbrengst en stikstofgehalte van de zode;
- de datum van onderwerken; en
- de datum waarop de stikstofopname door de snijmaïs eindigt.

### 6.1 *Drogestofopbrengst van de zode*

Voor de bepaling van de hoeveelheid droge stof in de wortels en de stoppel is vooral gebruik gemaakt van de resultaten van Whitehead et al. (1990) en van Van Dijk et al. (1996).

Whitehead et al. hebben de drogestofopbrengst van wortels en stoppel gedeeltelijk bepaald en gedeeltelijk geschat in veldproeven op grasland van een verschillende leeftijd en bij een verschillende stikstofbemesting. Van Dijk et al. hebben in een vruchtwisselingsproef van gras en snijmaïs in de jaren 1987-1993 gegevens verzameld over de drogestof- en de stikstofopbrengst van wortels en stoppel van een graszode van een verschillende leeftijd bij drie stikstofbemestingsniveaus: 100, 300 en 500 kg N ha<sup>-1</sup>.

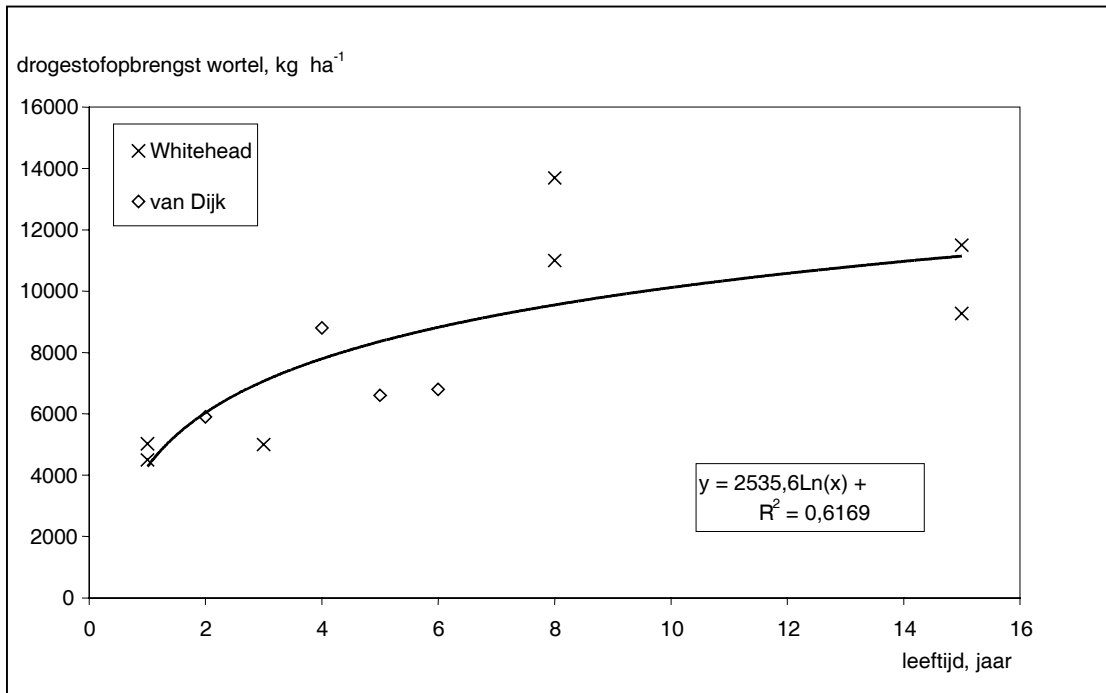
#### 6.1.1 Drogestofopbrengst wortels

Whitehead et al. maken bij het bepalen van de wortelmasse onderscheid tussen wortels en macro-organische stof (Bijlage 1). Deze macro-organische stof is omschreven als dood organisch materiaal, maar het is niet duidelijk welk deel daarvan afkomstig is van de wortels van de graszode. Deze macro-organische stof is niet meegenomen bij het vaststellen van de wortelopbrengst. Bij de mineralisatie van de organische stof (Paragraaf 6.6) komen we hierop terug.

De gegevens van Whitehead et al. laten een duidelijke toename van de wortelopbrengst zien met de leeftijd van de graszode. Deze toename is sterker in de eerste jaren na het inzaaien dan bij een oudere graszode.

Van Dijk et al. geven aan dat de wortelopbrengst van een tweedejaars graszode bij een bemestingsniveau van 300 N ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> circa 5,9 ton droge stof ha<sup>-1</sup> bedraagt en die van een zode van vier jaar en ouder ongeveer 7 ton droge stof (zie Tabel 6.1).

De resultaten van Whitehead et al. en van Van Dijk et al. bij een bemestingsniveau van 300 kg N ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> zijn gebruikt om een relatie te berekenen tussen de leeftijd van de zode en de drogestofopbrengst van de wortels (Figuur 6.1).



Figuur 6.1. Relatie tussen de leeftijd en de hoeveelheid droge stof in de wortels van grasland (Engels raaigras) bij 300 kg N ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup>. Figuur is gebaseerd op resultaten van Van Dijk et al. (1996) en Whitehead et al. (1990).

#### 6.1.2 Drogestofopbrengst van de stoppel

De resultaten van Van Dijk et al. geven aan dat er nauwelijks verschil is tussen de drogestofopbrengst van de stoppel van een tweedejaars en van een meerjarige zode. In de vruchtwisselingsproeven is het gras in het voorjaar ingezaaid. De wortel- en stoppelopbrengsten zijn ook steeds in het voorjaar vastgesteld. Een tweedejaars zode is dan ongeveer één jaar oud.

Ook Whitehead et al. (1990) en Baker (1957) geven aan dat de hoeveelheid stoppel redelijk constant is (Bijlage 1). Bij Whitehead et al. is de opbrengst van de stoppel van een éénjarige zode echter wat lager dan die van de stoppel van een meerjarige zode. Daarom is er in de berekeningen vanuit gegaan dat de opbrengst van de stoppel van een éénjarige zode 10 procent lager is dan die van een meerjarige zode. Voor een meerjarige zode is gerekend met een stoppelopbrengst van 3,5 ton droge stof ha<sup>-1</sup> (Tabel 6.1) en voor een éénjarige zode met 3,2 ton droge stof ha<sup>-1</sup>.

Wanneer een snede gras geoogst wordt treden er voederwinningsverliezen op. Er komen afgebroken plantenresten in de stoppel terecht. Daarnaast zijn er grasresten die op het veld achterblijven. In de berekeningen is uitgegaan van 10 procent voederwinningsverliezen. Bij een opbrengst van 3.000 kg droge stof ha<sup>-1</sup> zijn de verliezen dan 300 kg droge stof. Hiervoor is, op basis van de gegevens van Koeien & Kansen, een stikstofgehalte aangehouden van 2,86 g N kg<sup>-1</sup> droge stof. Op beweid grasland bedroegen de verliezen bij Whitehead et al. 300-700 kg droge stof ha<sup>-1</sup>.

### 6.2 Effect van stikstofbemesting

#### 6.2.1 Opbrengst wortels en stoppel

Van Dijk et al. hebben de grasobjecten bemest met respectievelijk 100, 300 en 500 kg N ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup>. Bij deze bemesting hebben zij van tweedejaars en meerjarig grasland de drogestofopbrengst van wortels en stoppel bepaald. De gemiddelde resultaten over de jaren 1990-1993 zijn weergegeven in Tabel 6.1.

Tabel 6.1. Drogestofopbrengst ( $\text{ton ha}^{-1}$ ), stikstofgehalte ( $\text{g kg}^{-1}$ ) en stikstofinhoud ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) van wortels en stoppels voor het scheuren in maart. Gemiddelde over de jaren 1990-1993 (Van Dijk et al., 1996).

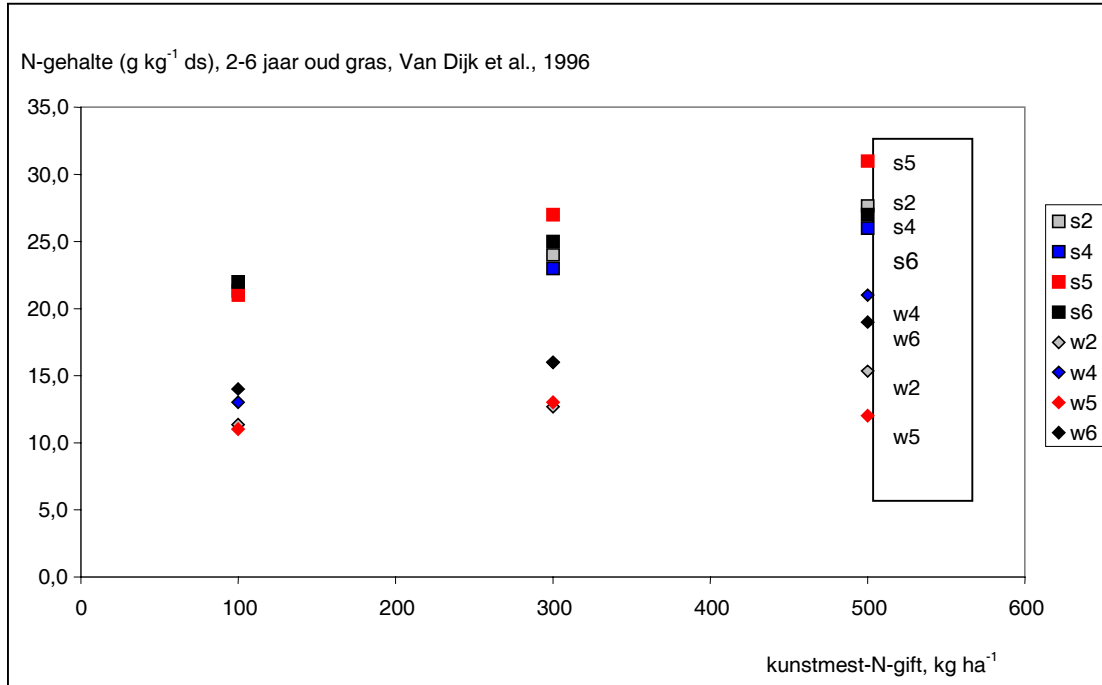
Leeftijd	deel	biomassa			N-gehalte			N-inhoud		
		N1*	N2	N3	N1	N2	N3	N1	N2	N3
2 <sup>e</sup> jaar	stoppel	3,47	3,52	3,37	21	24	28	74	84	93
	wortel	5,94	5,92	4,35	11	13	15	65	77	64
	wortel + stoppel	9,41	9,46	7,72	15	17	20	138	161	157
meerjarig	stoppel	3,36	3,51	2,95	22	24	28	75	83	82
	wortel	7,50	7,00	5,82	12	15	20	91	107	117
	wortel + stoppel	10,86	10,51	8,77	15	18	23	165	189	199

\*Bemestingsniveaus N1, N2 en N3 staan voor een gift van respectievelijk 100, 300 en 500  $\text{kg N ha}^{-1}$ .

Uit de tabel blijkt dat de stoppelopbrengst nauwelijks beïnvloed is door het bemestingsniveau. De wortelopbrengst neemt af bij een stijgende bemesting.

### 6.2.2 Het stikstofgehalte

In Figuur 6.2 is het stikstofgehalte weergegeven voor wortels en stoppels van grasland van 2, 4, 5 en 6 jaar oud dat bemest is met respectievelijk 100, 300 en 500  $\text{kg N ha}^{-1}$ . Uit de figuur blijkt dat er geen consistent effect is van de leeftijd op het stikstofgehalte. Wel neemt het stikstofgehalte in zowel de wortels als in de stoppel toe met de bemesting. Het gemiddelde stikstofgehalte in de wortels en de stoppel is weergegeven in Tabel 6.1.



Figuur 6.2. Stikstofgehalte in wortels en stoppel bij verschillende bemesting op 2-6 jaar oud grasland.

Op melkveebedrijven in Nederland komt een bemestingsniveau van circa 300  $\text{kg werkzame N ha}^{-1}$  veel voor. In de verdere berekeningen is daarom uitgegaan van 300  $\text{kg N ha}^{-1}$  jaar<sup>-1</sup>.

In veel gevallen wordt een snede gras of een vanggewas in het voorjaar bemest, voorafgaand aan de

oogst en de teelt van snijmaïs. Op de Koeien & Kansen bedrijven varieerde deze bemesting van 0-108 kg N ha<sup>-1</sup>. Deze bemesting kan effect hebben op het stikstofgehalte van de wortels en de stoppel. Voor grasland zijn er geen onderzoeksresultaten bekend over het effect van deze bemesting op het stikstofgehalte van de zode.

Bij een bemestingsniveau van 300 kg N ha<sup>-1</sup> per jaar past een bemesting in het voorjaar van 75-100 kg N ha<sup>-1</sup>. Bij deze bemesting groeien de in de winter afgestorven wortels aan tot een niveau dat past bij 300 kg N ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup>. Bij een lager bemestingsniveau in het voorjaar zijn de percelen wat later geoogst (Hoofdstuk 4) bij een vergelijkbare drogestofopbrengst. Naar verwachting is dan ook de wortel- en stoppelopbrengst vergelijkbaar. Mogelijk is daarbij het stikstofgehalte van de wortels en stoppel wat lager. Hiermee is in de berekeningen geen rekening gehouden.

### 6.3 Stikstofgehalte voor de berekeningen

De resultaten van Whitehead et al. en van Van Dijk et al. geven aan dat het stikstofgehalte in de stoppel hoger is dan in wortel. Er is weinig verschil in stikstofgehalte tussen grasland van één jaar en van ouder grasland.

Het stikstofgehalte in de wortels van beweid grasland is bij Whitehead et al. hoger dan van gemaaid grasland. In Tabel 6.2 is het stikstofgehalte weergegeven voor wortels en stoppel van gemaaid en beweid grasland van één jaar en ouder.

Tabel 6.2. Het stikstofgehalte van wortel en stoppel bij grasland van één jaar en ouder en bij weiden en maaien.

Leeftijd	behandeling	N-gehalte wortel, g kg <sup>-1</sup> ds	N-gehalte stoppel, g kg <sup>-1</sup> ds	bron
1	maaien	14	20	WH
1; 2 <sup>e</sup> jaar	maaien	13	24	VD
3	maaien	16	19	WH
4	maaien	16	23	VD
5	maaien	13	27	VD
6	maaien	13	25	VD
3	weiden	23	23	WH
8	weiden	23	25	WH
15	weiden	19	22	WH

In Nederland wordt het meeste grasland zowel beweid als gemaaid. In veel gevallen komt dit neer op twee sneden maaien en vier sneden beweiden. Voor de verdere berekeningen is ervan uitgegaan dat het effect van dit beweiden en maaien op het stikstofgehalte van de wortel en de stoppel even groot is. Ook is ervan uitgegaan dat de drogestofopbrengst van wortels en stoppel bij maaien en weiden niet verschilt. Op basis van deze uitgangspunten en de gegevens uit Tabel 6.2 is het stikstofgehalte berekend voor grasland dat is bemest met 300 kg N ha<sup>-1</sup> en dat afwisselend is beweid en gemaaid.

### 6.4 Periode stikstofopname door de maïs

Voor het onderwerken van het voorgewas en de periode van stikstofopname door de maïs is met dezelfde data gerekend als bij de stikstoflevering door de mest.

## 6.5 Berekening stikstofmineralisatie

Met behulp van de relatie tussen de leeftijd van de zode en de drogestofopbrengst van de wortels uit Figuur 6.1 en op basis van het gemiddelde stikstofgehalte bij weiden en maaien is de benodigde informatie voor de berekeningen van de stikstofmineralisatie met MINIP verkregen (Tabel 6.3). Deze informatie is aangevuld met de ingerekende voederwinningsverliezen (Tabel 6.4). Met behulp van deze parameters is met MINIP de stikstofmineralisatie berekend. De resultaten van deze berekening staan in Tabel 6.5.

Tabel 6.3. De hoeveelheid ds en het stikstofgehalte van wortel en stoppel bij verschillende leeftijden.

Leeftijd	ds wortel, ton ha <sup>-1</sup>	ds stoppel, ton ha <sup>-1</sup>	ds totaal, ton ha <sup>-1</sup>	N in wortel, g N kg <sup>-1</sup> ds	C/N w	N in stoppel, g N kg <sup>-1</sup> ds	C/N s	N totaal, kg ha <sup>-1</sup>
1	4,3	3,2	7,5	18,0	25	22,9	20	150
2	6,0	3,5	9,5	18,0	25	22,9	20	189
3	7,1	3,5	10,6	18,0	25	22,9	20	207
4	7,8	3,5	11,3	18,0	25	22,9	20	221
5	8,4	3,5	11,9	18,0	25	22,9	20	231
10	10,1	3,5	13,6	18,0	25	22,9	20	262

Tabel 6.4. De hoeveelheid ds en het stikstofgehalte van voederwinningsverliezen.

Ds totaal, ton ha <sup>-1</sup>	N-gehalte, g kg <sup>-1</sup> ds	N totaal, kg ha <sup>-1</sup>	C/N
0,3	28,6	8,6	16

Tabel 6.5. Gemineraliseerde N uit een graszode van verschillende leeftijd, bij verschillende opnameperioden.

Leeftijd	datum ploegen	datum einde opname	N mineralisatie, kg ha <sup>-1</sup>			
			wortel	stoppel	verliezen	totaal
1	25-apr	15-aug	16,8	28,8	5,1	50,8
	2-mei	18-aug	16,7	28,7	5,1	50,6
	9-mei	22-aug	16,6	28,5	5,1	50,2
	16-mei	26-aug	16,4	28,3	5,1	49,8
2	25-apr	15-aug	23,7	31,5	5,1	60,4
	2-mei	18-aug	23,6	31,4	5,1	60,1
	9-mei	22-aug	23,4	31,2	5,1	59,7
	16-mei	26-aug	23,2	31,0	5,1	59,2
3	25-apr	15-aug	27,8	31,5	5,1	64,5
	2-mei	18-aug	27,6	31,4	5,1	64,1
	9-mei	22-aug	27,4	31,2	5,1	63,7
	16-mei	26-aug	27,1	31,0	5,1	63,2
4	25-apr	15-aug	30,7	31,5	5,1	67,3
	2-mei	18-aug	30,5	31,4	5,1	67,0
	9-mei	22-aug	30,2	31,2	5,1	66,5
	16-mei	26-aug	29,9	31,0	5,1	66,0
5 en ouder	25-apr	15-aug	36,6	31,5	5,1	73,3
	2-mei	18-aug	36,4	31,4	5,1	72,9
	9-mei	22-aug	36,1	31,2	5,1	72,4
	16-mei	26-aug	35,8	31,0	5,1	71,8

In Tabel 6.5 is onderscheid gemaakt tussen de leeftijd van de graszode en de vier verschillende opnameperioden van de maïs. Aangegeven is hoeveel stikstof er beschikbaar komt uit de wortel, de stoppel en de voederwinningsverliezen.

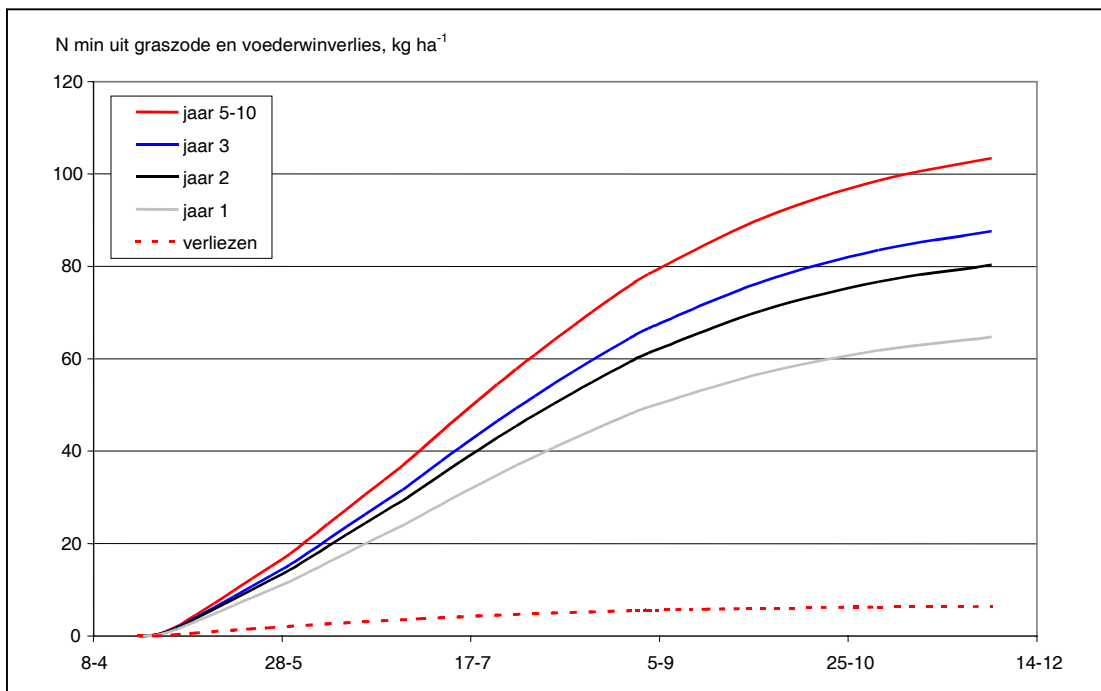
De stikstofmineralisatie uit de ondergewerkte wortel en stoppel en de voederwinningsverliezen is apart berekend, vanwege de verschillende C/N-verhoudingen. De 'schijnbare' initiële leeftijd (zie Hoofdstuk 3) van de ondergewerkte wortel en bovengrondse voederwinningsverliezen is geschat op respectievelijk 1,53 en 0,91 (NMI-database, 2005). Voor de verliezen uit de stoppel is hiervan het gemiddelde genomen om de eigenschappen van de stoppel beter te benaderen.

De hoeveelheid stikstof die beschikbaar komt voor de maïs wordt, zoals verwacht, sterk beïnvloed door de leeftijd van de graszode. Het onderploegen van een eenjarige graszode levert ongeveer  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$  op en een meerjarige graszode van 5 jaar en ouder ongeveer  $73 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Ongeveer 5 kg hiervan is afkomstig uit mineralisatie van de voederwinningsverliezen.

Het verschil tussen de vier opnameperioden is gering. Eerder ploegen levert een kleine verhoging van de beschikbare hoeveelheid stikstof op van 1 à  $1,5 \text{ kg N ha}^{-1}$ .

#### 6.5.1 Snelheid beschikbaar komen van de stikstof

Om een overzicht te krijgen wanneer en hoe snel de N vrijkomt uit de graszode en de ondergewerkte voederwinningsverliezen, is in Figuur 6.3 de cumulatieve hoeveelheid gemineraliseerde N uitgezet tegen de tijd, met als begindatum het tijdstip van onderwerken tot het einde van het jaar.



Figuur 6.3. Gemineraliseerde hoeveelheid N uit verschillende graszoden na onderwerken op 25 april.

Uit Figuur 6.3 wordt duidelijk dat een groot gedeelte van de ondergewerkte stikstof beschikbaar komt na de opnameperiode van de maïs. Uit de wortel komt in de opnameperiode van de maïs 22 procent en uit de stoppel 39 procent van de N beschikbaar voor de maïs. Door de lagere C/N-ratio van de ondergewerkte voederwinningsverliezen, is de mineralisatie ervan hoger, zodat daarvan rond de 60 procent vrijkomt voor de maïs.

## 6.6 Mineralisatie van de organische stof

Grasland heeft een hoger gehalte aan organische stof in de bodem dan bouwland. Wanneer grasland wordt gescheurd gaat een gedeelte van de organische stof, de gemakkelijk afbreekbare organische stof, mineraliseren. Hiermee is nog geen rekening gehouden.

Van Dijk et al. hebben voor de twee- en vierjarige graszoden in de jaren 1991-1993 stikstofbalansproeven uitgevoerd. Bij deze balansproeven is de minerale stikstof in de bodem gemeten in het voorjaar en in het najaar. Tevens is de aanvoer van stikstof via de bemesting en de afvoer van stikstof in de maïs gemeten. Met deze balansproeven is de stikstoflevering door de ondergeploegde zode vergeleken met de stikstoflevering op velden waar continue maïs is geteeld. Zij vonden dat, gemiddeld over de drie stikstofniveaus van 100, 300 en 500 kg N ha<sup>-1</sup> en gemiddeld over de jaren 1991-1993, van een tweejarige graszode in het eerste jaar na scheuren 88 kg N ha<sup>-1</sup> extra vrijkwam en van een vierjarige graszode 99 kg N ha<sup>-1</sup>. Deze stikstoflevering is gemeten over de periode van onderploegen (eind maart) tot na de oogst van de snijmaïs (eind september).

In de voorliggende studie is de mineralisatie van N berekend in de periode van ploegen (eind april – half mei) tot het einde van de stikstofopname door de maïs (tweede helft van augustus). De stikstoflevering door mineralisatie is dan 55 kg N voor een tweejarige graszode en 62 kg N ha<sup>-1</sup> voor een vierjarige zode. Deze stikstoflevering is exclusief de voederwinningsverliezen en is aanzienlijk lager dan de balansproeven aangeven. In Tabel 6.6 is de berekende mineralisatie gegeven voor de periode van stikstofopname door de maïs en de periode in de balansproeven.

Tabel 6.6. N mineralisatie van ondergeploegde graszoden van verschillende leeftijd over verschillende perioden (exclusief voederwinningsverliezen).

Leeftijd	mineralisatie 25-04 tot 15-08 N <sub>min</sub> , kg ha <sup>-1</sup>	mineralisatie 30-03 tot 20-09 N <sub>min</sub> , kg ha <sup>-1</sup>	extra N <sub>min</sub> , kg ha <sup>-1</sup>
1	45,7	60,0	14,3
2	55,3	73,1	17,8
3	59,4	78,7	19,3
4	62,6	82,7	20,1
5-10	68,2	91,1	22,9

Bij een tweejarige graszode mineraliseert over de langere periode 17,8 kg meer N. Deze komt niet beschikbaar in de opnameperiode van de maïs na het scheuren van een graszode op 25 april. Voor een vierjarige graszode komt 20,1 kg N ha<sup>-1</sup> niet beschikbaar voor de maïs.

Bij een tweejarige graszode mineraliseert van 30 maart tot 20 september 73,1 kg N uit de graszode. In de balansproeven is een stikstoflevering gemeten van gemiddeld 88 kg N. Dit kan betekenen dat er in die periode nog 15 kg N ha<sup>-1</sup> beschikbaar komt door extra mineralisatie van de organische stof in de bodem.

Voor een vierjarige graszode komt 82,7 kg N beschikbaar door mineralisatie van de graszode. In de balansproeven is een stikstoflevering gemeten van gemiddeld 99 kg N ha<sup>-1</sup>. Er kan dan nog 99 – 82,7 = 16,3 kg N ha<sup>-1</sup> beschikbaar zijn gekomen door mineralisatie van de organische stof in de periode van 30 maart tot 20 september.

Van Dijk et al. vonden onder grasland van vier jaar oud een gehalte aan organische stof van 3,0 procent

en onder continue snijmaïs op hetzelfde proefveld een gehalte aan organische stof van 2,8 procent. Een stijging van het gehalte aan organische stof van 0,2 procent komt overeen met een toename van de hoeveelheid organische stof van circa 7.500 kg ha<sup>-1</sup>. Naar verwachting zal de door Whitehead et al. aangeduide macro-organische stof onderdeel zijn van deze 7.500 kg.

De grondsoort op Cranendonck (de locatie waar het onderzoek van Van Dijk et al. is uitgevoerd) is een zandige enkeerd. Op basis van het lutumgehalte en het gehalte aan organische stof kan de a-waarde van de bodem organische stof op deze gronden variëren tussen 9 en 16. Bij het onderploegen van een zode zal de gemakkelijk afbreekbare organische stof het snelst mineraliseren. Van deze organische stof zal de a-waarde dan 9 of lager zijn.

Met behulp van MINIP is gerekend hoeveel stikstof door mineralisatie vrijkomt uit de organische stof. Uitgaande van een zelfde C/N-verhouding mineraliseert er bij een a-waarde van 9 uit de bodem organische stof 12,8 kg N ha<sup>-1</sup> extra bij een organischestofgehalte van 3,0 procent in vergelijking met een organischestofgehalte van 2,8 procent.

Bij een a-waarde van 8 is dit 15,3 kg N ha<sup>-1</sup> in de periode van 30 maart tot 20 september. Dit komt overeen met de eerder gevonden 15 à 16 kg N. In de periode van 25 april tot 15 augustus is de mineralisatie dan 10,8 kg N ha<sup>-1</sup>.

Mogelijk is het niet correct om uit te gaan van een a-waarde van 8. Bekend is echter dat bij het onderploegen van een graszode een versnelde afbraak van de organische stof plaatsvindt, onder andere door de extra zuurstof die in de bodem komt. Op basis van de resultaten in de balansproeven van Van Dijk et al. (1996) en het gegeven dat er extra afbraak van de organische stof in de bodem plaatsvindt na het onderploegen van een graszode is aangenomen dat er voor de snijmaïs 10 kg N ha<sup>-1</sup> beschikbaar komt na het onderwerken van een graszode van drie jaar en ouder en 5 kg N ha<sup>-1</sup> bij een zode van twee jaar. Bij een éénjarige graszode is geen rekening gehouden met extra afbraak van organische stof in de bodem.

### 6.7 Praktische invulling

Uit Tabel 6.5 blijkt dat de verschillen in stikstoflevering tussen de perioden voor stikstofopname, waarmee gerekend is, gering zijn: 1 à 1,5 kg N. In het advies is hiermee verder geen rekening gehouden. In Tabel 6.7 is de stikstoflevering aan de snijmaïs gegeven uit de zode (wortel en stoppel), de voederwinningsverliezen en uit de mineralisatie van de bodem organische stof.

Tabel 6.7. Stikstoflevering aan snijmaïs na het oogsten van een snede gras, kg N ha<sup>-1</sup>.

Leeftijd, jaren	N uit de zode	N uit voederwinningsverliezen	N door mineralisatie organischestof bodem	N-levering totaal
1	45	5	0	50
2	55	5	5	65
3 en 4	60	5	10	75
5 en ouder	65	5	10	80

Het advies is dan om rekening te houden met een stikstoflevering aan de snijmaïs van 50 kg N ha<sup>-1</sup> na het onderwerken van éénjarige zode waarvan een snede is geoogst, 65 kg N bij een tweejarige zode, 75 kg N bij een zode van drie of vier jaar oud en 80 kg N bij een zode van vijf jaar en ouder.

De mineralisatie van een zode van vijf jaar en ouder is berekend als de gemiddelde mineralisatie van zoden van vijf tot tien jaar oud. Deze gemiddelde mineralisatie in Tabel 6.5 ligt tussen 65 en 70 kg N



ha<sup>-1</sup>. Een zode van vijf jaar levert dan wat minder dan 65 kg N ha<sup>-1</sup> en een zode van tien jaar meer. Aangezien er vaker een zode van vijf à zes jaar zal worden geploegd, is voor de stikstoflevering door de zode 65 kg N ha<sup>-1</sup> aangehouden.

## 7 Stikstoflevering door een zode Italiaans raaigras

Italiaans raaigras kan gebruikt worden als vanggewas bij de teelt van snijmaïs. Dit gras kan gezaaid zijn in de stoppel na de oogst van het hoofdgewas of aanwezig zijn geweest als ondervrucht van de maïs. In toenemende mate wordt dit vanggewas in het volgende voorjaar bemest voorafgaand aan beweiding of de oogst van een snede kuilgras. Na het ploegen komt er een hoeveelheid stikstof vrij door de mineralisatie van de ondergewerkte wortels en stoppels. Deze stikstof komt (gedeeltelijk) beschikbaar voor het volgende maïsgewas.

Om deze mineralisatie te kunnen berekenen zijn gegevens nodig over de drogestofopbrengst en de stikstofinhoud van de wortels en de stoppel. Deze gegevens zijn met behulp van de literatuur afgeleid van de bovengrondse productie bij een uiteenlopende stikstofbemesting. Daarnaast is rekening gehouden met voederwinningsverliezen. Om de totale hoeveelheid gemineraliseerde stikstof te kwantificeren is gebruik gemaakt van het programma MINIP, dat op basis van de hoeveelheid ingewerkte koolstof en stikstof de mineralisatie berekent.

### 7.1 Bovengrondse opbrengst en stikstofgehalte

In het project Koeien & Kansen zijn veel percelen geoogst bij een bemesting van circa 75 kg N ha<sup>-1</sup> en een opbrengst van 2.500-3.000 kg droge stof ha<sup>-1</sup> (Hoofdstuk 4). Tabel 7.1 geeft de resultaten van een aantal percelen, waarvan naast de opbrengst ook het stikstofgehalte is bepaald.

Tabel 7.1. Opbrengst en stikstofgehalte van geoogst Italiaans raaigras in Koeien & Kansen.

Oogstdatum	N-gift, kg ha <sup>-1</sup>	opbrengst, kg ds ha <sup>-1</sup>	N-gehalte, %
18-5	75	2.750	3.2
23-4	75	2.000	2.5
23-4	75	2.000	2.6
3-5	75	2.750	2.6
gemiddeld			
1-5	75	2.375	2.7

In het kader van het onderzoek betreffende de temperatuursom heeft NMI van een groot aantal proefvelden op grasland gegevens verzameld over de drogestofopbrengst en het stikstofgehalte van gras bij een uiteenlopende stikstofbemesting. Met deze gegevens is een module ontwikkeld (Bussink & Hensgens, 2001) waarmee bij een uiteenlopende bemesting in het voorjaar de drogestofopbrengst en het bijbehorende stikstofgehalte kan worden berekend op verschillende oogstdata. Het stikstofgehalte is dan hoger naarmate het gras vroeger wordt geoogst en naarmate de stikstofbemesting hoger is. Bij de berekeningen van de opbrengst en het stikstofgehalte van Italiaans raaigras is deze module gebruikt, ervan uitgaande dat deze module ook geldig is voor dit gewas. Voor de berekeningen is een gemiddelde opbrengst van 2.375 kg droge stof ha<sup>-1</sup> met 2,7 procent N op 1 mei bij een bemesting van 75 kg N ha<sup>-1</sup> als uitgangspunt genomen. De resultaten bij een verschillende stikstofbemesting en oogstdatum staan in Tabel 7.2. Bij de berekeningen zijn dezelfde oogstdata aangehouden als bij het grasland. Ook de periode van stikstofopname door het volggewas maïs is gelijk.

Tabel 7.2. Ds-opbrengst en stikstofgehalte van Italiaans raaigras bij verschillende bemestingshoeveelheden en oogstdata.

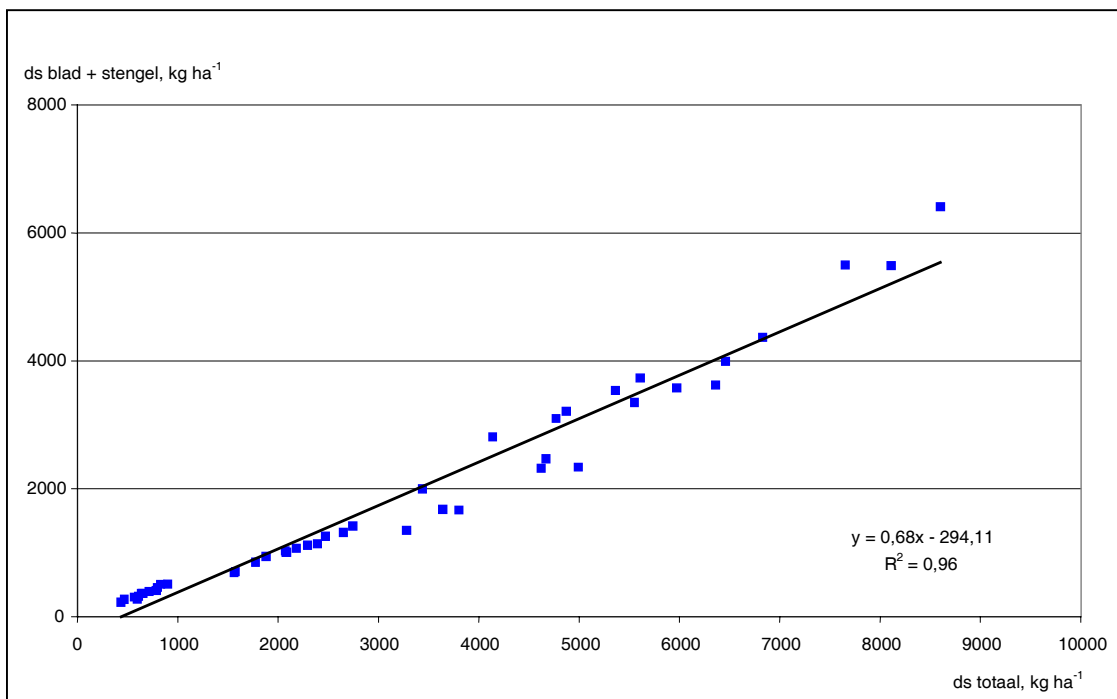
Bemesting, kg N ha <sup>-1</sup>	inwerkdatum	einde opname	opbrengst, kg ds ha <sup>-1</sup>	N-gehalte, % in ds
0	25-apr	15-aug	835	2,69
0	2-mei	18-aug	1.039	2,42
0	9-mei	22-aug	1.418	2,19
0	16-mei	26-aug	1.890	1,99
25	25-apr	15-aug	1.225	2,70
25	2-mei	18-aug	1.540	2,42
25	9-mei	22-aug	2.027	2,19
25	16-mei	26-aug	2.635	1,99
75	25-apr	15-aug	1.955	2,97
75	2-mei	18-aug	2.446	2,69
75	9-mei	22-aug	3.236	2,44
75	16-mei	26-aug	3.981	2,21

### Verliezen

Tijdens de oogst van het vanggewas blijven er bovengrondse delen achter op het perceel. Deze voederwinningsverliezen zijn geschat op 10 procent van het geoogste gewas. Het stikstofgehalte van deze verliezen is gelijkgesteld aan het stikstofgehalte van de bovengrondse delen.

### 7.2 Drogestofopbrengst van de wortels en de stoppel

Omdat er weinig literatuurgegevens beschikbaar waren over de opbrengst en het stikstofgehalte van de wortels en de stoppel van een vanggewas Italiaans raaigras zijn deze gegevens berekend met behulp van een relatie tussen bovengrondse delen en ondergrondse delen. Voor de berekening van de hoeveelheid droge stof van ondergrondse delen is gebruik gemaakt van een vergelijking, gebaseerd op de resultaten van Dilz et al. (1977, zie Figuur 7.1).



Figuur 7.1. Relatie tussen de drogestofopbrengst totaal (blad + stengel + wortel + stoppel) en de drogestofopbrengst van blad + stengel.

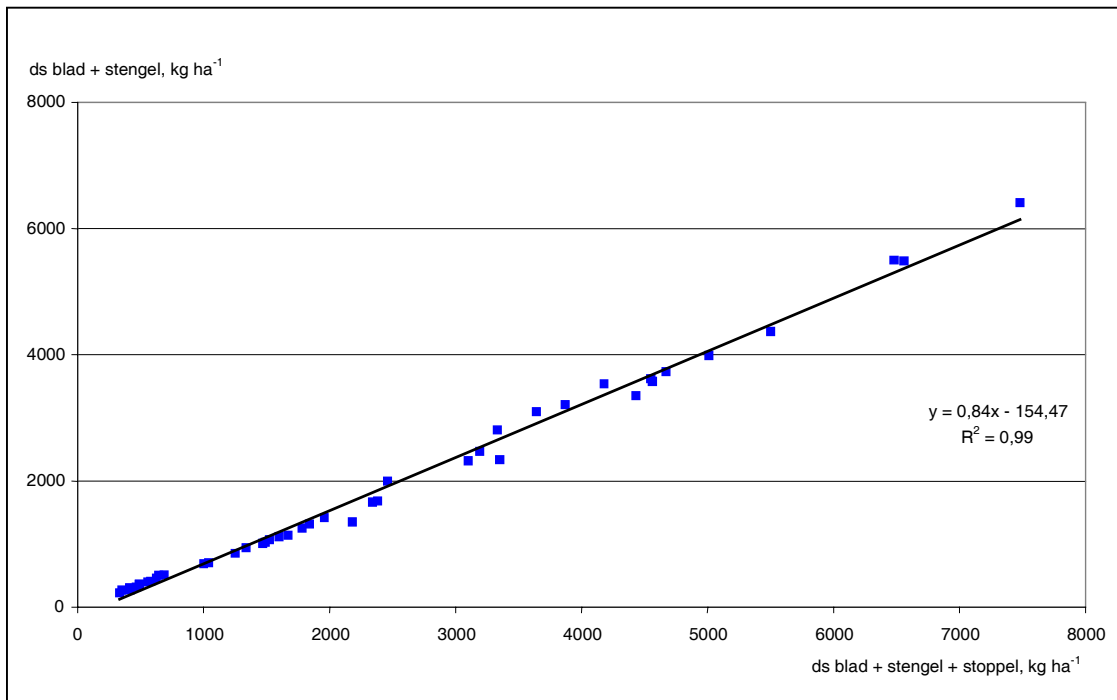
Deze resultaten uit Figuur 7.1 zijn gebaseerd op proeven in verschillende jaren, met verschillende soorten raaigras, onder verschillende groeiomstandigheden en bij verschillende bemestingsniveaus. Aangezien er een sterke correlatie is gevonden, mag verondersteld worden dat de gevonden vergelijkingen algemeen toepasbaar zijn voor raaigrassen.

De drogestofopbrengst van wortels plus stoppels kan worden berekend met behulp van de in Figuur 7.1 gevonden vergelijking:

$$DS_{\text{totaal}} = 1.47 \cdot DS_{\text{blad+stengel}} + 432.51 \quad 7.1$$

$$DS_{\text{wortel+stoppel}} = DS_{\text{totaal}} - DS_{\text{blad+stengel}} = 0.47 \cdot DS_{\text{blad+stengel}} + 432.51 \quad 7.2$$

Omdat Dilz et al. (1977) de hoeveelheid droge stof van blad + stengel, de wortel en de stoppel hebben bepaald, is er ook een relatie ontwikkeld tussen de hoeveelheid droge stof in blad + stengel en de hoeveelheid droge stof in blad + stengel + stoppel. Deze relatie is weergegeven in Figuur 7.2.



Figuur 7.2. Relatie tussen de drogestofopbrengst van blad + stengel + stoppel en die van blad + stengel.

De drogestofopbrengst van de stoppel kan afgeleid worden van de in de Figuur 7.2 gegeven relatie. De opbrengst van de stoppel kan dan als volgt worden berekend:

$$DS_{\text{blad+stengel+stoppel}} = 1.19 \cdot DS_{\text{blad+stengel}} + 183.89 \quad 7.3$$

$$DS_{\text{stoppel}} = DS_{\text{blad+stengel+stoppel}} - DS_{\text{blad+stengel}} = 0.19 \cdot DS_{\text{blad+stengel}} + 183.89 \quad 7.4$$

Met behulp van vergelijkingen 7.2 en 7.4 kan dan de drogestofopbrengst van de wortel berekend worden. Op deze wijze zijn de drogestofopbrengst van de wortels en van de stoppel geschat uit de drogestofhoeveelheid van het maaibare gedeelte.

### 7.3 Stikstofgehalte van wortels en stoppel

In het verleden heeft NMI op basis van resultaten van Raijmakers & Janssen (1995), Verveda (1982, 1984) en Dilz et al. (1977) een relatie bepaald tussen het stikstofgehalte in het maaibare gedeelte en dat van de wortel. Deze relatie is als volgt:

$$N_{\text{wortel}} = 0.14 + 0.49 \cdot N_{\text{maaibaar}} \quad 7.5$$

De  $R^2$  van deze vergelijking is 0,91. In deze vergelijking zijn de stikstofgehalten aangegeven in procenten van de droge stof. Bij de berekeningen is er verder vanuit gegaan dat het stikstofgehalte in de stoppel het gemiddelde is van de wortel en het maaibare gewas. Deze aanname komt overeen met de resultaten gegeven bij Van Dijk et al. (1996).

Bij de berekeningen zijn voor wortels, stoppel en gewasresten dezelfde a-waarden aangehouden als bij de graszode: wortels 1,53, stoppel 1,22 en gewasresten 0,91. De a-waarde van de stoppel is het gemiddelde van wortels en gewasresten.

### 7.4 Invoergegevens voor MINIP

Met behulp van de vergelijkingen 7.2, 7.4 en 7.5 en Tabel 7.2 zijn de drogestofopbrengst en het stikstofgehalte van wortels en stoppel berekend. Deze gegevens zijn samen met de drogestofhoeveelheid en het stikstofgehalte van de verliezen weergegeven in Tabel 7.3.

Tabel 7.3. Hoeveelheid droge stof ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) en stikstofgehalte (% van de ds) van wortels, stoppel en voederwinningsverliezen.

Bemesting, $\text{kg N ha}^{-1}$	inwerk- datum	einde opname	wortels, $\text{kg ds ha}^{-1}$	wortels, % N	stoppel, $\text{kg ds ha}^{-1}$	stoppel, % N	v v*, $\text{kg ds ha}^{-1}$	v v, % N
0	25-apr	15-aug	482	1,5	342,5	2,1	84	2,7
0	2-mei	18-aug	539	1,3	381,2	1,9	104	2,4
0	9-mei	22-aug	646	1,2	453,3	1,7	142	2,2
0	16-mei	26-aug	778	1,1	543,0	1,6	189	2,0
25	25-apr	15-aug	592	1,5	416,6	2,1	123	2,7
25	2-mei	18-aug	680	1,3	476,6	1,9	154	2,4
25	9-mei	22-aug	816	1,2	569,0	1,7	203	2,2
25	16-mei	26-aug	987	1,1	684,6	1,6	264	2,0
75	25-apr	15-aug	796	1,6	555,3	2,3	196	3,0
75	2-mei	18-aug	934	1,5	648,7	2,1	245	2,7
75	9-mei	22-aug	1.155	1,3	798,8	1,9	324	2,4
75	16-mei	26-aug	1.363	1,2	940,3	1,7	398	2,2

\* v v is de afkorting voor voederwinningsverliezen.

De gegevens uit Tabel 7.3 vormen de basis voor de berekening van de invoergegevens van de stikstofmineralisatie met MINIP. Deze invoergegevens zijn weergegeven in Tabel 7.4. De hoeveelheid koolstof is gelijk aan 45 procent van de hoeveelheid droge stof.

Tabel 7.4. Gebruikte parameters voor de berekeningen met MINIP.

Bemesting, inwerk- kg N ha <sup>-1</sup>	einde datum	opname	C, kg ha <sup>-1</sup>			N, kg ha <sup>-1</sup>			C/N-ratio			Ntotaal, kg ha <sup>-1</sup>
			w	s	v v	w	s	v v	w	s	v v	
0	25-apr	15-aug	217	154	38	7,0	7,1	2,2	30,8	21,7	16,7	16,4
0	2-mei	18-aug	243	172	47	7,1	7,1	2,5	34,0	24,1	18,6	16,8
0	9-mei	22-aug	291	204	64	7,8	7,7	3,1	37,1	26,4	20,5	18,7
0	16-mei	26-aug	350	244	85	8,7	8,4	3,8	40,3	28,9	22,6	20,9
25	5-apr	15-aug	266	187	55	8,7	8,7	3,3	30,8	21,6	16,7	20,6
25	2-mei	18-aug	306	214	69	9,0	8,9	3,7	33,9	24,0	18,6	21,7
25	9-mei	22-aug	367	256	91	9,9	9,7	4,4	37,1	26,4	20,5	24,0
25	16-mei	26-aug	444	308	119	11,0	10,6	5,2	40,4	29,0	22,6	26,8
75	25-apr	15-aug	358	250	88	12,7	12,7	5,8	28,2	19,7	15,2	31,2
75	2-mei	18-aug	420	292	110	13,6	13,4	6,6	30,9	21,7	16,7	33,6
75	9-mei	22-aug	520	359	146	15,4	15,1	7,9	33,7	23,9	18,5	38,3
75	16-mei	26-aug	613	423	179	16,7	16,1	8,8	36,8	26,2	20,4	41,6

\* v v is de afkorting voor voederwinningsverliezen, w voor wortel en s voor stoppel.

### 7.5 Berekende mineralisatie

De resultaten van de berekeningen met MINIP staan in Tabel 7.5. De hoeveelheid stikstof die beschikbaar komt voor het maïsgewas hangt af van het bemestingsniveau en de oogstdatum van het vanggewas.

De hoeveelheid stikstof die beschikbaar komt uit wortel en stoppel neemt toe bij een hogere bemesting. Dit geldt ook voor de voederwinningsverliezen.

Tabel 7.5. Gemineraliseerde stikstof uit de zode en uit oogstverliezen van een vanggewas Italiaans raaigras bij verschillende bemestingsniveaus en opnameperioden.

Bemesting, kg N ha <sup>-1</sup>	inwerkdatum	einde opname	Nmin wortel, kg ha <sup>-1</sup>	Nmin stoppel, kg ha <sup>-1</sup>	Nmin v v*, kg ha <sup>-1</sup>	Ntot , kg ha <sup>-1</sup>
0	25-apr	15-aug	1,0	2,6	1,3	4,9
	2-mei	18-aug	0,7	2,3	1,4	4,4
	9-mei	22-aug	0,4	2,2	1,6	4,2
	16-mei	26-aug	0,0	2,1	1,9	4,0
25	25-apr	15-aug	1,2	3,1	1,9	6,3
	2-mei	18-aug	0,8	2,9	2,1	5,8
	9-mei	22-aug	0,5	2,8	2,3	5,6
	16-mei	26-aug	0,0	2,6	2,6	5,2
75	25-apr	15-aug	2,2	5,0	3,5	10,7
	2-mei	18-aug	1,8	4,8	3,8	10,5
	9-mei	22-aug	1,4	4,9	4,4	10,7
	16-mei	26-aug	0,8	4,7	4,6	10,1

\* v v is de afkorting voor voederwinningsverliezen.

De hoeveelheid stikstof die beschikbaar komt uit de zode neemt af naarmate het vanggewas later (bij een zwaardere snede) wordt geoogst. De C/N-verhouding is dan hoger. In tegenstelling tot de zode neemt de hoeveelheid stikstof die mineraliseert uit de verliezen juist toe bij een latere oogstdatum. Dit is

vooral toe te schrijven aan de hogere opbrengst en daarmee samenhangend ook meer verliezen bij het oogsten van een zwaardere snede. De voederwinningsverliezen leveren een belangrijk deel van de hoeveelheid N die mineraliseert. Deze hogere mineralisatie van de verliezen ten opzichte van die van de wortel wordt vooral veroorzaakt door een lagere C/N-verhouding en een lagere initiële leeftijd (a-waarde).

Het verschil in de totaal gemineraliseerde hoeveelheid stikstof tussen bemestingsniveaus van 0 N en 25 N is minimaal: 1 à 1,5 kg N ha<sup>-1</sup>. Bij een hogere gift van 75 kg N ha<sup>-1</sup> is er 5 à 6 kg N ha<sup>-1</sup> extra gemineraliseerd.

Tabel 7.5 laat zien dat de bijdrage van de wortels aan de hoeveelheid N die beschikbaar komt voor de maïs zeer beperkt is. Dit is vooral veroorzaakt door de hoge C/N-verhouding van de wortels. De bijdrage uit de mineralisatie van de oogstverliezen is relatief groot. Per saldo is de bijdrage van een zode na het oogsten van het gewas aan de stikstofvoorziening van de maïs beperkt. Er is gerekend met 10 procent voederwinningsverliezen. Dit betekent dat 90 procent van het maaibare gedeelte is geoogst. Indien van het vanggewas bij bemesten met 75 kg N ha<sup>-1</sup> en oogsten op 25 april de snede niet geoogst zou zijn, zou de mineralisatie  $9 \times 3,5 = 31,5$  kg N hoger geweest zijn en in totaal  $31,5 + 10,7 = 42,2$  kg N ha<sup>-1</sup> bedragen. Dit komt goed overeen met de Adviesbasis voor de Bemesting van Grasland en Voedergewassen (Anonymus, 2002). Zie ook Hoofdstuk 11 (discussie).

#### 7.6 Praktische invulling

Bij alle bemestingsniveaus heeft het tijdstip van onderwerken van de zode een gering effect op de totale hoeveelheid stikstof die mineraliseert. In het advies is hiermee verder geen rekening gehouden. Het verschil in stikstoflevering tussen niet bemesten en bemesten met 25 kg N ha<sup>-1</sup> is eveneens beperkt. De bemesting is daarom ingedeeld in twee niveaus: een laag stikstofbemestingsniveau (0-50 kg N ha<sup>-1</sup>) en een hoog niveau (51-100 kg N ha<sup>-1</sup>). De stikstoflevering bij deze niveaus staat in Tabel 7.6.

Tabel 7.6. Stikstoflevering uit zode en verliezen van Italiaans raaigras als vanggewas na oogsten van een snede.

N-bemesting vanggewas, kg ha <sup>-1</sup>	N-levering uit zode en verliezen, kg N ha <sup>-1</sup>
0-50 kg N	5 (4,0 – 6,3)
51-100 kg N	10 (10,1 – 10,7)

Het advies is om bij een bemesting van het vanggewas met 0-50 kg N ha<sup>-1</sup> rekening te houden met een stikstoflevering van 5 kg N ha<sup>-1</sup> en bij een bemesting van 51-100 kg N ha<sup>-1</sup> met een levering van 10 kg N ha<sup>-1</sup>.

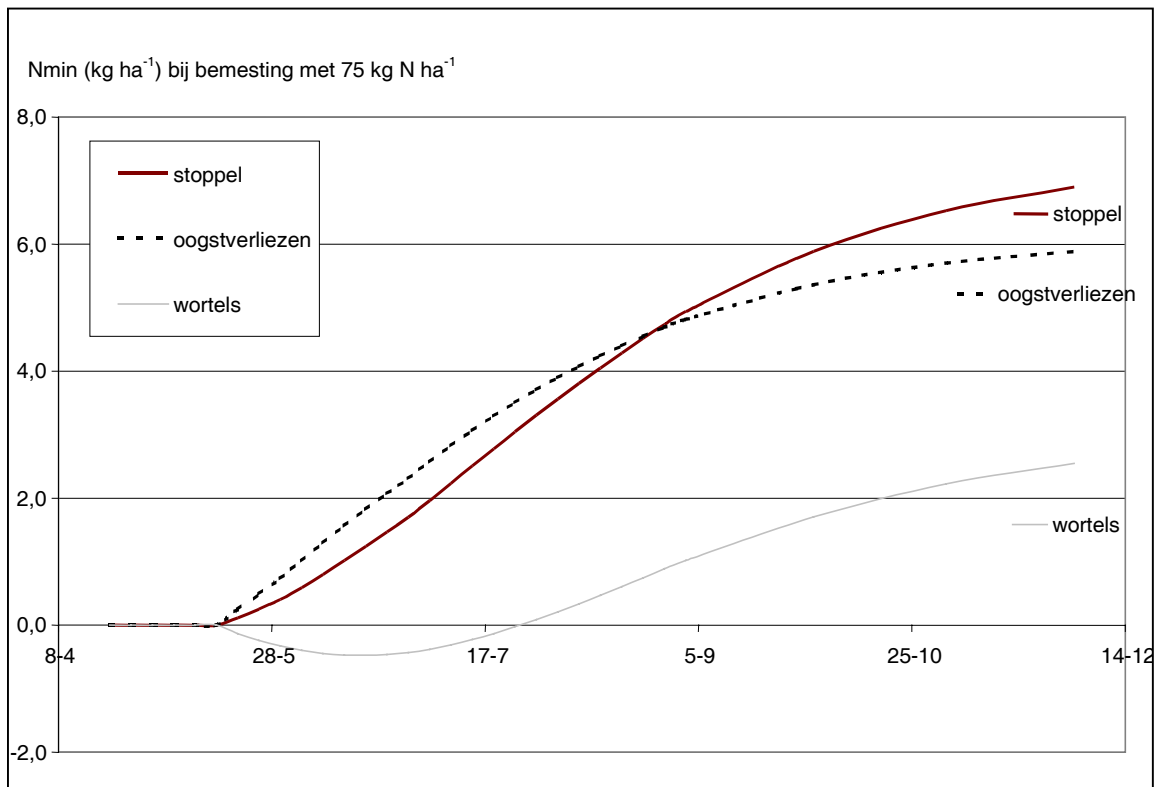
#### 7.7 Effect tijdstip onderwerken en oogsten zwaardere snede

Hoewel er in totaal 16 tot 42 kg N ha<sup>-1</sup> wordt ondergewerkt (Tabel 7.4), is duidelijk dat, gedurende de opnameperiode van de maïs, maar een gedeelte ervan beschikbaar komt (Tabel 7.5). Deze hoeveelheid varieert tussen 4,0 en 10,7 kg N ha<sup>-1</sup>. Het grootste gedeelte van de ondergewerkte stikstof komt dus pas beschikbaar na de opnameperiode van de maïs. Een belangrijke oorzaak hiervan is de relatief hoge C/N-verhouding in de ondergrondse delen. Dit is in grote lijnen in overeenstemming met resultaten van Janssen (1984) die voor stro ( $a = 1,41$ ) vindt dat 1 jaar na toediening nog 38 procent van de

toegediende koolstof aanwezig is in de bodem. Voor groen en vers plantmateriaal ( $a = 0,99$ ) is dat 20 procent.

Het tijdstip van onderwerken heeft invloed op de hoeveelheid stikstof die beschikbaar komt voor de maïs. Hoe later de gewasresten ondergewerkt worden, hoe minder stikstof er beschikbaar komt. Deze afname wordt met name veroorzaakt door de hogere C/N-verhouding van de wortels na het oogsten van een zwaardere snede. Een hogere C/N-verhouding veroorzaakt een lagere mineralisatiesnelheid, zodat er in de opnameperiode van de maïs minder stikstof beschikbaar komt. Voor de wortels treedt er zelfs immobilisatie op. In Figuur 7.3 is bij een stikstofgift van  $75 \text{ kg N ha}^{-1}$  het verloop van de stikstofmineralisatie uitgezet tegen de tijd.

Bij onderploegen van de wortels op 16 mei treedt immobilisatie op tot 17 juli. De hoeveelheid stikstof die immobiliseert is gering en ligt rond de  $1 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Door deze immobilisatie komt er minder stikstof beschikbaar tijdens de opnameperiode van de maïs. De mineralisatie van de stoppel en van de voederwinningsverliezen compenseren dit tekort.



Figuur 7.3. Stikstofmineralisatie uit de wortel, de stoppel en de voederwinningsverliezen van Italiaans raaigras na het oogsten van een snede op 16 mei bij een bemestingniveau van  $75 \text{ kg N ha}^{-1}$ .



## 8 Stikstoflevering door de zode van winterrogge

In het kader van het nieuwe mestbeleid is het telen van een vanggewas na de snijmaïs op zand- en lössgrond met ingang van 2006 verplicht. Hiervoor komen alleen grassen en winterrogge in aanmerking. Deze gewassen zijn vorstbestendig en nemen in het najaar nog een substantiële hoeveelheid stikstof op (Anonymus, 2005). Daarom is ook de stikstoflevering van winterrogge na het oogsten van een snede als voorgewas berekend.

Het telen van winterrogge als vanggewas is weinig toegepast op de praktijkbedrijven van Koeien & Kansen. Daarom is tevens gebruik gemaakt van de resultaten van de proeven op Aver Heino van 1988-1994, waarbij winterrogge als vanggewas is geteeld (Van Dijk et al., 1995) en van proeven op Cranendonck van 1999-2001, waarbij meerdere vanggewassen zijn geteeld en bemest met 0 en 30 kg N ha<sup>-1</sup> (Van Laarhoven et al., 2003). Evenals bij het Italiaans raaigras zijn voor de berekeningen gegevens nodig van de drogestof- en stikstofopbrengst van de wortels en van de stoppel.

### 8.1 *Drogestofopbrengst van de stoppel en van de wortels*

#### 8.1.1 Stoppel

Op Aver Heino is van 1988-1994 winterrogge als vanggewas geteeld. Deze rogge is gezaaid rond 25 september en is het volgende voorjaar rond 1 april geoogst. De rogge is gezaaid na de teelt van wel en niet bemeste maïs. De rogge zelf is niet bemest. Naast een opbrengstbepaling is tevens de gewaslengte bepaald van de geoogste rogge en van de stoppel. In de voorliggende studie is alleen gebruik gemaakt van de gegevens van rogge op bemeste maïspercelen. De gemiddelde opbrengst van de rogge was 1.220 kg droge stof ha<sup>-1</sup>. De rogge bevatte 106 kg droge stof per cm gewaslengte. De stoppellengete was gemiddeld 6,15 cm. Wanneer we uitgaan van een zelfde hoeveelheid droge stof per cm als bij het gemaaide gewas bevat de stoppel 650 kg droge stof ha<sup>-1</sup>.

In de verdere berekeningen is ervan uitgegaan dat geoogst is bij een stoppellengete van ruim 6 cm met een vaste inhoud van 650 kg droge stof ha<sup>-1</sup>.

#### 8.1.2 Wortels

In de literatuur wordt wel een spruit-wortelverhouding genoemd van 2,5 :1 (Dilz et al., 1977, Velthof et al., 1998). Schröder (2005) geeft aan dat er aanwijzingen zijn dat winterrogge de N wat makkelijker vrijgeeft dan Italiaans raaigras. Als mogelijke reden noemt hij een groter wortelstelsel bij het Italiaans raaigras dan bij de rogge. In een literatuurstudie (Schröder et al., 1997) noemt hij een spruit-wortelverhouding van 2:1. In de voorliggende studie is er voor de berekeningen van uitgegaan dat de wortelinhoud 50 procent is van de maaibare bovengrondse opbrengst. De wortelopbrengst komt dan bij benadering overeen met die van Italiaans raaigras.

### 8.2 *Stikstofgehalte van stoppel en wortels*

Evenals bij Italiaans raaigras is voor de berekeningen aangenomen dat het stikstofgehalte in de stoppel het gemiddelde gehalte is van dat in de bovengrondse delen en van dat in de wortels. Schroder et al. (1997) hebben op basis van literatuurgegevens het stikstofgehalte van de wortels geschat op 10,9 g kg<sup>-1</sup> droge stof. Zij nemen aan dat dit gehalte lineair toeneemt met het koolstofgehalte, daarmee uitgaande van een constante C/N-verhouding. Deze aanname is overgenomen in deze studie. Gerekend is met een stikstofgehalte voor de wortelmassa van rogge gelijk aan 1,1 procent van de hoeveelheid droge stof.

### 8.3 Verliezen

Tijdens de oogst van het vanggewas blijven er bovengrondse delen achter op het perceel. Deze voederwinningsverliezen zijn geschat op 10 procent van het geoogste gewas. Het stikstofgehalte van deze verliezen is gelijkgesteld aan het stikstofgehalte van de bovengrondse delen.

### 8.4 Gemaaide opbrengst

Er zijn vrijwel geen gegevens over het effect van de bemesting op de opbrengst van rogge als vanggewas. Van Dijk et al. hebben de niet bemeste rogge geoogst bij een opbrengst van 1.220 kg droge stof ha<sup>-1</sup> en een stikstofgehalte van 24,6 g kg<sup>-1</sup> droge stof.

Van Laarhoven et al. (2003) hebben de opbrengst van rogge als vanggewas gemeten bij een bemesting van 0 en 30 kg N ha<sup>-1</sup>. Het stikstofgehalte in het geoogste gewas was respectievelijk 22 en 23 g N kg<sup>-1</sup> drogestof. Bij Koeien & Kansen was de opbrengst bekend van drie percelen, bemest met 25 kg werkzame N ha<sup>-1</sup> en een stikstofgehalte in het gewas van 22 g N kg<sup>-1</sup> droge stof. Deze gegevens zijn gebruikt als basis voor de berekening van de mineralisatie. De gegevens zijn samengevat in Tabel 8.1.

Tabel 8.1. Gemiddelde bovengrondse opbrengst en stikstofgehalte van het vanggewas rogge.

Oogstdatum	N-gift, kg ha <sup>-1</sup>	opbrengst, kg ds ha <sup>-1</sup>	N-gehalte, g kg <sup>-1</sup> ds	bron
1 april	0	1.220	24,6	Van Dijk et al. (1995)
20 april	0	687	22	Van Laarhoven et al. (2003)
20 april	30	1.309	23	Van Laarhoven et al. (2003)
7 mei	25	1.841	22	Koeien & Kansen

Bij de berekeningen is ervan uitgegaan dat op de oogstdatum een Nmin-monster is genomen en dat de stoppel direct na de oogst is ondergewerkt. Voor de oogstdata 1 april en 20 april is ervan uitgegaan dat de maïs op 25 april is gezaaid. Voor de mineralisatie uit de zode is gerekend met de periode van stikstofopname tot 15 augustus. Voor de oogst op 7 mei is 22 augustus aangehouden als einde van de periode van stikstofopname door de maïs.

### 8.5 Invoergegevens berekeningen MINIP

Gegevens over de drogestofopbrengst en het stikstofgehalte van de zode en de voederwinningsverliezen zijn gegeven in Tabel 8.2.

Tabel 8.2. Hoeveelheid droge stof en stikstofgehalte van wortels, stoppel en voederwinningsverliezen.

Bemesting, kg N ha <sup>-1</sup>	inwerk- datum	einde opname	ds wortel, kg ha <sup>-1</sup>	N wortel, % in de ds	ds stoppel, kg ha <sup>-1</sup>	N stoppel, % in de ds	ds v v*, kg ha <sup>-1</sup>	N v v, % in de ds
0	1 april	15 aug	610	1,1	650	1,8	122	2,5
0	20 april	15 aug	344	1,1	650	1,7	69	2,2
30	20 april	15 aug	655	1,1	650	1,7	131	2,3
25	7 mei	22 aug	921	1,1	650	1,6	184	2,2

\* v v is de afkorting voor voederwinningsverliezen.

Met behulp van de gegevens uit Tabel 8.2 zijn de koolstof- en de stikstofinhoud van de zode en van de voederwinningsverliezen berekend (Tabel 8.3). De hoeveelheid koolstof is 45 procent van de

hoeveelheid droge stof.

Tabel 8.3. Gebruikte parameters voor de berekeningen met MINIP.

Bemesting, kg N ha <sup>-1</sup>	inwerk- datum	einde opname	Cw, kg ha <sup>-1</sup>	Nw, kg ha <sup>-1</sup>	C/N w	Cs, kg ha <sup>-1</sup>	Ns, kg ha <sup>-1</sup>	C/N s	Cv v*, kg ha <sup>-1</sup>	Nv v*, kg ha <sup>-1</sup>	C/N v v	Ntotaal, kg ha <sup>-1</sup>
0	1 april	15 aug	275	6,7	40,9	293	11,6	25,3	55	3,0	18,3	21,3
0	20 april	15 aug	155	3,8	40,9	293	10,7	27,2	31	1,5	20,4	16,0
30	20 april	15 aug	295	7,2	40,9	293	10,9	26,8	59	3,0	19,9	21,1
25	7 mei	22 aug	414	10,1	40,9	293	10,6	27,5	83	4,0	20,7	24,7

\* w is wortels, s is stoppel en v v is voederwinningsverliezen.

De mineralisatie uit de ondergeploegde zode van de winterrogge en uit de voederwinningsverliezen is gegeven in Tabel 8.4. Er is onderscheid gemaakt tussen de ondergewerkte wortels, de stoppel en de aanwezige voederwinningsverliezen, vanwege het verschillende C/N-gehalte en afbraaksnelheid. De a-waarde is voor de wortels en gewasresten geschat op respectievelijk 1,53 en 1,08 (NMI-database, 2005). Voor de stoppel is een a-waarde van 1,31 aangehouden. Dit is het gemiddelde van wortels en gewasresten.

Tabel 8.4. Gemineraliseerde stikstof uit de zode van winterrogge en de verliezen bij verschillende bemestingsniveaus en opnameperioden.

Bemesting, kg N ha <sup>-1</sup>	zaaidatum, winterrogge	inwerkdatum	einde opname maïs	Nmin w, kg ha <sup>-1</sup>	Nmin s, kg ha <sup>-1</sup>	Nmin v v*, kg ha <sup>-1</sup>	Ntot, kg ha <sup>-1</sup>
0	25 september	1 april	15 aug	0,1	3,6	1,5	5,2
0	14 oktober	20 april	15 aug	0,0	2,8	0,7	3,4
30	14 oktober	20 april	15 aug	0,0	2,9	1,4	4,2
25	najaar	7 mei	22 aug	0,0	2,6	1,8	4,3

\*w is wortels, s is stoppel en v v is voederwinningsverliezen.

## 8.6 Praktische invulling

Schröder (2005) geeft aan dat er aanwijzingen zijn dat winterrogge de stikstof wat makkelijker vrijgeeft dan Italiaans raaigras. Dit komt niet overeen met de berekeningen in Hoofdstuk 7 en Hoofdstuk 8. Voor deze berekeningen is de wortelopbrengst van winterrogge vergelijkbaar met die van een vanggewas Italiaans raaigras. Door de hogere C/N-verhouding in de wortels van de rogge is de mineralisatie uit de wortels echter lager. Tabel 8.5 geeft de stikstoflevering uit de zode en de verliezen van Italiaans raaigras, wanneer de maïs ingezaaid is op 25 april. Bij een bemesting van 0 en 25 kg N ha<sup>-1</sup> is de mineralisatie uit de stoppel en de verliezen goed vergelijkbaar met die van de rogge.

Tabel 8.5. Gemineraliseerde N uit de zode van Italiaans raaigras en de verliezen bij verschillende bemestingsniveaus en opnameperioden.

Bemesting, kg N ha <sup>-1</sup>	inwerkdatum	einde opname	Nmin wortel, kg ha <sup>-1</sup>	Nmin stoppel, kg ha <sup>-1</sup>	Nmin v v*, kg ha <sup>-1</sup>	Ntot, kg ha <sup>-1</sup>
0	25-april	15-aug	1,0	2,6	1,3	4,9
25	25-april	15-aug	1,2	3,1	1,9	6,3
75	25-april	15-aug	2,2	5,0	3,5	10,7

\* vv is de afkorting voor voedingsverliezen.

Bij Italiaans raaigras is voor de wortels gerekend met een stikstofgehalte in de droge stof van 1,5 procent en bij de rogge met een stikstofgehalte van 1,1 procent. Indien voor de winterrogge ook met een stikstofgehalte van 1,5 procent gerekend zou worden dan gaan de wortels 1 à 2 kg N leveren en stijgt de stikstoflevering uit de stoppel met circa 0,9 kg N ha<sup>-1</sup>.

Indien de wortels van de winterrogge gemakkelijker afbreken dan van Italiaans raaigras zou dit betekenen dat de a-waarde lager is. Voor winterrogge en Italiaans raaigras is voor de wortels een a-waarde aangehouden van 1,53. Indien voor de rogge een a-waarde aangehouden zou worden van 1,1 bij een stikstofgehalte van 1,1 procent, dan neemt de mineralisatie uit de wortel toe met 0,5-1,5 kg N ha<sup>-1</sup>.

De mineralisatie uit de zode en de verliezen bij winterrogge bij bemesting met 0-30 kg N ha<sup>-1</sup> is berekend op 3,4-5,2 kg N ha<sup>-1</sup> (Tabel 8.4). Die voor het Italiaanse raaigras bedraagt bij eenzelfde bemestingsniveau 4,9-6,3 kg N ha<sup>-1</sup> (Tabel 8.5).

Op basis van de geringe verschillen in berekende stikstoflevering tussen een zode van Italiaans raaigras en van winterrogge en van waarnemingen in de praktijk dat winterrogge de stikstof wat makkelijker vrijgeeft dan het Italiaans raaigras, is besloten geen onderscheid te maken in stikstoflevering tussen de ondergewerkte zoden van de vanggewassen.

Bij een bemesting van 0-50 kg N ha<sup>-1</sup> levert de zode van de rogge 5 kg N ha<sup>-1</sup> en bij een bemesting van 51-100 kg N levert de zode 10 kg N ha<sup>-1</sup>.

## 9 Het stikstofbestedingsadvies

Het bemestingsadvies voor de snijmaïs na de oogst van een snede gras of van een vanggewas is:  
 Advies =  $180 - N_{\text{min}} - N_{\text{levering zode}} - N_{\text{nalevering mest}}$ .

Dit advies geldt voor percelen die in voorgaande jaren veel mest (minimaal  $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) ontvingen. Voor percelen die weinig mest ontvingen (maximaal  $10 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) is het advies dan  $205 - N_{\text{min}} - N_{\text{levering zode}} - N_{\text{nalevering mest}}$ .

Bij een hoeveelheid mest tussen  $10$  en  $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  dunne rundermest ligt het advies tussen de beide genoemde waarden in.

### 9.1 Stikstoflevering graszode na oogsten snede

Bij de berekening van de stikstofmineralisatie uit een ondergeploegde graszode is gerekend met een uiteenlopende datum van onderwerken. Later onderploegen van de zode betekent ook later zaaien van de maïs. Hierdoor verschuift de periode waarin de maïs stikstof opneemt ook naar later in het seizoen. Daardoor is het effect van de datum van onderwerken op de stikstofopname door de maïs gering. Bij het opstellen van het advies is daarom met de datum van onderwerken geen rekening gehouden.

De leeftijd van de graszode heeft wel een groot effect op de hoeveelheid stikstof die mineraliseert en beschikbaar komt voor de maïs. Tabel 9.1 laat zien dat er uit een zode van één jaar oud  $45 \text{ kg N ha}^{-1}$  beschikbaar komt en uit een zode van vijf jaar  $65 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Daarnaast komt er stikstof beschikbaar door mineralisatie van oogstverliezen. Het gehalte aan organische stof onder grasland is hoger dan onder bouwland. Door mineralisatie van deze organische stof komt  $0-10 \text{ kg N ha}^{-1}$  beschikbaar. De berekeningen zijn uitgevoerd voor percelen die jaarlijks bemest zijn met  $300 \text{ kg N ha}^{-1}$ .

Tabel 9.1. Stikstoflevering aan snijmaïs na het oogsten van een snede gras,  $\text{kg N ha}^{-1}$ .

Leeftijd, jaren	N uit de zode	N uit oogstverliezen	N door mineralisatie organische stof bodem	N-levering totaal
1	45	5	0	50
2	55	5	5	65
3 en 4	60	5	10	75
5 en ouder	65	5	10	80

Het advies is om na het oogsten van een snede gras, bij een éénjarige zode rekening te houden met een levering van  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ , bij een zode van twee jaar met een levering van  $65 \text{ kg N}$ , bij een zode van drie en vier jaar met  $75 \text{ kg N}$  en bij een zode van vijf jaar en ouder met  $80 \text{ kg N ha}^{-1}$ .

### 9.2 Stikstoflevering vanggewas na oogsten snede

De stikstoflevering uit de zode na het oogsten van een snede is berekend voor de vanggewassen Italiaans raaigras en winterrogge. De verschillen in stikstoflevering uit de zode van beide vanggewassen waren klein. Daarom is in het advies geen rekening gehouden met verschillen tussen vanggewassen. Door een ondergewerkte zode van een vanggewas wordt aanzienlijk minder stikstof geleverd dan door een graszode. De belangrijkste oorzaak is dat zode van gras dat jaarlijks bemest is met  $300 \text{ kg N ha}^{-1}$  veel zwaarder is dan die van een vanggewas.

Er is een duidelijke invloed van de hoeveelheid stikstof die aan het vanggewas is toegediend. Het

verschil tussen een bemesting met 0 en 25 kg N ha<sup>-1</sup> is gering. Bij een bemesting met 75 kg N is de stikstoflevering aanzienlijk groter. De bemesting is daarom ingedeeld in twee niveaus: een bemesting van 0-50 kg N ha<sup>-1</sup> en een bemesting van 51-100 kg N ha<sup>-1</sup>. De stikstoflevering bij deze niveaus staat in Tabel 9.2.

Tabel 9.2. Stikstoflevering uit de zode en uit verliezen van Italiaans raaigras als vanggewas na oogsten van een snede.

N-bemesting vanggewas, kg ha <sup>-1</sup>	N-levering uit zode en oogstverliezen, kg ha <sup>-1</sup>
0 – 50 kg N	5 (4,0 – 6,3)
51 – 100 kg N	10 (10,1 – 10,7)

Het advies is om bij een bemesting van het vanggewas met 0-50 kg N ha<sup>-1</sup> rekening te houden met een stikstoflevering van 5 kg N ha<sup>-1</sup> en bij een bemesting van 51-100 kg N ha<sup>-1</sup> met een levering van 10 kg N ha<sup>-1</sup>.

### 9.3 Stikstofnalevering uit dunne mest

De stikstofnalevering uit dunne mest is afhankelijk van de hoeveelheid toegediende mest, van het tijdstip van toedienen van de mest aan het voorgewas en van het tijdstip van zaaien van de maïs. In Tabel 9.3 is het effect hiervan voor verschillende mesthoeveelheden weergegeven.

Tabel 9.3. Stikstofnalevering aan maïs uit aan het voorgewas gegeven mest, kg N ha<sup>-1</sup>.

Data	mestgift, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>					
	15	20	25	30	35	40
toedienen – zaaien maïs						
10 februari – 16 mei	7,4	9,9	12,4	14,9	17,4	19,9
2 maart – 9 mei	8,0	10,7	13,4	16,0	18,7	21,3
22 maart – 25 april	9,1	12,1	15,1	18,1	21,1	24,1

Tabel 9.3 schetst drie verschillende situaties:

- Vroeg toegediende mest en maïs die laat is gezaaid. Er komt dan veel stikstof uit de mest beschikbaar voor het voorgewas en weinig voor de maïs.
- Laat toegediende mest en maïs die vroeg gezaaid is. Er komt dan weinig stikstof uit de mest beschikbaar voor het voorgewas en meer voor de maïs.
- De gemiddelde situatie. De mest is toegediend op 2 maart en de maïs is gezaaid op 9 maart. Deze situatie komt goed overeen met de gemiddelde datum van toedienen en van het zaaien van de maïs op de bedrijven van Koeien & Kansen.

Het advies is om uit te gaan van de gemiddelde situatie en rekening te houden met een stikstoflevering aan de maïs van 0,5 kg N m<sup>-3</sup> aan het voorgewas gegeven mest. Bij 30 m<sup>3</sup> aan het voorgewas gegeven mest betekent dit rekening houden met een stikstoflevering van 15 kg N ha<sup>-1</sup> aan de maïs.

### 9.4 Advies tweede jaar na scheuren grasland

Bij bemesten in het tweede jaar na het scheuren van de graszode kan het advies gevolgd worden dat geldt voor het scheuren van grasland waarvan geen snede is geoogst. Voor klei op veen is de stikstoflevering dan 60 kg N ha<sup>-1</sup> en voor de overige gronden 30 kg N ha<sup>-1</sup>.

### 9.5 Fosfaat- en kalivoorziening bij bemesten maïs volgens stikstofadvies

In Hoofdstuk 10 wordt berekend hoeveel fosfaat en kali uit de aan het voorgewas gegeven mest er nog beschikbaar is voor de maïs. Daarnaast komen uit de ondergewerkte zode en uit oogstverliezen fosfaat en kali beschikbaar voor de maïs. De maïs is vervolgens bemest overeenkomstig het ontwikkelde stikstofadvies met dunne rundermest en 20 kg N ha<sup>-1</sup> in de rij. In Tabel 9.4 is de passende mestgift gegeven naast 20 kg N ha<sup>-1</sup> in de rij bij een bemesting van het voorgewas met 0 en 25 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> dunne rundermest.

Tabel 9.4. Aanbevolen gift dunne rundermest (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) aan de maïs bij bemesting volgens het stikstofadvies en 20 kg N ha<sup>-1</sup> in de rij.

Bemesting voorgewas, m <sup>3</sup>	maïs na oogsten snede gras	maïs na oogsten vanggewas
0	25-30	50
25	15-20	30*

\* naast 30 m<sup>3</sup> ook 40 kg N ha<sup>-1</sup> in de rij.

Bij bemesten van maïs na een snede gras met dunne mest en 20 kg N ha<sup>-1</sup> in de rij is de kalivoorziening in veel gevallen te krap en is ook extra aanvulling nodig met P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in de rij. Ook bij bemesten van de maïs na het oogsten van een vanggewas is extra aanvulling met fosfaat in de rij nodig. Zonder mest aan het voorgewas en 50 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> aan de maïs is de kalivoorziening in orde. Dit geldt ook bij 25 m<sup>3</sup> aan het voorgewas en 30 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> aan de maïs. Wel is dan een aanvulling met 40 kg N ha<sup>-1</sup> in de rij nodig.

In de praktijk wordt wel 40 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> mest aan het voorgewas gegeven. Dit moet worden afgeraden. De kans op stikstofverliezen door uitspoeling is dan aanzienlijk groter. Het leidt tot hoge kaligehalten in de geoogste snede van het voorgewas. Dit is ongunstig. Daarnaast worden de in de zode achterblijvende hoeveelheden stikstof, fosfaat en kali bij het ploegen naar de onderzijde van de bouwvoor verplaatst en deze zijn daardoor pas later beschikbaar voor de maïsplantjes.

Als aanvulling op het stikstofadvies geldt daarom:

Geef gras of een vanggewas, waarvan een snede geoogst wordt, niet meer dan circa 25 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> dunne rundermest en geef het volggewas maïs een aanvullende bemesting overeenkomstig het advies.

Na het oogsten van een snede van het voorgewas is extra aandacht nodig voor de voorziening van de maïs met fosfaat en kali. Dan is het belangrijk op de hoogte te zijn van de fosfaat- en kalitoestand in de bouwvoor. Het is dan aan te bevelen om met name grasland in het voorjaar, voorafgaand aan de bemesting, te laten bemonsteren in de laag van 0-25 cm voor analyse op Pw-getal en K-getal. Daarnaast verdient analyse op borium en pH de aandacht.

## 10 Fosfaat en kali

In dit hoofdstuk is uitgerekend hoeveel fosfaat en kali er onttrokken is met het oogsten van het voorgewas (gras of vanggewas). Tevens is aangegeven hoeveel fosfaat en kali uit de aan het voorgewas gegeven mest er nog beschikbaar is voor de maïs. Daarnaast komen er uit de ondergewerkte zode en uit oogstverliezen fosfaat en kali beschikbaar voor de maïs. De maïs is vervolgens bemest met dunne mest en 20 kg N ha<sup>-1</sup> in de rij overeenkomstig het ontwikkelde stikstofadvies voor maïs na het oogsten van een snede gras of van een vanggewas. De voorziening van de maïs met fosfaat en kali is gegeven bij verschillende mestgiftten aan het voorgewas.

### 10.1 Aanvoer en onttrekking kali en fosfaat bij gras als voorgewas

Vanuit Koeien & Kansen zijn gegevens beschikbaar over de aanvoer van kali en fosfaat met dierlijke mest en de onttrekking ervan door de geogste snede (Hoofdstuk 4). Deze zijn voor kali en fosfaat weergegeven in Tabel 10.1 en Tabel 10.2.

Tabel 10.1. Kali-aanvoer en -onttrekking door voorgewas op grasland bij verschillende bemesting.

Behandeling	werkzame N, kg ha <sup>-1</sup>	opbrengst, kg ds ha <sup>-1</sup>	mestgift, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	K <sub>2</sub> O-aanvoer, kg ha <sup>-1</sup>	K-gehalte gewas, g kg <sup>-1</sup>	K <sub>2</sub> O-onttrek- king, kg ha <sup>-1</sup>
onbemest	0	1.975	0,0	0,0	32,4	81,3
alleen dm	26	2.670	22,2	128,6	31,6	99,2
alleen km	52	3.075	0,0	0,0	36,1	136,0
dm + km	108	2.960	29,1	151,5	38,5	137,2

Tabel 10.1 geeft de kali-onttrekking bij wel en niet bemesten met dierlijke mest en een uiteenlopende stikstofbemesting. In de onbemeste situatie was de onttrekking lager dan bij een bemesting met 50 kg N ha<sup>-1</sup> als kunstmest. Wanneer er wel kali is aangevoerd bij een bemesting van 20-30 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> dan wordt er 100-137 kg K<sub>2</sub>O onttrokken door het voorgewas. De afvoer blijft daarbij onder de hoeveelheid K<sub>2</sub>O die aangevoerd is.

Wanneer na maaien de wortels en stoppel van de graszode worden ondergeploegd, komt een gedeelte van de onttrokken kali weer terug in de bodem. Omdat kalium geen onderdeel is van een organische verbinding, maar aanwezig is in het celmateriaal, mag worden aangenomen dat het aanwezige kalium snel en voor 100 procent beschikbaar komt voor het volggewas na onderwerken.

Tabel 10.2. Fosfaataanvoer en -onttrekking door voorgewas op grasland bij verschillende bemesting.

Behandeling	werkzame N, kg ha <sup>-1</sup>	opbrengst, kg ds ha <sup>-1</sup>	mestgift, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -aanvoer, kg ha <sup>-1</sup>	P-gehalte gewas, g kg <sup>-1</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -onttrek- king, kg ha <sup>-1</sup>
onbemest	0	1.975	0,0	0,0	3,5	17,0
alleen dm	26	2.670	22,2	28,5	3,5	20,9
alleen km	52	3.075	0,0	7,3	4,3	30,7
dm + km	108	2.960	29,1	46,9	4,9	32,9

Bij een gift van 20-30 m<sup>3</sup> mest ha<sup>-1</sup> is de aanvoer van fosfaat groter dan de onttrekking. Na onderwerken van de wortel en stoppel van de gemaaide graszode komt het daarin aanwezige fosfaat vrij door mineralisatie.



Om een inschatting te maken van de hoeveelheden kali en fosfaat die na onderwerken beschikbaar komen voor de maïs, is gewerkt met de volgende gegevens en aannames:

- Er is uitgegaan van een driejarige graszode, waarvan de bijbehorende hoeveelheid droge stof is gegeven in Tabel 6.3.
- Het fosforgehalte in de droge stof van de voederwinningsverliezen is 0,4 procent P.
- Het fosforgehalte van de wortel is 10 procent van het fosforgehalte in de bovengrondse delen (0,04 procent).
- Het fosforgehalte in de stoppel is 50 procent van het gehalte in de bovengrondse delen (0,2 procent).
- Het kaligehalte in de droge stof van de voederwinningsverliezen is 3,8 procent K.
- Het kaligehalte in de stoppel is 50 procent van het gehalte in de bovengrondse delen (1,9 procent).
- Er is aangenomen dat de hoeveelheid kalium in de wortel te verwaarlozen is.
- Het koolstofgehalte is 45 procent van de hoeveelheid droge stof.

De hoeveelheden fosfor (P) en kalium (K) die worden ondergewerkt met de zode na de oogst van de snede gras staat vermeld in Tabel 10.3.

Tabel 10.3. Hoeveelheden P en K in wortel, stoppel en oogstverliezen van een driejarige graszode.

Deel	ds productie, ton ha <sup>-1</sup>	P-gehalte, % in ds	K-gehalte, % in ds	P-totaal, kg ha <sup>-1</sup>	K-totaal, kg ha <sup>-1</sup>
wortel	7,1	0,04	-	2,8	-
stoppel	3,5	0,2	1,9	7,0	66,5
voederwinningsverliezen	0,3	0,4	3,8	1,2	11,4
totaal	10,9			11,0	77,9

De totale hoeveelheid kalium die ondergewerkt wordt, komt beschikbaar voor het volggewas. Een driejarige graszode levert dus 78 kg K ha<sup>-1</sup>. Dit komt overeen met 95 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>.

De hoeveelheid fosfaat die mineraliseert is berekend met behulp van MINIP. De gebruikte a-waarden zijn vermeld in Hoofdstuk 6. De C/P-ratio van de micro-organismen is gesteld op 100 (Janssen et al., 1996). De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 10.4.

Tabel 10.4. P-mineralisatie van de wortel, stoppel en oogstverliezen van een driejarige graszode.

Deel	periode	P-min, kg ha <sup>-1</sup>
wortel	25 april tot 15 augustus	-2,84
stoppel	25 april tot 15 augustus	2,45
voederwinningsverliezen	25 april tot 15 augustus	0,79
totaal	25 april tot 15 augustus	0,40

Gedurende de periode april tot augustus komt er 0,40 kg P ha<sup>-1</sup> beschikbaar uit de ondergewerkte graszode. Dit is 1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. Door het lage fosforgehalte van de wortel vindt er gedurende de hele periode immobilisatie plaats. De stoppel en de oogstverliezen leveren fosfaat, zodat er netto 1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> mineraliseert. Dit fosfaat is beschikbaar voor het volggewas.

### 10.2 Aanvoer en onttrekking kali en fosfaat bij Italiaans raaigras als voorgewas

Vanuit Koeien & Kansen zijn gegevens beschikbaar over de aanvoer van kali en fosfaat met dierlijke

mest en de onttrekking ervan door de geogoste snede (Hoofdstuk 4). Deze zijn weergegeven in Tabel 10.5 en Tabel 10.6.

Tabel 10.5. Kali-aanvoer met mest en -onttrekking door voorgewas Italiaans raaigras.

Behandeling	werkzame N, kg ha <sup>-1</sup>	opbrengst, kg ha <sup>-1</sup>	mestgift, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	K <sub>2</sub> O-aanvoer, kg ha <sup>-1</sup>	K-gehalte gewas, g kg <sup>-1</sup>	K <sub>2</sub> O-onttrekking, kg ha <sup>-1</sup>
onbemest	0	2.160	0,0	0,0	37,1	99,4
alleen dm	29	1.710	24,1	115,2	38,7	97,4
alleen km	56	2.790	0,0	0,0	30,2	99,2
dm + km	82	2.690	31,3	177,4	38,9	126,9

Zonder kalibemesting vindt een onttrekking plaats van ongeveer 100 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. Bij een bemesting met 25-30 m<sup>3</sup> dunne rundermest ha<sup>-1</sup> wordt deze onttrekking ruimschoots gecompenseerd.

Tabel 10.6. Fosfaataanvoer met mest en -onttrekking door voorgewas Italiaans raaigras.

Behandeling	werkzame N, kg ha <sup>-1</sup>	opbrengst, kg ha <sup>-1</sup>	mestgift, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -aanvoer, kg ha <sup>-1</sup>	P-gehalte gewas, g kg <sup>-1</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -onttrekking, kg ha <sup>-1</sup>
onbemest	0	2.160	0,0	0,0	4,2	21,4
alleen dm	29	1.710	24,1	21,3	4,3	17,0
alleen km	56	2.790	0,0	0,0	3,7	22,9
dm + km	82	2.690	31,3	40,7	4,2	26,0

Ook bij fosfaat wordt met 25-30 m<sup>3</sup> mest ha<sup>-1</sup> de onttrekking ruimschoots gecompenseerd. Bij een vanggewas, waarvan een snede geogost is, wordt de achterblijvende zode ondergewerkt. De daarin aanwezige hoeveelheden kali en fosfaat komen beschikbaar voor het volggewas. De aangehouden fosfor- en kaligehalten zijn vermeld in Tabel 10.7. De verdeling ervan over oogstverliezen, stoppel en wortel is gelijk aan die bij gras. Voor de drogestofopbrengst van wortels, stoppel en oogstverliezen is per bemestingsniveau het gemiddelde aangehouden van de waarden uit Tabel 7.3.

Tabel 10.7. P en K in wortel, stoppel en oogstverliezen van een zode Italiaans raaigras na de oogst van het gewas.

Bemesting, deel	ds productie, kg ha <sup>-1</sup>	P-gehalte, % in ds	K-gehalte, % in ds	P-totaal, kg ha <sup>-1</sup>	K-totaal, kg ha <sup>-1</sup>
0 N					
wortel	611	0,04	-	0,2	-
stoppel	430	0,2	1,7	0,9	7,3
voederwinningsverliezen	130	0,4	3,4	0,5	4,4
totaal	1.171			1,6	11,7
25 N					
wortel	769	0,04	-	0,3	-
stoppel	537	0,2	2,0	1,1	10,5
voederwinningsverliezen	186	0,4	3,9	0,7	7,2
totaal	1.491			2,1	17,7
75 N					
wortel	1.062	0,04	-	0,4	-
stoppel	736	0,2	2,0	1,5	14,3
voederwinningsverliezen	290	0,4	3,9	1,2	11,3
totaal	2.088			3,1	25,7

De hoeveelheid kalium die beschikbaar komt uit de zode van Italiaans raaigras varieert tussen 11,7 en 25,7 kg K ha<sup>-1</sup>. Dit is 14 tot 31 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. Deze kali is beschikbaar voor het volggewas maïs.

Tabel 10.8 geeft de fosfaatmineralisatie in de opnameperiode van de maïs.

Tabel 10.8. P-mineralisatie van wortel, stoppel en oogstverliezen van een zode Italiaans raaigras.

Deel	periode	P-mineralisatie in kg P ha <sup>-1</sup> bij bemesting van		
		0 kg N ha <sup>-1</sup>	25 kg N ha <sup>-1</sup>	75 kg N ha <sup>-1</sup>
wortel	5 mei tot 20 augustus	-0,25	-0,31	-0,43
stoppel	5 mei tot 20 augustus	0,30	0,37	0,51
voederwinningsverliezen	5 mei tot 20 augustus	0,34	0,49	0,77
<b>totaal</b>		<b>0,40</b>	<b>0,55</b>	<b>0,85</b>

Bij de vertering van de wortel vindt immobilisatie plaats. Afhankelijk van de stikstofgift komt er netto 0,4 tot 0,9 kg P ha<sup>-1</sup> beschikbaar. Dit is gelijk aan 0,9-1,9 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>.

### 10.3 Winterrogge

Voor winterrogge is dezelfde berekening uitgevoerd. Uit de ondergeploegde zode komt voor de maïs 19 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> beschikbaar bij bemesten van de rogge met 0-30 N ha<sup>-1</sup> en 29 kg K<sub>2</sub>O na bemesten met 75 kg N ha<sup>-1</sup>. Door mineralisatie komt 1,1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> beschikbaar zonder stikstofbemesting en 1,8 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> bij een bemesting met 75 kg N ha<sup>-1</sup>.

De resultaten komen goed overeen met die van Italiaans raaigras. Daarom is verder geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende vanggewassen.

### 10.4 Bemesting maïs na oogsten snede gras

Bij bemesting van grasland in het voorjaar met 20-30 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> dunne rundermest is de aanvoer van fosfaat en kali groter dan de onttrekking door de geogste snede (Hoofdstuk 10.1). Na het ploegen van de zode is er dus fosfaat en kali uit de gegeven mest beschikbaar voor de maïs. Ook uit de ondergewerkte zode komt fosfaat en kali beschikbaar. In Tabel 10.9 is aangegeven hoeveel fosfaat en kali er bij verschillende mestgiften aan het voorgewas beschikbaar is voor de maïs.

Tabel 10.9. Fosfaat en kali uit mest en zode beschikbaar voor de maïs.

Mestgift voorgewas, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	aanvoer, kg ha <sup>-1</sup>		afvoer, kg ha <sup>-1</sup>		over voor maïs, kg ha <sup>-1</sup>	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
0	1	95	18	91	-17	4
20	33	220	27	137	6	83
25	41	251	27	137	14	114
30	49	282	27	137	22	145
35	57	313	27	137	30	176
40	65	344	27	137	38	207

De aanvoer in Tabel 10.9 is de som van de aanvoer uit de ondergewerkte zode en uit de mest. De aanvoer uit de zode (Hoofdstuk 10.1) is weergegeven bij een mestgift van 0 m<sup>3</sup>. Voor de dunne rundermest is gerekend met de gemiddelde samenstelling van 4,4 kg N, 1,6 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en 6,2 kg K<sub>2</sub>O m<sup>-3</sup> (Anonymus, 2002).

De afvoer is berekend bij een opbrengst van 3.000 kg droge stof ha<sup>-1</sup>, wanneer dunne rundermest is opgebracht. In de situatie van 0 m<sup>3</sup> mest is een opbrengst van 2.000 kg droge stof aangehouden. Er is gerekend met 4 g P en 38 g K kg<sup>-1</sup> droge stof (Bakker & Den Boer, 2005).

Bij een mestgift van 25 m<sup>3</sup> is er dan uit de mest en uit de ondergeploegde zode nog 14 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en 114 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> beschikbaar voor het volggewas maïs.

Zonder mest is de balans 17 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> negatief. De oorzaak hiervan is dat er uit de ondergewerkte graszode nauwelijks fosfaat beschikbaar komt voor de maïs. De zode levert wel voldoende kalium om de afvoer te compenseren.

#### 10.4.1 Fosfaat- en kalivoorziening maïs zonder mest op het voorgewas

Het stikstofbestedingsadvies voor maïs (op percelen die ook in voorgaande jaren veel mest kregen) is:

Nadvies = 180 – N<sub>min</sub> – N<sub>zode</sub> – N-nalevering mest.

Indien het voorgewas geen mest kreeg en er een driejarige graszode is ondergewerkt is het advies:

Nadvies = 180 – N<sub>min</sub> - 75 – 0 = 105 – N<sub>min</sub>.

Indien geen mest is toegediend kan de hoeveelheid N<sub>min</sub> in de bodem laag zijn. Bij 0-10 kg N<sub>min</sub> ha<sup>-1</sup> is het advies dan:

Nadvies = 95 – 105 kg N.

Bij de berekening is uitgegaan van 20 kg N ha<sup>-1</sup> in de rij. Dit komt overeen met 25 kg werkzame N ha<sup>-1</sup>.

Er is dan nog een aanvulling nodig uit mest van 70-80 kg N ha<sup>-1</sup>. Dit komt overeen met 25-28 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> dunne mest. De voorziening van de maïs met kali en fosfaat bij 30 m<sup>3</sup> mest ha<sup>-1</sup> is gegeven in Tabel 10.10.

Tabel 10.10. Bemesting maïs met P en K ten opzichte van advies bij 30 m<sup>3</sup> mest ha<sup>-1</sup>.

K-getal zand	advies, kg K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup>	K <sub>2</sub> O* voor-gewas	K <sub>2</sub> O mest	tekort, kg K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup>	Pw-getal	advies, kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * voor-gewas	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mest	tekort, kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>
≤ 11	300	4	186	110	10	185	- 17	48	154
12	260	4	186	70	20	150	- 17	48	119
14	210	4	186	20	30	120	- 17	48	89
16	180	4	186	-10	40	85	- 17	48	54

\* zie Tabel 10.9.

Tabel 10.10 laat zien dat de kalivoorziening op zandgrond, bij een stikstofbemesting overeenkomstig advies bij een voldoende kalitoestand (K-getal =12) te krap is. Ook de voorziening met fosfaat verdient extra aandacht. Bij een voldoende fosfaattoestand (Pw-getal = 30 ) is dan nog een aanvulling nodig van 89 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> volvelds. Dit komt overeen met 45 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> in de rij.

Er is uitgegaan van een rijenbemesting met 25 kg werkzame N ha<sup>-1</sup> in de rij. Indien de maïs geen stikstofbemesting in de rij krijgt kan er 9 m<sup>3</sup> mest ha<sup>-1</sup> extra gegeven worden. Het advies is dan 25-28 m<sup>3</sup> plus 9 m<sup>3</sup>. Dit is circa 35 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. De voorziening met kali is dan bij een lage kalitoestand niet in orde. De voorziening met fosfaat blijft extra aandacht vragen.

#### 10.4.2 Fosfaat- en kalivoorziening maïs bij bemesten voorgewas met 25 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>

Bij 25 m<sup>3</sup> mest ha<sup>-1</sup> op het voorgewas en het onderwerken van een driejarige graszode is het stikstofbemestingsadvies:

$$\text{Nadvies} = 180 - \text{Nmin} - 75 - 25 \cdot 0,5 = 93 - \text{Nmin}.$$

Bij een Nmin van bijvoorbeeld 20 kg N ha<sup>-1</sup> en het toedienen van 20 kg N ha<sup>-1</sup> in de rij (25 kg werkzame N ha<sup>-1</sup>) is er nog 48 kg N uit mest nodig. Dit komt overeen met  $48/4,4/0,65 = 17 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . De voorziening van de maïs met kali en fosfaat bij 20 m<sup>3</sup> mest ha<sup>-1</sup> is gegeven in Tabel 10.11.

Tabel 10.11. Bemesting maïs met P en K ten opzichte van advies bij 17 m<sup>3</sup> mest ha<sup>-1</sup>.

K-getal zand	advies, kg K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup>	K <sub>2</sub> O* voor-gewas	K <sub>2</sub> O mest	tekort, kg K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup>	Pw-getal	advies, kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * voor-gewas	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mest	tekort, kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>
≤ 11	300	114	124	62	10	185	14	32	139
12	260	114	124	22	20	150	14	32	104
14	210	114	124	-28	30	120	14	32	74
16	180	114	124	-58	40	85	14	32	39

\* zie Tabel 10.9.

Tabel 10.11 laat zien dat de kalivoorziening, bij een bemesting met 20 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> dunne rundermest bij een lage en voldoende kalitoestand extra aandacht vraagt. Bij een bemesting met 15 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> wordt met de mest nog 31 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> minder aangevoerd. De voorziening met fosfaat verdient ook nu extra aandacht. Bij een Pw-getal van 30 is dan nog een aanvulling nodig van 74 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> volvelds. Dit komt overeen met 37 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> in de rij.

Indien geen rijenbemesting zou zijn toegediend kan er 9 m<sup>3</sup> mest ha<sup>-1</sup> extra gegeven worden. De voorziening met kali is dan alleen bij een lage kalitoestand krap en de voorziening met fosfaat blijft extra aandacht vragen.

*Na het oogsten van een snede gras is extra aandacht nodig voor de voorziening van de maïs met fosfaat en kali. Dan is het belangrijk op de hoogte te zijn van de fosfaat- en kalitoestand in de bouwvoor. Het is dan aan te bevelen het grasland in het voorjaar, voorafgaand aan de bemesting, te laten bemonsteren in de laag van 0-25 cm en te laten analyseren op Pw-getal en K-getal. Daarnaast verdient analyse op borium en pH de aandacht.*

#### 10.4.3 Beperken hoeveelheid mest op gras als voorgewas

Bij 40 m<sup>3</sup> mest ha<sup>-1</sup> op het voorgewas en het onderwerken van een driejarige graszode is het stikstofbemestingsadvies:

$$\text{Nadvies} = 180 - \text{Nmin} - 75 - 40 \cdot 0,5 = 85 - \text{Nmin}.$$

Bij een Nmin van 40-60 kg N ha<sup>-1</sup> (zie hieronder) en het toedienen van 20 kg N in de rij (25 kg werkzame N ha<sup>-1</sup>) is er nog 0-20 kg N uit mest nodig. Dit komt overeen met 0-7 m<sup>3</sup> mest ha<sup>-1</sup>. De voorziening van de maïs met kali en fosfaat bij 10 m<sup>3</sup> mest ha<sup>-1</sup> is gegeven in Tabel 10.12.

Tabel 10.12. Bemesting maïs met P en K ten opzichte van advies bij 10 m<sup>3</sup> mest per ha.

K-getal zand	advies, kg K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup>	K <sub>2</sub> O* voor-gewas	K <sub>2</sub> O mest	tekort, kg K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup>	Pw-getal	advies, kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * voor-gewas	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mest	tekort, kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>
≤ 11	300	207	62	31	10	185	38	16	131
12	260	207	62	-9	20	150	38	16	96
14	210	207	62	-59	30	120	38	16	66
16	180	207	62	-89	40	85	38	16	31

\* zie Tabel 10.9.

De voorziening met kali is bij 10 m<sup>3</sup> mest ha<sup>-1</sup> bij een lage kalitoestand aan de krappe kant. Zonder mest wordt 62 kg K<sub>2</sub>O en 16 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> minder gegeven. De voorziening met kali is dan bij een lage en voldoende kalitoestand te krap. Bij een Pw-getal van 30 is dan nog een aanvulling nodig van 66-82 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> volvelds. Dit komt overeen met 33-41 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> in de rij.

In de praktijk wordt wel 40 m<sup>3</sup> mest ha<sup>-1</sup> in combinatie met 40-60 kg N ha<sup>-1</sup> uit kunstmest aan grasland gegeven, voorafgaand aan het oogsten van een snede en het onderwerken van een zode. Met deze bemesting wordt dan voor de maaisnede 40\*4,4\*0,35 = 62 kg werkzame N ha<sup>-1</sup> uit mest gegeven plus 40-60 kg N uit kunstmest. Dit is 100-120 kg werkzame N ha<sup>-1</sup>.

Met de mest wordt 40 \* 2,2 = 88 kg Nmin gegeven. Daarnaast komt er circa 8 kg Nmin beschikbaar door mineralisatie van de organisch gebonden N. In combinatie met de kunstmest is de stikstofgift dan 136-156 kg Nmin ha<sup>-1</sup>. Bij een snede van 3.000 kg droge stof en 200 g ruw eiwit kg<sup>-1</sup> is de stikstofonttrekking circa 95 kg N ha<sup>-1</sup>. Dit betekent dat er minimaal 40-60 kg minerale N in de bodem achterblijft.

Het geven van 40 m<sup>3</sup> mest aan grasland voorafgaand aan het telen van snijmaïs moet echter sterk worden afgeraden. Argumenten hiervoor zijn:

- De in het voorjaar gegeven niet benodigde minerale stikstof is uitspoelingsgevoelig.
- De 40-60 kg minerale N ha<sup>-1</sup>, die bovenin de zode achterblijft, wordt bij het ploegen naar de onderkant van de bouwvoor verplaatst en is niet beschikbaar voor de jonge maïsplantjes. Een startgift met stikstof uit kunstmest is dan vereist.
- Met 40 m<sup>3</sup> mest wordt ongeveer 250 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> gegeven. Dit leidt tot hoge kaligehalten in het geoogste gras. Dit is ongewenst en deze met het gras afgevoerde kali is niet beschikbaar voor de maïs.

Het advies is dan:

*Geef gras, waarvan een snede geoogst wordt, niet meer dan circa 25 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> dunne rundermest en geef het volggewas maïs een aanvullende bemesting overeenkomstig het advies.*

#### 10.5 Bemesting maïs na oogsten vanggewas

Ook bij bemesting van een vanggewas in het voorjaar met 25-30 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> dunne rundermest is de aanvoer van fosfaat en kali groter dan de onttrekking door de geoogste snede (Hoofdstuk 10.2). Na het ploegen van de zode is er dus fosfaat en kali uit de gegeven mest beschikbaar voor de maïs. Ook uit de ondergewerkte zode komt fosfaat en kali beschikbaar. In Tabel 10.13 is aangegeven hoeveel fosfaat en kali er bij verschillende mestgiften aan het voorgewas beschikbaar is voor de maïs.

Tabel 10.13 Fosfaat en kali uit mest en zode beschikbaar voor de maïs, kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>.

Mestgift, t ha <sup>-1</sup>	aanvoer mest		aanvoer zode		afvoer		verschil aanvoer - afvoer	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
0	0	0	1	14	14	69	-13	-55
20	32	125	2	31	23	115	11	41
25	40	156	2	31	23	115	19	72
30	48	187	2	31	23	115	27	103
35	56	218	2	31	23	115	35	134
40	64	249	2	31	23	115	43	165

Er is geen onderscheid gemaakt tussen de beide vanggewassen Italiaans raaigras en winterrogge. Fosfaat en kali worden aangevoerd via de dunne rundermest en de ondergeploegde zode. Wanneer geen mest is gegeven aan het voorgewas wordt 1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en 14 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> geleverd uit de ondergewerkte zode. Wanneer wel mest is gegeven is gerekend met 2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en 31 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. In de onbemeste situatie is gerekend met een afvoer van 1.500 kg droge stof ha<sup>-1</sup> en in de bemeste situatie 2.500 kg ha<sup>-1</sup>. Er is gerekend met 4 g P en 38 g K kg<sup>-1</sup> droge stof (Tabel 10.5 en Tabel 10.6). In de onbemeste situatie is de balans van aan- en afvoer negatief voor fosfaat en kali. Zodra er dierlijke mest is gegeven is deze balans positief.

#### 10.5.1 Fosfaat- en kalivoorziening maïs zonder mest op het vanggewas

Het stikstofbemestingsadvies voor maïs (op percelen die ook in voorgaande jaren veel mest kregen) is:  
Nadvies = 180 – N<sub>min</sub> – N<sub>zode</sub> – N-nalevering mest.

Indien het voorgewas geen mest kreeg dan is het advies:

$$\text{Nadvies} = 180 - N_{\text{min}} - 5 - 0 = 175 - N_{\text{min}}.$$

Indien geen mest is toegediend kan de hoeveelheid N<sub>min</sub> in de bodem laag zijn, bijvoorbeeld 0-10 kg N<sub>min</sub> ha<sup>-1</sup>. Het advies is dan:

$$\text{Nadvies} = 165-175 \text{ kg N}.$$

Bij de berekening is uitgegaan van 20 kg N ha<sup>-1</sup> in de rij. Dit is 25 kg werkzame N ha<sup>-1</sup>. Er is dan nog een aanvulling nodig uit mest van 140-150 kg werkzame N ha<sup>-1</sup>. Dit komt over een met 49-52 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> dunne mest. De voorziening van de maïs met kali en fosfaat bij 50 m<sup>3</sup> mest ha<sup>-1</sup> is gegeven in Tabel 10.14.

Tabel 10.14. Bemesting maïs met P en K ten opzichte van advies bij 50 m<sup>3</sup> mest ha<sup>-1</sup>.

K-getal zand	advies, kg K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup>	K <sub>2</sub> O* voor- gewas	K <sub>2</sub> O mest	tekort, kg K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup>	Pw-getal	advies, kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * voor- gewas	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mest	tekort, kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>
≤ 11	300	-55	310	45	10	185	-13	80	118
12	260	-55	310	5	20	150	-13	80	83
14	210	-55	310	-45	30	120	-13	80	53
16	180	-55	310	-75	40	85	-13	80	18

\* zie Tabel 10.13.

Tabel 10.14 laat zien dat de kalivoorziening op zandgrond, bij een stikstofbemesting met 50 m<sup>3</sup> mest ha<sup>-1</sup> bij een voldoende kalitoestand in orde is. Ook na het oogsten van een vanggewas vraagt de

fosfaatvoorziening extra aandacht. Bij een Pw-getal van 30 is dan nog een aanvulling nodig met 53 kg  $P_2O_5$  ha<sup>-1</sup> volvelds. Dit komt overeen met 27 kg  $P_2O_5$  in de rij.

Bij de berekening is ervan uitgegaan dat er niet meer dan 50 m<sup>3</sup> mest ha<sup>-1</sup> aan de maïs wordt toegediend.

#### 10.5.2 Fosfaat- en kalivoorziening maïs bij bemesten vanggewas met 25 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>

Bij 25 m<sup>3</sup> mest ha<sup>-1</sup> op het voorgewas is het stikstofbemestingsadvies:

$$\text{Nadvies} = 180 - N_{\text{min}} - 10 - 25 \cdot 0,5 = 158 - N_{\text{min}}$$

Bij een  $N_{\text{min}}$  in de bodem van bijvoorbeeld 20 kg N ha<sup>-1</sup> en het toedienen van 20 kg N ha<sup>-1</sup> in de rij (25 kg werkzame N ha<sup>-1</sup>) is er nog 113 kg N uit mest nodig. Dit komt overeen met  $113/4,4/0,65 = 40$  m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

De voorziening van de maïs met kali en fosfaat bij 40 m<sup>3</sup> mest ha<sup>-1</sup> is gegeven in Tabel 10.15.

Tabel 10.15. Bemesting maïs met P en K ten opzichte van advies bij 40 m<sup>3</sup> mest ha<sup>-1</sup>.

K-getal zand	advies, kg K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup>	K <sub>2</sub> O* voor-gewas	K <sub>2</sub> O mest	tekort, kg K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup>	Pw-getal	advies, kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * voor-gewas	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mest	tekort, kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>
≤ 11	300	72	248	-20	10	185	19	64	102
12	260	72	248	-60	20	150	19	64	67
14	210	72	248	-110	30	120	19	64	37
16	180	72	248	-140	40	85	19	64	2

\* zie Tabel 10.13.

Met 40 m<sup>3</sup> mest ha<sup>-1</sup> en 20 kg N ha<sup>-1</sup> in de rij kan de stikstofbemesting bij benadering overeenkomstig het advies worden uitgevoerd. De kalivoorziening is dan steeds ruim. Bij een Pw-getal van 30 is er nog een tekort van 37 kg  $P_2O_5$  ha<sup>-1</sup>. Dit komt overeen met 20 kg  $P_2O_5$  in de rij.

Gelet op de kalivoorziening is het beter met 30 m<sup>3</sup> mest ha<sup>-1</sup> te volstaan en 40 kg N ha<sup>-1</sup> in de rij te geven. De stikstof- en de kalivoorziening bij K-getal = 12 zijn dan in orde. Wel is er dan 16 kg  $P_2O_5$  uit kunstmest extra nodig. Dit is 8 kg  $P_2O_5$  ha<sup>-1</sup> in de rij.

#### 10.5.3 Beperken hoeveelheid mest op vanggewas

Op vanggewassen op bedrijven van Koeien & Kansen is 18-45 m<sup>3</sup> mest ha<sup>-1</sup> gegeven (Hoofdstuk 4). De hoeveelheid mest op een vanggewas kwam hiermee overeen met die op grasland. Bij een bemesting met 40 m<sup>3</sup> mest ha<sup>-1</sup> wordt dan  $40 \cdot 4,4 \cdot 0,35 = 62$  kg werkzame N uit mest gegeven. Daarnaast is 30-40 kg N uit kunstmest toegediend. Samen is dit 92-102 kg werkzame N ha<sup>-1</sup>.

Met de mest wordt  $40 \cdot 2,2 = 88$  kg  $N_{\text{min}}$  gegeven. Daarnaast komt er circa 8 kg  $N_{\text{min}}$  beschikbaar door mineralisatie van de organisch gebonden N. In combinatie met de kunstmest is de stikstofgift dan 126-136 kg  $N_{\text{min}}$  ha<sup>-1</sup>. Bij een snede van 2.700 kg droge stof en 185 g ruw eiwit kg<sup>-1</sup> is de stikstofonttrekking 80 kg N ha<sup>-1</sup>. Dit betekent dat er bij benadering 46-56 kg minerale N ha<sup>-1</sup> in de bodem achterblijft.

Bij 40 m<sup>3</sup> mest ha<sup>-1</sup> op het vanggewas is het stikstofbemestingsadvies:

$$\text{Nadvies} = 180 - N_{\text{min}} - 10 - 40 \cdot 0,5 = 150 - N_{\text{min}}$$



Bij een  $N_{min}$  van  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$  (zie boven) en het toedienen van  $20 \text{ kg N}$  in de rij ( $25 \text{ kg}$  werkzame  $\text{N ha}^{-1}$ ) is er nog  $75 \text{ kg N ha}^{-1}$  uit mest nodig. Dit komt overeen met  $26 \text{ m}^3$  mest  $\text{ha}^{-1}$ . De voorziening van de maïs met kali en fosfaat bij  $25 \text{ m}^3$  mest  $\text{ha}^{-1}$  is gegeven in Tabel 10.16.

Tabel 10.16. Bemesting maïs met P en K ten opzichte van advies bij  $25 \text{ m}^3$  mest  $\text{ha}^{-1}$ .

K-getal	advies, $\text{kg K}_2\text{O ha}^{-1}$	$\text{K}_2\text{O}^*$ voor-gewas	$\text{K}_2\text{O}$ mest	tekort, $\text{kg K}_2\text{O ha}^{-1}$	Pw-getal	advies, $\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$	$\text{P}_2\text{O}_5^*$ voor-gewas	$\text{P}_2\text{O}_5$ mest	tekort, $\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$
$\leq 11$	300	165	155	-20	10	185	43	40	102
12	260	165	155	-60	20	150	43	40	67
14	210	165	155	-110	30	120	43	40	37
16	180	165	155	-140	40	85	43	40	2

\* zie Tabel 10.13.

De voorziening van de maïs met fosfaat en kali bij  $40 \text{ m}^3$  mest  $\text{ha}^{-1}$  aan het voorgewas en  $25 \text{ m}^3$  aan de maïs komt overeen met die bij  $25 \text{ m}^3$  mest aan het voorgewas en  $40 \text{ m}^3$  aan de maïs. Uit oogpunt van de kalivoorziening is het ook hier beter met  $15 \text{ m}^3$  mest  $\text{ha}^{-1}$  te volstaan en  $40 \text{ kg N ha}^{-1}$  in de rij te geven.

Het geven van  $40 \text{ m}^3$  mest  $\text{ha}^{-1}$  aan het voorgewas moet sterk worden afgeraden vanwege de grotere kans op verliezen aan stikstof en het onderploegen van de minerale stikstof en van het voorgewas afkomstige fosfaat en kali naar de onderkant van de bouwvoor.

Bij een vanggewas is het advies dan:

*Geef een vanggewas, waarvan een snede geoogst wordt, niet meer dan circa  $25 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  dunne rundermest en geef het volggewas maïs een aanvullende bemesting overeenkomstig het advies.*

#### 10.6 Samengevat

In dit hoofdstuk is uitgerekend hoeveel fosfaat en kali er onttrokken is met het oogsten van het voorgewas (gras of vanggewas). Tevens is aangegeven hoeveel fosfaat en kali uit de aan het voorgewas gegeven mest er nog beschikbaar is voor de maïs. Daarnaast komt er uit de ondergewerkte zode en uit oogstverliezen fosfaat en kali beschikbaar voor de maïs.

De maïs is vervolgens, overeenkomstig het ontwikkelde stikstofbemestingsadvies voor maïs na het oogsten van een snede gras of van een vanggewas, bemest met dunne mest en  $20 \text{ kg N ha}^{-1}$  in de rij. De voorziening van de maïs met fosfaat en kali is dan bekend. In Tabel 10.17 is de aanbevolen mestgift gegeven naast  $20 \text{ kg N ha}^{-1}$  in de rij.

Tabel 10.17. Aanbevolen gift dunne rundermest ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) aan de maïs bij bemesting volgens het stikstofadvies en  $20 \text{ kg N ha}^{-1}$  in de rij.

Bemesting voorgewas, $\text{m}^3$	maïs na oogsten snede gras	maïs na oogsten vanggewas
0	25-30	50
25	15-20	30*

\* Naast  $30 \text{ m}^3$  ook  $40 \text{ kg N ha}^{-1}$  in de rij.

Bij bemesten van maïs na een snede gras met dunne mest en 20 kg N in de rij is de kalivoorziening in veel gevallen te krap en is extra aanvulling nodig met fosfaat in de rij. Ook bij bemesten van de maïs na het oogsten van een vanggewas is extra aanvulling met fosfaat in de rij nodig. Zonder mest aan het voorgewas en 50 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> aan de maïs na het oogsten van een vanggewas is de kalivoorziening in orde. Dit geldt ook bij 25 m<sup>3</sup> aan het voorgewas en 30 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> aan de maïs. Wel is dan 40 kg N ha<sup>-1</sup> in de rij nodig in plaats van de genoemde 20 kg N.

Het geven van 40 m<sup>3</sup> mest ha<sup>-1</sup> aan het voorgewas moet worden afgeraden. De kans op stikstofverliezen door uitspoeling is dan aanzienlijk groter. Het leidt tot hoge kaligehalten in de geoogste snede gras. Dit is ongunstig. Daarnaast worden de in de zode achterblijvende hoeveelheden stikstof, fosfaat en kali bij het ploegen naar de onderzijde van de bouwvoor verplaatst en zijn daardoor pas later beschikbaar voor de maïsplantjes.

Het advies is dan:

*Geef gras of een vanggewas, waarvan een snede geoogst wordt, niet meer dan circa 25 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> dunne rundermest en geef het volggewas maïs een aanvullende bemesting overeenkomstig het advies.*

Na het oogsten van een snede gras is extra aandacht nodig voor de voorziening van de maïs met fosfaat en kali. Dan is het belangrijk op de hoogte te zijn van de fosfaat- en kalitoestand in de bouwvoor. Het is dan aan te bevelen om met name het grasland in het voorjaar, voorafgaand aan de bemesting, te laten bemonsteren in de laag van 0-25 cm en te laten analyseren op Pw-getal en K-getal. Daarnaast verdient analyse op borium en pH de aandacht.

## 11 Discussie

### 11.1 *Organische stof in de bodem*

Bij vanggewassen is geen rekening gehouden met mogelijke verschillen in gehalten aan organische stof in de bodem na het telen van een vanggewas in vergelijking met continue maïsteelt. Vanggewassen worden gezaaid als onderzaai van de maïs in mei of in het najaar na de teelt van de maïs. Ze hebben dus een korte groeiperiode. Behalve de snede in het voorjaar worden er geen sneden geoogst. Er zijn dan geen bijdragen van oogstverliezen of afgestorven stoppels aan de opbouw van de organische stof. Verschillen in gehalten aan organische stof na het eenmalig telen van een vanggewas mogen dan ook niet verwacht worden. Wanneer jaarlijks een vanggewas wordt geteeld kunnen er wel verschillen ontstaan. Hierover zijn onvoldoende gegevens bekend.

### 11.2 *Eenjarige graszode*

De stikstoflevering uit een ondergewerkte éénjarige graszode is, inclusief de stikstoflevering uit oogstverliezen,  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Dit is gelijk aan de in de adviesbasis gegeven stikstoflevering uit een zode waarvan niet eerst een snede is geoogst. Bij een meerjarige graszode is de stikstoflevering na het oogsten van een snede gras wel lager dan wanneer er geen snede is geoogst. Op basis van de studie van Van Dijk et al. (1996) is uitgegaan van een stoppelopbrengst van  $3.200 \text{ kg droge stof ha}^{-1}$ . Whitehead et al. (Bijlage 1) geven aanzienlijk lagere stoppelopbrengsten. Wanneer we uitgegaan zouden zijn van de door Whitehead et al. genoemde  $2.200 \text{ kg droge stof}$ , dan zou de stikstoflevering uit de éénjarige zode  $10 \text{ kg N ha}^{-1}$  lager zijn.

### 11.3 *Stikstoflevering zode vanggewas*

De stikstoflevering aan het volggewas maïs door een ondergeploegde zode van een vanggewas, waarvan eerst een snede geoogst is, is aanzienlijk lager dan van een éénjarige zode gras. Hierbij dient in ogenschouw genomen te worden dat de graszode in het voorgaande jaar bemest is met  $300 \text{ kg N ha}^{-1}$  en een aantal keren is geoogst. De wortels en stoppels zijn daardoor aanzienlijk zwaarder dan die van een vanggewas en hebben bovendien een hoger stikstofgehalte. Door dit hogere stikstofgehalte is de C/N-verhouding lager en de stikstofmineralisatie hoger.

Met MINIP is uitgerekend wat de stikstoflevering is van een vanggewas, waarvan de snede niet is geoogst en dat op 25 april is ondergewerkt. Bij een stikstofbemesting van 0, 25 en  $75 \text{ kg N ha}^{-1}$  is de stikstoflevering door het vanggewas dan respectievelijk 16, 23 en  $42 \text{ kg N ha}^{-1}$ . In de Adviesbasis voor de Bemesting van Grasland en Voedergewassen (2002) is aangegeven dat voor de stikstoflevering door een vanggewas in het voorjaar  $25 \text{ kg N ha}^{-1}$  kan worden aangehouden.

NMI heeft in samenwerking met CLM en LBI (Hanegraaf & Van Loon, 2003) een groenbemesterwaaier uitgegeven, waarin de stikstoflevering van verschillende vanggewassen en groenbemesters is beschreven. Een niet geoogst vanggewas Italiaans raaigras met een gewaslengte van 15 cm levert dan in het voorjaar  $18 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Bij een gewaslengte van 30 cm is dit  $34 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Bij de inschatting dat het Italiaans raaigras op 25 april een graslengte heeft van 20 à 25 cm betekent dit een stikstoflevering van  $23\text{-}28 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Beide gegevens komen goed overeen met de via MINIP berekende stikstoflevering door Italiaans raaigras waarvan het gewas niet is geoogst.

Door het lagere stikstofgehalte leveren de wortels van een vanggewas nauwelijks stikstof aan het volggewas maïs (Tabel 7.5). De bijdrage van de oogstverliezen met een lagere C/N-verhouding aan de stikstoflevering is relatief groot. Veehouders dienen er dus rekening mee te houden dat de stikstoflevering door de zode van een vanggewas, waarvan eerst een snede is geoogst beperkt is (5-10 kg N ha<sup>-1</sup>).

#### 11.4 *Beweiding*

Uit de gegevens van Koeien & Kansen (Hoofdstuk 4) blijkt dat percelen gras, waarvan een snede is geoogst, grotendeels zijn gemaaid. De beweide percelen zijn vrijwel uitsluitend beweid bij een weidesnede rond 25 april. Bij beweiding eind april vinden beweidingsverliezen plaats, gemiddeld circa 15 procent. Bij de oogst van een maaisnede is al rekening gehouden met 10 procent oogstverliezen. Deze 10 procent oogstverliezen leveren 5 kg N ha<sup>-1</sup> aan de maïs. Bij beweiding eind april en verliezen van 15 procent is de bijdrage aan de stikstoflevering dan circa 2,5 kg N ha<sup>-1</sup> hoger.

Bij de vanggewassen Italiaans raaigras en winterrogge vond beweiding grotendeels plaats in de tweede helft van maart en begin april. Dit betekent dat de maïs gezaaid kan worden op 25 april. Tussen de beweiding en het onderploegen van de zode eind april vindt hergroei plaats. Naar schatting is dit 300-500 kg droge stof. Ook bij het oogsten van het vanggewas is rekening gehouden met 10 procent oogstverliezen. Bij het oogsten van het vanggewas op 25 april is uitgegaan van een opbrengst van circa 2.000 kg droge stof. De oogstverliezen zijn dan 200 kg droge stof. Deze oogstverliezen leveren 3,5 kg N ha<sup>-1</sup>. Bij een hergroei van 300-500 kg droge stof is de stikstoflevering dan 2-5 kg N ha<sup>-1</sup> hoger. Met deze hogere stikstoflevering na beweiden is in het advies geen rekening gehouden.

#### 11.5 *Grondmonsters*

Bij het scheuren van grasland is vanaf 2006 het nemen van een monster voor de bepaling van de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem verplicht. Bij het telen van een vanggewas is dit niet verplicht. Indien een vanggewas bemest is alvorens een snede te oogsten is dit echter wel aan te bevelen. Alleen dan kan een goed beeld verkregen worden van de hoeveelheid minerale stikstof die na de bemesting van het voorgewas nog voor de maïs beschikbaar is.

## Literatuur

- Anonymus (2002) Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen. Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen.
- Anonymus (2005) Ontwerp-besluit wijziging Besluit gebruik meststoffen, Besluit kwaliteit en gebruik overige organische meststoffen en het Lozingsbesluit open teelt en veehouderij (aanscherping gebruiksregels meststoffen). Staatscourant 19 april 2005, nr. 75.
- Baker HK (1957a) Studies on the root development of herbage plants II. The effect of cutting on the root and stubble development, and herbage production, of spaced perennial ryegrass plants. *Journal of the British Grassland Society* 12, 116-126.
- Baker HK (1957b) Studies on the root development of herbage plants III. The influence of cutting treatments on the root, stubble and herbage production of a perennial ryegrass sward. *Journal of the British Grassland Society* 12, 197-208.
- Bakker RF & Den Boer DJ (2005) Niet gepubliceerde data. Project Koeien & Kansen.
- Bonthuis H & Donner DA (2003) 78<sup>e</sup> rassenlijst landbouwgewassen 2003. Stichting DLO, 2002.
- Boons-Prins ER & Wattel-Koekkoek EJW (2004) Nitrogen dynamics in non-harvested plant parts and soil after grassland resowing. Report 787.03, NMI, Wageningen.
- Bussink DW & Hensgens VRC (2001) Bedrijfsspecifiek Tsom-advies via internet. Rapport 708.00, NMI, Wageningen.
- Dilz K, Van den Bos J & Knot L (1977) De stikstofbemesting van grasgroenbemesters. Het effect van de stikstofbemesting op de productie van bovengrondse en ondergrondse delen bij raaigrassen voor groenbemesting. *Stikstof* 1977, nr. 86, 45-52.
- Hanegraaf MC & Van Loon T (2003) Stikstofinhoud van groenbemesters. Waaier ontwikkeld door Nutriënten Management Instituut, Centrum voor Landbouw en Milieu en Louis Bolk Instituut in opdracht van de ministeries van LNV en VROM.
- Janssen BH (1984) A simple method for calculating decomposition and accumulation of 'young' organic matter. *Plant and Soil* 76, 297-304.
- Janssen BH (1996) Nitrogen mineralisation in relation to C:N ratio and decomposability of organic materials. *Plant and Soil* 181, 39-45.
- NMI-database (2005) A-waarden voor akkerbouwgewassen, groenbemesters en grassen. NMI, Wageningen.
- Raijmakers WMF & Janssen BH (1995) Evaluatie van methoden ter bepaling van voor de plant beschikbaar stikstof en fosfaat in organische meststoffen. Verslagen en mededelingen 1, Vakgroep bodemkunde en plantenvoeding LUW, Wageningen.
- Schröder JJ (1997) Long term reduction of nitrate leaching by cover crops. Second progress report of EU Concerted Action (AIR3) 2108. AB-DLO, nota 53, Wageningen.
- Schröder JJ (1998) Towards improved nitrogen management in silage maize production on sandy soils. Proefschrift, 223 pp.
- Schröder JJ (2005) Persoonlijke mededeling aan Den Boer, DJ.
- Van Dijk W, Schröder JJ, Ten Holte L & De Groot WMJ (1995) Effecten van wintergewassen op de verliezen en benutting van stikstof bij de teelt van snijmaïs. PAGV verslag 201.
- Van Dijk W, Baan Hofman T, Nijssen K, Everts H, Wouters AP, Lamers JG, Alblas J & Van Bezooijen J (1996) Effecten van maïs – gras vruchtwisseling. PAGV verslag 217.
- Van Laarhoven GCPM, Stienezen MWJ, Everts H & Van den Pol-Van Dasselaar A (2003) Voorjaarsgebruik vanggewassen. PraktijkRapport Rundvee 41. Animal Sciences Group, Lelystad.
- Velthof GL, Van Erp PJ & Steevens JCA (1998) Stikstoflevering door groenbemesters en gewasresten.

- Noodzaak tot verfijning stikstofadvies. Meststoffen 1997/1998.
- Velthof GL & Van Erp PJ (1999) Berekening van de stikstofmineralisatie uit organische meststoffen in een nieuw daglicht. Rapport 434.98-I, NMI, Wageningen.
- Verveda HW (1982) Invloed van grasgroenbemesting op het stikstofaanbod in de bodem en de drogestofopbrengst van aardappelen. Doctoraalverslag Bodemvruchtbaarheid en bemesting. Vakgroep Bodemkunde en Plantenvoeding LUW, Wageningen.
- Verveda HW (1984) Opbouw en afbraak van jonge organische stof in de grond en de stikstofhouding onder een vierjarige vruchtwisseling met grasgroenbemester. Interne mededeling 58, Vakgroep Bodemkunde en Plantenvoeding LUW, Wageningen.
- Whitehead DS, Bristow AW & Lockyer DR (1990) Organic matter and nitrogen in the unharvested fractions of grass swards in relation to potential for nitrate leaching and ploughing. *Plant and Soil* 123, 39-49.

## Bijlage 1. Drogestof- en stikstofopbrengst van graszoden van verschillende leeftijd en bij verschillende behandelingen

Tabel B1A. Totale hoeveelheden droge stof en stikstof en de stikstofgehalten in de niet-geogste delen van grasland (Whitehead et al., 1990).

Type grasland	deel	ds, kg ha <sup>-1</sup>	N-gehalte, %	totaal N, kg ha <sup>-1</sup>
1 jaar oud, gemaaid, 50 kg N ha <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	stoppel	2.200	1,3	29
	bladresten	400	1,2	5
	wortels	4.500	1,2	54
	macro-organische stof	3.000	1,9	57
	<b>totaal</b>	<b>10.100</b>	<b>1,4</b>	<b>145</b>
-----				
1 jaar oud, gemaaid, 300 kg N ha <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	stoppel	2.200	1,9	43
	bladresten	500	1,7	10
	wortels	4.500	1,4	63
	macro-organische stof	3.000	2,0	60
	<b>totaal</b>	<b>10.200</b>	<b>1,7</b>	<b>176</b>
-----				
3 jaar oud, gemaaid, 300 kg N ha <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	stoppel	2.500	1,9	48
	bladresten	500	1,9	10
	wortels	5.000	1,6	80
	macro-organische stof	5.000	2,3	115
	<b>totaal</b>	<b>13.000</b>	<b>2,0</b>	<b>253</b>

Tabel B1B. Hoeveelheden droge stof van wortel en stoppel bij verschillende maaimethoden (Baker, 1957).

Datum	ds wortel, kg ha <sup>-1</sup>		ds stoppel, kg ha <sup>-1</sup>	
	ongemaaid	gemaaid	ongemaaid	gemaaid
27-05-1952	1.210	829	470	448
17-06-1952	2.789	2.576	1.568	1.210
12-08-1952	3.550	3.013	2.106	1.400
16-09-1952	3.886	3.472	2.150	1.546
17-11-1952	3.483	3.696	1.714	2.005
04-02-1953	2.296	2.598	1.635	1.646
10-03-1953	2.744	3.326	1.467	2.621
08-04-1953	3.752	4.692	2.195	2.677
28-04-1953	3.774	4.502	3.147	4.211
27-05-1953	4.189	4.155	2.677	2.341
27-06-1953	4.054	4.110	3.214	2.923
03-09-1953	4.614	4.861	3.976	3.181
01-10-1953	4.637	4.626	2.285	2.509
24-11-1953	5.488	6.182	1.646	2.005