

Randvoorwaarden aan het scheuren van grasland met betrekking tot volggewas,  
periode en bemesting



**Randvoorwaarden aan het scheuren van grasland met  
betrekking tot volggewas, periode en bemesting**

**G.L. Velthof (red.)**

**Alterra-rapport 1204**

**Alterra, Wageningen, 2005**

## REFERAAT

Velthof G.L. (red.), 2005. *Randvoorwaarden aan het scheuren van grasland met betrekking tot volggewas, periode en bemesting*, Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1204. 98 blz.; 14 fig.; 11 tab.; 57 ref.

Na het scheuren van grasland in het kader van graslandvernieuwing of wisselbouw komt veel stikstof in de bodem vrij, waardoor het risico op nitraatuitspoeling toeneemt. In het Derde Nederlandse Actieprogramma (2004-2009) voor de Nitraatrichtlijn staan maatregelen gegeven met betrekking tot het scheuren van grasland. Deze maatregelen betreffen de periode van scheuren, het te telen volggewas en het bepalen van de stikstofbemesting op basis van een bodemanalyse. Op verzoek van het ministerie van LNV zijn studies uitgevoerd naar deze maatregelen, zodat ze kunnen worden geïmplementeerd in het Besluit gebruik meststoffen (Bgm). Uit modelberekeningen volgt dat het risico op nitraatuitspoeling in zandgrond toeneemt als grasland in mei of later wordt gescheurd. De berekende stikstofuitspoeling op klei en veen is laag. Er is een lijst met stikstofbehoefte gewassen opgesteld waarvan het bemestingsadvies groter is dan de extra stikstofmineralisatie in gescheurd grasland ten opzichte van blijvend bouwland. Voor koolgewassen, tulp en lelie heeft de teelt na het scheuren van grasland voordelen, zoals een goede bodemstructuur en minder kans op bepaalde ziektes. De bemesting van opnieuw ingezaaid grasland kan worden gebaseerd op een bepaling van het stikstofleverend vermogen nadat het gras is ingezaaid. De bemesting andere gewassen na het scheuren van grasland kan worden gebaseerd op de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem, maar er is geen bodemanalyse beschikbaar waarmee de te verwachten stikstofmineralisatie kan worden geschat.

Trefwoorden: grasland, graslandvernieuwing, nitraatrichtlijn, scheuren, stikstof, wisselbouw

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door € 25,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 1204. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2005 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: [info.alterra@wur.nl](mailto:info.alterra@wur.nl)

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

## Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	9
2 Scheuren van grasland	11
2.1 Inleiding	11
2.2 Motieven om grasland te scheuren	11
2.2.1 Melkveehouderij	11
2.2.2 Open teelten	12
2.3 Areaal gescheurd grasland	13
2.4 Huidige wetgeving met betrekking tot scheuren	14
2.5 N-processen	14
2.5.1 N-processen in de bodem	14
2.5.2 Effect van scheuren van grasland op N-processen	15
3 Effect van tijdstip van scheuren op N-mineralisatie en -uitspoeling	21
3.1 Inleiding	21
3.2 Experimenteel onderzoek	21
3.2.1 Scheuren in voorjaar	21
3.2.2 Scheuren van grasland in augustus en september	22
3.3 Literatuur	24
3.4 Modelberekeningen	25
3.4.1 Inleiding	25
3.4.2 Methode	25
3.4.3 Mineralisatie	27
3.4.4 N-uitspoeling bij graslandvernieuwing	28
3.4.5 Discussie modelberekeningen	34
3.5 Bevindingen in Koeien en Kansen en bedrijfsleiders Praktijkcentra ASG	35
3.6 Conclusies	37
4 Stikstofbehoefte gewassen	41
4.1 Inleiding	41
4.2 N-behoefte gewassen	41
4.2.1 Definitie en methode	41
4.2.2 Minerale N in het voorjaar en bemestingsadvies	43
4.2.3 Totale N-mineralisatie uit gescheurd grasland	43
4.2.4 Extra N-mineralisatie uit gescheurd grasland	44
4.2.5 Gewassen met een bemestingsadvies hoger dan de extra mineralisatie uit gescheurd grasland	45
4.3 Snelheid van N-opname en N-voorraad aan begin seizoen	49
4.4 Conclusies	51

5	Tuinbouwgewassen na grasland uit oogpunt van vruchtwisseling	53
5.1	Inleiding	53
5.2	Ziektebestrijding	53
5.3	Betere bodemstructuur	53
5.4	Overzicht van tuinbouwgewassen	54
5.5	Conclusies	54
6	Conceptprotocol voor bemesting op basis van een bodemanalyse	55
6.1	Inleiding	55
6.2	Conceptprotocol voor bemesting grasland bij herinzaai	56
6.2.1	Huidige praktijk	56
6.2.2	Uitgangspunten bij het conceptprotocol	56
6.2.3	Conceptprotocol	59
6.2.4	Discussie en conclusies	60
6.3	Conceptprotocol voor open teelten	61
6.3.1	Huidige praktijk	61
6.3.2	Uitgangspunten bij het conceptprotocol	62
6.3.3	Conceptprotocol	63
6.3.4	Discussie en conclusies	65
6.4	Bepaling van N-mineralisatie op basis van een bodemanalyse	68
7	Conclusies	71
7.1	Inleiding	71
7.2	Effect tijdstip van scheuren	71
7.3	N-behoefte gewassen	72
7.4	Tuinbouwgewassen na grasland uit oogpunt van vruchtwisseling	72
7.5	Conceptprotocol voor bemesting op basis van een bodemanalyse	73
7.5.1	Grasland	73
7.5.2	Snijmaïs en akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen	73
	Literatuur	75
	<b><i>Bijlagen</i></b>	
1	Aanvullende informatie over de teelt van gewassen op gescheurd grasland	79
2	Literatuurstudie naar N-mineralisatie na scheuren van grasland	93
3	Beschrijving van analyse-methode voor minerale N en SON	95
4	Effect van verstoren, drogen van grondmonsters en de aanwezigheid van een gewas op mineralisatie	97

## Samenvatting

In juli 2004 heeft Nederland overeenstemming bereikt met de Europese Commissie over het Derde Nederlandse Actieprogramma (2004-2009) inzake de Nitraatrichtlijn. In dit actieprogramma staan maatregelen gegeven met betrekking tot periode, volggewas en bemesting met stikstof (N) na het scheuren van grasland. Om deze maatregelen uit het actieprogramma te kunnen implementeren in het Besluit gebruik meststoffen (Bgm) heeft het ministerie van LNV aan WUR gevraagd om de volgende studies uit te voeren:

- het kwantificeren van het risico op stikstofuitspoeling na het scheuren van grasland op verschillende tijdstippen;
- het opstellen van een lijst met N-behoefte gewassen die na het scheuren van grasland kunnen worden geteeld;
- het opstellen van een lijst met tuinbouwgewassen waarvan het uit oogpunt van vruchtwisseling voordelig is om na grasland geteeld worden;
- het afleiden van een conceptprotocol waarmee de bemesting van een gewas na gescheurd grasland kan worden bepaald op basis van een bodemonmonster.

Op basis van een literatuur- en deskstudie en resultaten van berekeningen met het model ANIMO is het risico op nitraatuitspoeling bij het scheuren van grasland op verschillende tijdstippen gekwantificeerd. Voor zand- en lössgronden wordt aanbevolen om de periode waarin grasland gescheurd mag worden af te bakenen van februari tot half mei. Het is dan nog mogelijk om één snede te oogsten, hetgeen het draagvlak bij de boeren voor deze maatregel zal verhogen. Modelberekeningen geven aan dat het risico op nitraatuitspoeling bij scheuren in mei neemt wel iets toe. Het wordt daarom aanbevolen om experimenteel onderzoek uit te voeren waarin de effecten van graslandvernieuwing in mei, nadat er een snede is geoogst, op de nitraatuitspoeling wordt gekwantificeerd. Modelberekening voor klei en veen laten zien dat de nitraatuitspoeling na het scheuren van grasland laag is (doordat de denitrificatie hoog is). Het risico op uitspoeling van totaal N naar grond- en oppervlaktewater neemt iets toe bij het scheuren in oktober.

Er is een lijst met N-behoefte gewassen opgesteld, waarbij is uitgegaan dat het N-bemestingsadvies van deze gewassen groter is dan de extra mineralisatie in gescheurd grasland ten opzichte van blijvend bouwland. Uit modelberekeningen volgt dat deze extra mineralisatie in de periode april tot en met augustus 120 kg N per ha bedraagt. Door variaties in zowel de N-mineralisatie in bouwland als in gescheurd grasland zal deze waarde van 120 kg N per ha met een bandbreedte zijn omgeven. De 120 kg N per ha wordt als een gemiddelde waarde beschouwd. De gewassen met een bemestingsadvies hoger dan 120 kg N per ha worden in tabel 4.2 (akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen) en 4.3 (bolgewassen) gegeven. Ook grasland voldoet aan het criterium dat het bemestingsadvies hoger is dan 120 kg N per ha. Bij sommige gewassen is een aanvullende N-bemesting nodig omdat de hoeveelheid N die uit de gescheurde zode vrijkomt niet hoog genoeg is om te voldoen aan de N-

vraag in het begin van de groei en tijdens de periode met de hoogste N-opname. Bij gewassen met een bemestingsadvies dat hoger is dan 120 kg N per ha is ruimte voor een aanvullende N-bemesting. Deze gift moet volgens de maatregelen uit het actieprogramma worden bepaald op basis van een bodemanalyse.

Voor bepaalde gewassen heeft de teelt na het scheuren van grasland voordelen, zoals een goede bodemstructuur en minder kans op bepaalde ziektes. Tuinbouwgewassen waarvoor dit geldt zijn koolgewassen, tulp en lelie. Alleen lelie komt niet voor op de lijst met N-behoefte gewassen.

Voor grasland is een conceptprotocol opgesteld waarin het wel of niet geven van een startgift van 30 kg N per ha voor de eerste snede wordt bepaald door een analyse van minerale N in een bodemmonster van 0–20 cm dat na herinzaai is genomen. Het wordt verwacht dat deze analyse meestal resulteert in een advies om geen N-bemesting toe te passen in de eerste snede na herinzaai. De bemesting van de overige (productieve) snedes wordt voor zand- en kleigrond gebaseerd op de NLV, die wordt bepaald door middel van analyse van totaal N in een bodemmonster dat na herinzaai is genomen. Voor veengrond is geen relatie vastgesteld tussen NLV en totaal N en zijn er ook geen andere indicatoren beschikbaar voor de schatting van de N-mineralisatie op basis van een bodemmonsters. Het wordt daarom geadviseerd om de NLV van veengrond vast te stellen volgens het huidige bemestingsadvies.

Voor snijmaïs en akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen is een conceptprotocol opgesteld waarmee op basis van analyse van minerale N en een mogelijke analysemethode om de N-mineralisatie te schatten, een schatting wordt gemaakt van de hoeveelheid N die beschikbaar is uit het gescheurde grasland. De bemesting wordt gebaseerd op de totale N-behoefte en de hoeveelheid N die volgens de bodemanalyse beschikbaar is tijdens de N-opname periode. De N-behoefte, het tijdstip van bemonstering en de te bemonsteren laag is gewasafhankelijk (tabel 6.1).

Voor de schatting van de N-mineralisatie op basis van een bodemmonster is geen meetmethode beschikbaar; zowel niet voor gescheurd grasland als voor bouwland. Het wordt daarom aanbevolen om de periode tussen doodspuiten en bodembemonstering zo groot mogelijk te maken. Hoe langer deze periode, hoe relatief meer N er al gemineraliseerd is tot minerale N. Er is onderzoek om een meetmethode voor schatting van N-mineralisatie via een bodemanalyse te ontwikkelen. Prioriteit ligt bij de gewassen die het vaakst op gescheurd grasland worden geteeld, namelijk snijmaïs, aardappelen en bollen. In dit onderzoek moet ook aandacht zijn of met een bodemanalyse een schatting kan worden verkregen van de N-mineralisatie uit gewasresten. Een andere optie is een protocol dat is gebaseerd op een bepaling van minerale N na het scheuren met daarnaast een korting voor de mineralisatie die niet is gebaseerd op een bodemanalyse, maar bijvoorbeeld op modelberekeningen. Het is niet duidelijk of de Europese Commissie zo'n protocol accepteert.



# 1 Inleiding

Nederland heeft in april 2000 formeel een derogatie gemeld bij Europese Commissie om meer dierlijke mest te gebruiken op grasland dan de 170 kg stikstof (N) per ha die in de Nitraatrichtlijn is voorgeschreven. Deze derogatie werd gebaseerd op het rapport van Willems *et al.* (2000). De Europese Commissie heeft in september 2000 een expert group in het leven geroepen om de onderbouwing van de Nederlandse derogatie te beoordelen. Deze expert group bestond uit wetenschappers uit verschillende Europese landen. De expert group heeft in 2001 15 aanbevelingen met betrekking tot de Nederlandse derogatie geformuleerd, waarvan er vijf betrekking hadden op het scheuren van grasland. De expert group was van oordeel dat het risico op nitraatuitspoeling na het scheuren van grasland onacceptabel hoog is en dat er aanvullende maatregelen nodig zijn om het risico op uitspoeling te beperken. Hierbij werd onderscheid gemaakt tussen tijdelijk (jonger dan 5 jaar) en blijvend grasland. De aanbevelingen hadden betrekking op

- de grondbewerking en de diepte van ploegen bij graslandvernieuwing van blijvend grasland;
- de leeftijd van tijdelijk grasland bij wisselbouw;
- het tijdstip van ploegen van grasland en het telen van een N-behoefstig volggewas bij wisselbouw;
- een verbod op de bemesting van gescheurd grasland in de herfst en winter vóór het scheuren van grasland;
- het baseren van de bemesting op een analyse van een bodemonmonster die na het scheuren van grasland is genomen.

In 2002 is op verzoek van het ministerie van LNV een deskstudie uitgevoerd waarin wordt ingegaan op de aanbevelingen over de diepte van grondbewerking, effecten van leeftijd van grasland en N-behoefte gewassen (Velthof *et al.*, 2002). Deze studie is door Nederland gebruikt in de discussies en onderhandelingen met de Europese Commissie. In juli 2004 heeft Nederland overeenstemming bereikt met de Europese Commissie over het Derde Nederlandse Actieprogramma (2004-2009) inzake de Nitraatrichtlijn. In dit actieprogramma zijn drie maatregelen opgenomen met betrekking tot het scheuren van grasland:

- er zal verplicht worden gesteld dat na het scheuren van grasland een voldoende N-behoefstig gewas wordt verbouwd;
- de N-bemesting van het volggewas moet plaatsvinden op basis van een bodemanalyse;
- op zand- en lössgronden zal het scheuren van grasland alleen worden toegestaan in het voorjaar.

Er wordt geen onderscheid gemaakt naar tijdelijk en blijvend grasland en er worden geen eisen gesteld aan de leeftijd van grasland en aan de diepte van grondbewerking.

In onderstaande tekstbox wordt de paragraaf over het scheuren van grasland uit het Derde Nederlandse Actieprogramma geciteerd.

Citaat uit het Derde Nederlandse Actieprogramma (2004-2009) inzake de Nitraatrichtlijn

#### 4.6. Scheuren van grasland

Na het scheuren van grasland komt door mineralisatie van wortels en opgehoopte organische stof veel N vrij. Om te voorkomen dat deze N uitspoelt, zal Nederland nadere regels stellen met betrekking tot het scheuren van grasland.

Het zal op alle grondsoorten verplicht worden gesteld om na het scheuren van tijdelijk of blijvend grasland een volggewas met een voldoende hoge stikstofbehoefte te telen. Het volggewas mag alleen worden bemest op basis van analyse van een bodemonmonster dat is genomen na het scheuren van het grasland. Een uitzondering hierop zal gelden voor specifieke tuinbouwgewassen die uit het oogpunt van vruchtwisseling juist vaak na grasland worden geteeld, zoals bepaalde bloembolgewassen.

Op zand- en lössgrond zal het scheuren van grasland alleen in het voorjaar (ruwweg maart-april) worden toegestaan.

Om de maatregelen uit het actieprogramma te kunnen implementeren in het Besluit gebruik meststoffen (Bgm) heeft het ministerie van LNV aan WUR gevraagd om de volgende studies uit te voeren:

- het kwantificeren van het risico op N-uitspoeling na het scheuren van grasland op verschillende tijdstippen (zie hoofdstuk 3 van dit rapport);
- het opstellen van een lijst met N-behoefteige gewassen die na het scheuren van grasland kunnen worden geteeld (hoofdstuk 4);
- het opstellen van een lijst met tuinbouwgewassen waarvan het uit oogpunt van vruchtwisseling voordelig is om na grasland geteeld te worden (hoofdstuk 5);
- het afleiden van een protocol waarmee de bemesting van een gewas na gescheurd grasland kan worden bepaald op basis van een bodemonmonster (hoofdstuk 6).

In hoofdstuk 2 wordt achtergrondinformatie gegeven over het scheuren van grasland en de N-processen nadat grasland is gescheurd. In de hoofdstukken 3 tot en met 6 worden de bovengenoemde onderwerpen behandeld, waarna in hoofdstuk 7 de conclusies en aanbevelingen voor beleid en onderzoek worden gegeven.

In dit rapport wordt geen onderscheid gemaakt naar blijvend en tijdelijk grasland en wordt ook geen onderscheid gemaakt naar leeftijd, omdat in het Derde Nederlandse Actieprogramma hierin ook geen onderscheid maakt. Grasland dat als wintergewas is gezaaid en in het voorjaar wordt ondergeploegd wordt buiten beschouwing gelaten. Het risico op uitspoeling na het onderploegen van een gras-wintergewas in het voorjaar is beperkt, mits de N-bemesting wordt gekort voor N-nalevering uit het wintergewas. In het bemestingsadvies voor akkerbouw en vollegrondsgroenten staan hiervoor richtlijnen (korting 10 tot 40 kg N per ha). Voor de teelt van snijmaïs na een wintergewas is recent een advies ontwikkeld. Het rapport gaat ook niet in op het scheuren van een stoppel van de graszaadteelt voor zaadwinning. Bij het opstellen van wetgeving over scheuren van grasland vraagt het onderscheid blijvend grasland en meerjarig graszaadteelt aandacht (bijlage 1).

## 2 Scheuren van grasland

*G.L. Velthof (Alterra)*

### 2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt achtergrondinformatie gegeven over i) de motieven om grasland te scheuren in de melkveehouderij en akkerbouw, ii) het areaal grasland dat jaarlijks wordt gescheurd, iii) de huidige wetgeving met betrekking tot scheuren en iv) de N-processen die na het scheuren van grasland optreden. De meeste informatie uit dit hoofdstuk is afkomstig uit studies die eerder in opdracht van het ministerie van LNV zijn uitgevoerd (Aarts *et al.*, 2002; Conijn *et al.*, 2002 en 2004; Velthof en Oenema, 2001; Velthof *et al.*, 2002).

### 2.2 Motieven om grasland te scheuren

#### 2.2.1 Melkveehouderij

Veehouders stellen hoge eisen aan het grasland om een hoge voerproductie van hoge kwaliteit te realiseren. Als in de beleving van de boer niet aan die eisen wordt voldaan vindt graslandvernieuwing plaats. Graslandvernieuwing kan worden uitgevoerd door inzaai van gras na een akkerbouwgewas (wisselbouw), door het opnieuw inzaaien na het scheuren van de bestaande graszode (herinzaai) of door inzaai van graszaad in een bestaande zode (doorzaai).

Op zandbedrijven is graslandvernieuwing een vast onderdeel van de bedrijfsvoering. Met name de drogere graslanden moeten regelmatig (ongeveer één keer per vijf jaar) worden vernieuwd om de grasmat voldoende productief te houden. Om de organische stof van het bouwland op peil te houden, om onkruiden te bestrijden en om te profiteren van opbrengsteffecten wordt veel grasland in wisselbouw met maïs geteeld, waarbij de maïsperiode soms beperkt is tot één jaar. Grasland ligt op percelen die relatief goed gepositioneerd zijn met betrekking tot beweiding (kort bij stal), maïs ligt vooral op de percelen die verder van de stal liggen. Naast snijmaïs, kunnen granen (triticale, rogge en wintertarwe) als voedergewas worden geteeld. Wisselbouw komt vooral voor op intensievere bedrijven op drogere zandgronden en in gebieden waar gespecialiseerd melkveehouderij en akkerbouw naast elkaar voorkomen, zoals in Flevoland.

Op klei- en veengrond wordt graslandvernieuwing niet gezien als iets wat onafwendbaar is (zoals op zandgrond), maar iets dat nodig kan zijn omdat door een samenloop van omstandigheden de zodekwaliteit sterk is verslechterd. Vaak, en mogelijk vaker, wordt graslandvernieuwing uitgevoerd omdat percelen worden veranderd (grootte en vorm), de waterhuishouding verbeterd (bolleggen, draineren),

verzakkingen worden gecorrigeerd (vlaklegging) of aanliggende sloten worden uitgebaggerd (bagger verspreiden over naastliggend perceel). Gemiddeld wordt er niet vaker dan één keer in de 10-30 jaar vernieuwd (het streven is nooit).

## 2.2.2 Open teelten

Vanwege de noodzaak om zoveel mogelijk de meest salderende gewassen te telen en om te kunnen profiteren van voordelen van schaalvergroting staat de vruchtwisseling op veel akkerbouwbedrijven onder druk. Dit geldt met name voor gewassen die slecht zelfverdraagzaam zijn (aardappelen, tulpen, uien etc.). Er is bij veel bedrijven behoefte aan 'vers land'. Voor aardappeltelers is huren van land bij een collega-aardappelteler geen optie, omdat alle akkerbouwbedrijven reeds maximaal aardappelen op hun bedrijf telen. Wanneer snijmaïs op het veehouderijbedrijf in continueelt wordt geteeld dan is de vruchtwisseling met gras (telen op gescheurd grasland) gunstig voor de opbrengst. Snijmaïs is minder zelfverdraagzaam dan wel in de praktijk wordt verondersteld.

In gebieden met gespecialiseerde melkveehouderij en akkerbouw dient het grasland als voorvrucht voor hoog salderende gewassen als bloembollen en poot- en consumptieaardappelen. Gras is een uitstekende voorvrucht, hetgeen leidt tot een beperkt gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en hoge gewasopbrengsten. In de meeste gevallen zal bouwplanverruiming tot minder aaltjesproblematiek leiden. Bij een 1 op 6 aardappelteelt is het opbrengstniveau hoger dan bij een 1 op 4 teelt en er is een ruimere rassenkeuze mogelijk. Het land wordt tijdelijk (meestal één jaar) verhuurd aan een akkerbouwer of tuinder en dan weer ingezaaid met gras. In de meeste gevallen betreft dit verhuur van land voor tulpen, aardappelen of snijmaïs, maar ook prei, spruitkool en lelies worden om die reden wel op gescheurd grasland geteeld. Deze bedrijfsvoering stelt melkveebedrijven in staat om extra inkomsten te genereren.

Het omzetten van grasland in meerjarig akkerbouwland komt voor op gemengde bedrijven en bij akkerbouw- en tuinbouwbedrijven die grasland hebben aangekocht en dit land inpassen in hun bedrijfsvoering.

Op biologische bedrijven komt teelt van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen op gescheurd grasland regelmatig voor. Het gaat bijna altijd om het scheuren van een gras-klavermengsel dat een plaats heeft in een zesjarige rotatie met akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen en slechts heel beperkt om het scheuren van een weidegras. In de biologische teelt is veel aandacht voor het benutten van de N. Op gescheurd grasland worden vooral de N-behoefte gewassen geteeld. Het gaat dan om onder andere aardappelen, koolgewassen en pompoenen.

Vanwege de opbouw van organische stof door het gras heeft gescheurd grasland een goede bodemstructuur. De lucht- en waterdoorlatendheid is beter dan die van gewoon bouwland. Bij gewassen die voor de winter gezaaid of geplant worden (zoals tulpen) is het risico van wateroverlast en verslemping in de natte wintermaanden

daardoor kleiner en daardoor ook het risico op het optreden van ziekten. Zeker bij een kapitaalsintensieve teelt van tulpen is dit belangrijk. Bovendien kan bij structuurgevoelige gewassen, waartoe ook aardappelen en tulpen behoren, geprofiteerd worden van een in potentie hoger opbrengstniveau op gescheurd grasland. De teelt op gescheurd grasland kent echter ook nadelen. Op pas gescheurd grasland zijn onverteerde organische resten in de grond aanwezig, die het zaaien van fijnzadige gewassen (bijvoorbeeld peen), het planten van (groente)gewassen of het ponzen van gaten (voor de preiteelt) kunnen bemoeilijken. Ook kunnen deze gewasresten bij het schoffelen aan de schoffels blijven hangen en gaan opstropen. Gewassen waar dit speelt worden in praktijk zelden of niet op gescheurd grasland geteeld.

De teelt van akker- en tuinbouwgewassen op gescheurd grasland leidt niet per definitie tot minder problemen met ziekten en plagen. Op gescheurd grasland kunnen bepaalde aaltjes schade geven (afhankelijk van de grondsoort), zoals havercyste-aaltjes (maïs, zomertarwe, zomergerst en haver), graswortelknobbelaaltje (zomertarwe, zomergerst, graszaadteelt en rode biet), maïswortelknobbelaaltje (*M. fallax*; in aardappel, suikerbiet, erwt, waspeen en schorseneer), wortellesie-aaltje (aardappel, maïs, erwt, stamslaboon, waspeen en schorseneer) en *Trichodorus* en *Paratrachodorus* (aardappel, suikerbiet, ui, maïs, vlas, koolzaad, erwt, boon, waspeen, witlof, kool, prei, rode biet). Ook enkele bodemgebonden schimmelziekten en enkele veel in gras voorkomende insecten kunnen bij de teelt op gescheurd grasland aanleiding tot meer problemen leiden, zoals graslandschurft bij aardappel, peen en rode biet, *Rhizoctonia* bij suikerbieten en ritnaalden en emelten bij veel gewassen.

In bijlage 1 wordt uitgebreid ingegaan op de voor- en nadelen van de teelt van gewassen op gescheurd grasland.

### 2.3 Areaal gescheurd grasland

Vanaf de zeventiger jaren is graslandvernieuwing sterk toegenomen en bedraagt nu gemiddeld ruim 125.000 ha per jaar. De verschillen tussen jaren zijn groot, als gevolg van verschillen in weersomstandigheden (Tabel 2.1). Uit berekeningen van Aarts et al. (2002) volgt dat op zand-, klei- en veengrond gemiddeld respectievelijk om de 5, 10 en 30 jaar grasland wordt vernieuwd.

Tabel 2.1. Totaal ingezaaid areaal grasland (CBS, Statline).

Jaar	Totaal areaal grasland	Totaal ingezaaid	Her- inzaai <sup>1</sup>	Door- zaai <sup>2</sup>	Inzaai na ander gewas dan gras				
					totaal areaal	maïs	aardappel	granen	overig
x 1000 ha					% van areaal				
1990	1004,0	127,0	61,0	14,0	52,0				
1993	965,1	88,3	44,5	12,6	31,2				
1996	958,3	153,2	59,2	50,0	44,0				
1999	912,7	130,6	66,9	9,2	54,5	44	26	10	20
2002	929,0	99,6	48,4	4,9	46,3	39	18	10	33

<sup>1</sup>Graslandvernieuwing met grondbewerking

<sup>2</sup>Graslandvernieuwing zonder grondbewerking

## 2.4 Huidige wetgeving met betrekking tot scheuren

Het is momenteel verboden om grasland tussen 16 september en 31 januari te scheuren. Er zijn vrijstellingen in het geval van kavelinrichtingswerken, teelt van bloembollen en de teelt van gewassen anders dan gras. In de tekstbox staat het citaat uit Bgm weergegeven.

Bgm, Artikel 4b: Het is verboden in de periode van 16 september tot en met 31 januari grasland om te ploegen.

Vrijstellingsregeling: Van het verbod, gesteld in artikel 4b van het Besluit gebruik meststoffen, wordt vrijstelling verleend:

- indien het omploegen van grasland plaatsvindt als onderdeel van kavelinrichtingswerken overeenkomstig:
  - 1°. een landinrichtingsplan als bedoeld in artikel 73 of een aanpassingsplan als bedoeld in artikel 101 van de Landinrichtingswet,
  - 2°. een herinrichtingsplan als bedoeld in artikel 1 van de Herinrichtingswet Oost-Groningen en de Gronings-Drentse Veenkoloniën,
  - 3°. een plan van voorzieningen als bedoeld in artikel 39 van de Reconstructiewet Midden-Delfland, waarvan het plan van toedeling is vastgesteld door de arrondissementsrechtbank;
- in de periode van 16 september tot en met 31 oktober indien na het omploegen in een direct daaropvolgende werkgang op het desbetreffende perceel bloembollen worden geplant, of
- in de periode van 1 november tot en met 31 december indien na het omploegen op het desbetreffende perceel een ander gewas wordt geplant of ingezaaid dan gras.

## 2.5 N-processen

### 2.5.1 N-processen in de bodem

Stikstof wordt aangevoerd in minerale (ammonium en nitraat) en organische vorm als kunstmest, drijfmest, urine en feces (tijdens beweiding), biologische N-binding en atmosferische depositie. In de bodem vinden allerlei omzetting- en transportprocessen plaats. Gras kan minerale N opnemen en omzetten in organische N. Deze N kan worden afgevoerd, via maaien en beweiding, of kan accumuleren in niet oogstbare delen (stoppels en wortels). De niet oogstbare delen sterven af en komen in de bodem terecht. De organische stof in de bodem bestaat voor een deel uit recent afgestorven organisch materiaal, voor een deel uit oudere organische stof, en voor een (gering) deel uit microbiële biomassa.

Bij mineralisatie wordt organische N door micro-organismen omgezet in ammonium. Bij N-immobilisatie wordt minerale N door micro-organismen omgezet in organische N. Mineralisatie en immobilisatie komen gelijktijdig voor, maar de grootte van beide processen kan in de tijd verschillen. De netto N-mineralisatie is het verschil tussen bruto mineralisatie en immobilisatie. In het algemeen wordt met “N-mineralisatie” de netto N-mineralisatie bedoeld. Ook in het onderhavige rapport wordt dit zo toegepast. In grasland vindt een continue cyclus van vrijkomen en vastleggen van minerale en organische N plaats. Grasland heeft een hoge bruto

mineralisatie, een hoge immobilisatie, maar ook een hoge netto mineralisatie ten opzichte van bouwland. Er zijn veel studies waarin N-mineralisatie in niet-gescheurd grasland is gemeten, maar er zijn maar weinig studies waarin de jaarlijkse mineralisatie per ha uit deze metingen wordt geschat. Enkele studies waarin dit wel is gebeurd geven de volgende resultaten:

- 135 – 376 kg per ha per jaar voor de 0-10 cm laag in grasland in Engeland (Gill et al., 1995);
- 70 – 240 kg N per ha per jaar voor de 0-10 cm laag voor grasland (Hassink, 1995);
- 350 kg N per ha per jaar voor de 0-30 cm laag van grasland in Engeland (MacDuff en White, 1985);
- $414 \pm 143$  kg N per ha per jaar voor de 0-20 cm laag permanent grasland op De Marke. Voor grasland in wisselbouw met maïsland op De Marke neemt de gemiddelde N-mineralisatie toe van 356 kg N per ha per jaar voor het 1 jarig grasland, 497 kg N per ha per jaar voor het 2 jarig grasland en 626 kg N per ha per jaar voor het 3 jarig grasland (Aarts et al., 2001).

Nitrificatie is het microbiële proces waarbij ammonium wordt omgezet in nitraat. Daarvoor is zuurstof nodig. Denitrificatie is het microbiële proces waarbij nitraat onder zuurstofloze omstandigheden wordt omgezet in de gassen  $N_2$  en lachgas ( $N_2O$ ; een broeikasgas). De belangrijkste factoren die denitrificatie stimuleren zijn de aanwezigheid van nitraat, zuurstofloze omstandigheden en de aanwezigheid van gemakkelijk afbreekbare organische stof.

Nitraat wordt nauwelijks door de bodem geadsorbeerd en kan daardoor onder natte omstandigheden uitspoelen of denitrificeren als het niet tijdig door het gewas wordt opgenomen of door micro-organismen wordt geïmmobiliseerd. De nitraatverliezen door uitspoeling en denitrificatie zijn hoog in de herfst en winter, omdat in deze periode een beperkte of geen N-opname door het gewas plaatsvindt en er tevens een neerslagoverschot is.

De intensiteit van de verschillende processen wordt in sterke mate bepaald door de aanvoer van N via de verschillende bronnen, de opname door het gras, grondsoort, weersomstandigheden en waterhuishouding. Het scheuren van grasland kan ook een groot effect hebben op de verschillende omzettingsprocessen.

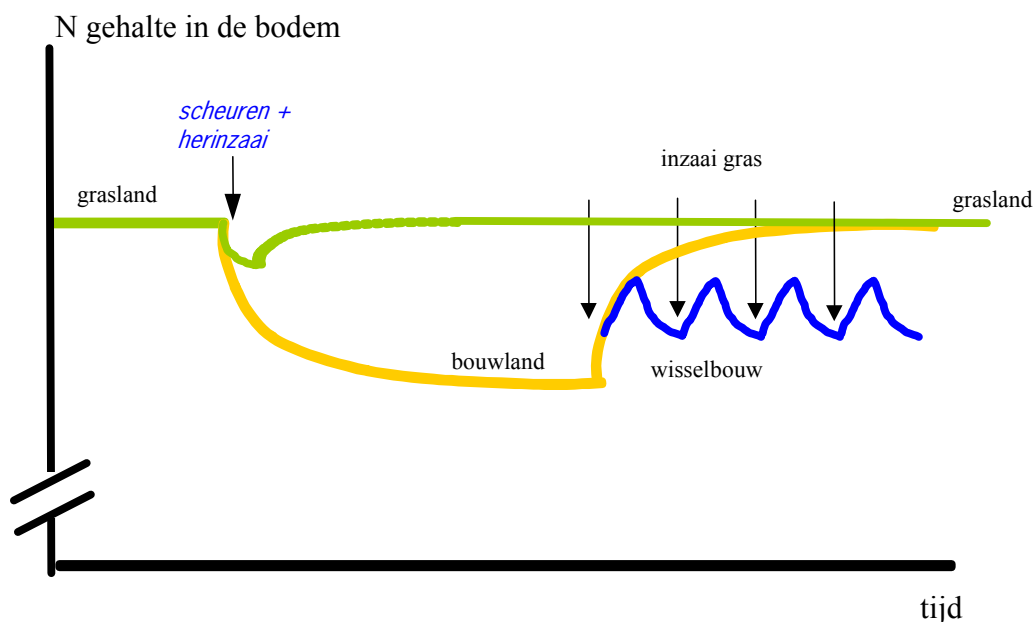
### **2.5.2 Effect van scheuren van grasland op N-processen**

In figuur 2.1 wordt schematisch het verloop van het organische N gehalte in de bodem weergegeven in grasland, bouwland en gescheurd grasland bij herinzaai en bij omzetten naar bouwland. Deze schematische weergave wordt bevestigd door resultaten uit studies van Jenkinson (1988), Johnston (1986) en Vertès et al. (2001). Na (her)inzaai van grasland accumuleert organische N door het afsterven van wortels en stoppels en de aanvoer van organische mest. Bij het omzetten van grasland in bouwland zal de hoeveelheid N in de bodem afnemen, doordat de N-mineralisatie hoger is dan de N-ophoping. Deze afname gaat door, totdat er een evenwichtsituatie

voor bouwland is bereikt. Bij wisselbouw neemt de bodemvoorraad van organisch N in de graslandfase toe en in de bouwlandfase weer af. Het evenwichtsniveau ligt tussen dat van blijvend grasland en blijvend bouwland, hetgeen wordt bevestigd door de resultaten uit het veeljarige proefveld in Melle (Nevens et al., 2003). Er zijn geen gegevens over het organische N-gehalte van de bodem bij herinzaai. In de figuur wordt uitgegaan van een kleine afname, maar mogelijk heeft herinzaai amper een effect op het gehalte aan organische stof.

Na het scheuren van grasland accumuleert minerale N in de bodem, zowel bij herinzaai als bij wisselbouw. De ophoping is groter en duurt langer naarmate de periode tussen het scheuren en het telen van een nieuw gewas groter is en naarmate het volgewas minder N opneemt (Velthof en Oenema, 2001). De minerale N die in de bodem accumuleert is gevoelig voor verlies via uitspoeling en denitrificatie. Hoe groot dit verlies is en welke verliespost de belangrijkste rol speelt, is sterk afhankelijk van de grondsoort en hydrologie. In droge zandgronden zal nitraatuitspoeling de belangrijkste verliespost zijn en in klei- en veengronden denitrificatie.

Zoals hierboven is aangegeven, accumuleert minerale N in de bodem na het scheuren van grasland. Deze accumulatie vormt een risico voor uitspoeling. Een belangrijke vraag is waardoor de ophoping van minerale N na het scheuren van grasland wordt veroorzaakt. Er zijn verschillende factoren (en combinaties van factoren) die hierbij een rol kunnen spelen, i) het afsterven en onderploegen van wortels en stoppels, ii) grondbewerking, iii) mineralisatie uit bodem organische stof, iv) veranderingen in de immobilisatie en v) de N-opname door het volgewas.



Figuur 2.1. Schematische weergave van verloop van het gehalte aan organisch N in de bodem bij herinzaai van grasland en wisselbouw.



### ***i) Afsterven en onderploegen van stoppels en wortels***

De ondergewerkte levende gewasdelen (stoppels en wortels) sterven af na het scheuren en de extra mineralisatie van deze gewasresten leidt tot hogere gehalten aan minerale N. De hoeveelheid N in de stoppels van grasland bedraagt ongeveer 40 tot 80 kg N per ha en deze hoeveelheid neemt niet meer duidelijk toe in grasland ouder dan 5 jaar (Davies et al., 2001; Van Dijk et al., 1996; Whitehead et al., 1990). De levende wortels van grasland bevatten meer N dan de stoppels (tot meer dan 200 kg N per ha) en deze hoeveelheid neemt toe bij het ouder worden van grasland (Van Dijk et al., 1996; Eriksen en Jensen, 2001; Whitehead et al., 1990). De snelheid van deze toename neemt wel af in de tijd. Bij het scheuren van grasland wordt 100 tot 200 kg N per ha (afhankelijk leeftijd en beheer) als wortels en stoppels ondergewerkt. Een deel van deze gewasresten zal snel mineraliseren en een bijdrage leveren aan de ophoping van minerale N na het scheuren van grasland.

### ***ii) Grondbewerking***

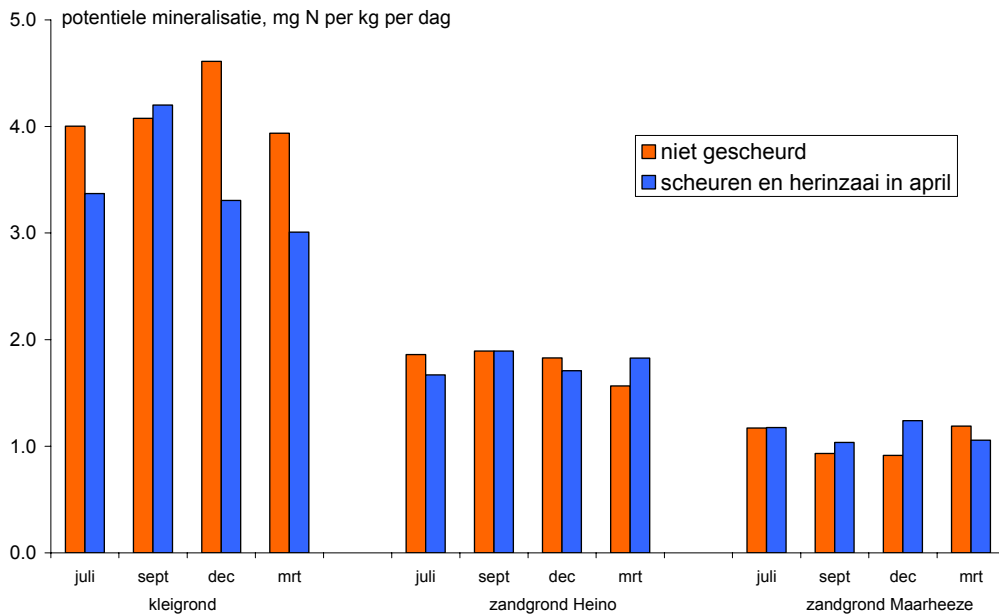
Door de grondbewerking kan er na scheuren meer zuurstof in de bodem dringen, waardoor de N-mineralisatie toeneemt. Uit een literatuurstudie van Velthof et al. (2002) en uit experimenteel onderzoek van Velthof en Hoving (2004) blijkt dat grondbewerking een beperkt tot geen effect heeft op de ophoping van minerale N na scheuren van grasland. In het onderzoek van Velthof en Hoving (2004; zie figuur 3.3) leidde doodspuiten van grasland tot een vergelijkbare ophoping van minerale N dan doodspuiten gecombineerd met ploegen.

### ***iii) Mineralisatie uit bodemorganische stof***

Uit onderzoek dat in het kader van programma 398-II is uitgevoerd, volgt dat er geen verschil bestaat in de potentiële N-mineralisatie<sup>1</sup> in gezeefde (2 mm) bodemmonsters uit gescheurd en niet-gescheurd grasland op zandgrond (figuur 2.2). Op kleigrond lijkt de potentiële mineralisatie op gescheurd grasland iets lager te zijn. Dit duidt er op dat scheuren van grasland geen groot effect heeft op de N-mineralisatie van de organische stof fractie kleiner dan 2 mm in gezeefde bodemmonsters. Ook in een studie van Bhogal et al. (2000) had scheuren geen duidelijk effect op de potentiële N-mineralisatie. In een studie van Patra et al. (1999) leidde scheuren en opnieuw inzaaien van grasland tot een lagere netto N-mineralisatie in 0–10 cm bodemlaag (via een veldmethode bepaald) in vergelijking tot niet scheuren. Het onderzoek met gezeefde grond geeft dus aan dat het scheuren en herinzaai van grasland geen groot effect heeft op de netto mineralisatie van de fractie organische stof in de bodem kleiner dan 2 mm. Of dit effect ook optreedt onder veldomstandigheden is niet bekend. Bij het omzetten van grasland naar bouwland mag verwacht worden dat deze N-mineralisatie in de tijd gaat afnemen, maar dit effect zal langzaam optreden en nog niet groot zijn in de eerste weken na scheuren.

---

<sup>1</sup> De potentiële mineralisatie is bepaald als de N-mineralisatie tijdens aërobe incubatie van grond in incubatiezakjes in het laboratorium bij 20 °C. De grondmonsters zijn eerst gedroogd bij 40 °C, gezeefd met 2 mm zeef en bij het incuberen weer bevochtigd tot veldcapaciteit.



Figuur 2.2. Potentiële N-mineralisatie van de 0-30 cm laag van grasland gescheurd in april en van niet-gescheurd grasland op drie locaties (Nij Bosma Zathe, Heino en Maarheeze) en drie tijdstippen (Velthof en Hoving, 2004).

#### ***iv) Veranderingen in de immobilisatie***

Het tijdelijk verwijderen van een gewas kan mogelijk leiden tot een verschuiving tussen immobilisatie en bruto mineralisatie, waardoor de netto mineralisatie groter wordt. In een studie van Velthof et al. (2000) was de N-mineralisatie in grond in incubatiezakjes een factor 1,1 tot 3,2 hoger dan de berekende N-mineralisatie in een potproef met gras. Een hogere N-immobilisatie in de wortelzone werd als mogelijke verklaring gegeven. Hetzelfde effect werd door Mengel et al. (1999) gevonden. Plantenwortels scheiden C-rijke organische verbindingen uit, waardoor de N-immobilisatie in de wortelzone toeneemt (Huntjes, 1971). Dit betekent dat het scheuren van grasland zou kunnen leiden tot een lagere immobilisatie en daardoor tot een hogere netto N-mineralisatie. Bij herinzaai zal de immobilisatie door uitscheiding van C-rijke verbindingen ook sterker zijn dan bij zaaien en poten van de meeste akkerbouwgewassen en maïs, omdat het wortelstelsel van deze gewassen veel minder dicht is dan die van grasland.

#### ***v) N-opname door het volggewas***

Het scheuren leidt er toe dat er gedurende een bepaalde periode geen of een beperkte hoeveelheid N wordt opgenomen door een gewas. In blijvend grasland is de mineralisatie zeer hoog (zie paragraaf 2.5.1). Het stopleggen van de N-opname door een gewas, terwijl de hoge mineralisatie doorgaat, leidt tot ophoping van minerale N. Dit wordt versterkt door N-mineralisatie uit wortels en stoppels en een mogelijke lagere immobilisatie (en hogere netto N-mineralisatie). Er kunnen verschillende fasen worden onderscheiden. In de periode tussen doodspuiten en herinzaai of zaaien/planten van het volggewas is er totaal geen N-opname door een gewas. Deze periode duurt enkele weken (scheuren voorjaar) tot enkele maanden (scheuren najaar). De periode tussen herinzaai of zaaien/planten van het volggewas en een gewas die het veld volledig dekt (met hoge N-opname) duurt enkele weken (scheuren

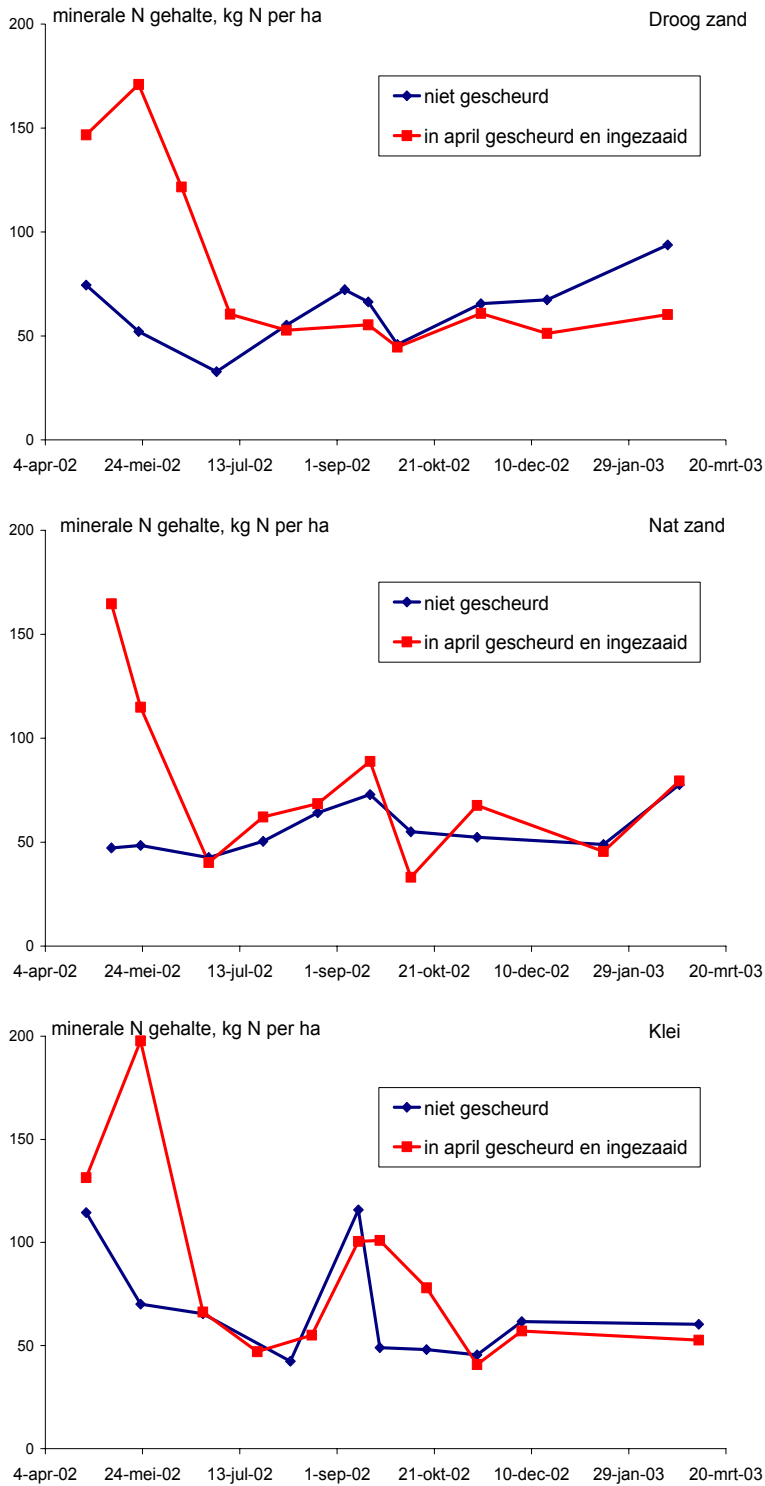
voorjaar) tot enkele maanden (scheuren najaar). Daarna volgt de periode dat het gewas het veld volledig dekt en een hoge N-opname heeft.

Er bestaat een groot verschil in N-opname tussen ingezaaid grasland en snijmaïs en akkerbouwgewassen. Bij ingezaaid grasland wordt veel N vastgelegd in de wortels en stoppels. Uit metingen op Cranendonk in 1994 en 1995 blijkt dat ongeveer 120 kg N per ha in de eerste drie maanden na inzaaien in maart wordt vastgelegd in wortels en stoppels (ongepubliceerde meetresultaten Baan Hofman). Na zes maanden bedroeg dit zo'n 170 kg N per ha. Mogelijk wordt ook nog een deel van de N geïmmobiliseerd in de wortelzone. Hierboven komt de N-opname door het oogstbare deel van grasland. Dit alles resulteert in een hoge N-opnamecapaciteit (en N-behoefte) van grasland. Bij het omzetten van grasland naar bouwland in het voorjaar vindt een veel hogere ophoping van minerale N plaats, die ook veel langer duurt dan bij herinzaai van grasland in het voorjaar. Dit wordt bijvoorbeeld gevonden in het proefveld in Melle, België (Bommelé, persoonlijke mededeling). Ook uit het onderzoek van Velthof en Hoving (figuur 2.3) blijkt dat scheuren en herinzaai in april leidt tot een tijdelijke extra ophoping van minerale N van maximaal 100-125 kg per ha gedurende enkele weken. De N-opname van grasland loopt ook veel langer door (tot in oktober) dan die van maïs en de meeste akkerbouwgewassen (tot in augustus).

Op basis van bovenstaande wordt de volgende hypothese geformuleerd. De ophoping van minerale N na het scheuren van grasland treedt voornamelijk op door

- i) een beperkte N-opname door een gewas gedurende enkele weken tot enkele maanden;
- ii) een hoge N-mineralisatie van de bodem organische stof, mogelijk nog versterkt door een lagere immobilisatie omdat er geen gewas aanwezig is;
- iii) extra mineralisatie door de ondergewerkte wortels en stoppels.

Bij aanpassing van bemesting van het volggewas op basis van een bodemanalyse moet rekening worden gehouden met de N-opname en -vastlegging in wortels, stoppels en wortelzone in grasland. De N-behoefte van nieuw ingezaaid grasland is daardoor veel hoger dan bij andere gewassen.



Figuur 2.3 Effect van scheuren van grasland (in april) op de minerale N-gehalten in de 0-90 cm laag van grasland bij een kunstmestgift van 300 kg N per ha per jaar. De leeftijd van de zode is respectievelijk 8 jaar voor de klei (Ny Bosma Zathe), 10 jaar voor nat zand (Heino) en 6 jaar voor droog zand (Maarbeeze). Resultaten uit onderzoek van Velthof en Hoving (2004; in voorbereiding).

### **3 Effect van tijdstip van scheuren op N-mineralisatie en -uitspoeling**

*G.L. Velthof (Alterra), J.G. Conijn (PRI), H.F.M Aarts (PRI), C. van der Salm (Alterra), J.C. Voogd (Alterra), P. Groenendijk (Alterra) en I.E. Hoving (P-ASG)*

#### **3.1 Inleiding**

Nederland is in het kader van de implementatie van de Nitraatrichtlijn met de Europese Commissie overeengekomen dat het scheuren van grasland op zand- en lössgrond alleen is toegestaan in het voorjaar. In het kader van de aanpassing van het Besluit gebruik meststoffen (Bgm) moet het ministerie van LNV het begrip “voorjaar” concreet afbakenen. Hiertoe is kwantitatieve informatie nodig over het risico op N-uitspoeling na het scheuren van grasland op verschillende tijdstippen. Op verzoek van het ministerie van LNV zijn verschillende studies uitgevoerd naar de effecten van tijdstip van scheuren van grasland op N-uitspoeling. Het betreft:

- Experimenteel onderzoek en een literatuur- en deskstudie. Deze studies zijn deels eerder gerapporteerd door Velthof en Oenema (2001), Velthof (2004) en Aarts en Velthof (2004).
- Modelberekeningen met het model ANIMO naar het effect van het tijdstip van scheuren van grasland op verschillende grondsoorten op het risico op N-uitspoeling.

In paragraaf 3.2 wordt ingegaan op resultaten van experimenteel onderzoek, in paragraaf 3.3 op gegevens uit de literatuur en in paragraaf 3.4 op modelberekeningen. In paragraaf 3.5 wordt ingegaan op de bevindingen in de praktijk met betrekking tot tijdstip van scheuren en in paragraaf 3.6 worden conclusies en aanbevelingen voor beleid en onderzoek gegeven.

#### **3.2 Experimenteel onderzoek**

##### **3.2.1 Scheuren in voorjaar**

Uit experimenteel onderzoek van Hoving et al. (2003) en Velthof en Hoving (2004; in voorbereiding) blijkt dat het doodspuiten en scheuren van grasland in april 2002 leidde tot een tijdelijke ophoping van minerale N in de 0-90 cm laag tot ongeveer eind juni in twee zandgronden en een kleigrond (figuur 2.3). De maximale ophoping aan minerale N ten opzichte van niet-gescheurd grasland bedroeg 100 kg N per ha in de twee zandgronden en 127 kg N per ha in de kleigrond. Aan het eind van het groeiseizoen was er geen duidelijk verschil in de hoeveelheid minerale N in de bodem tussen niet-gescheurd grasland en in het voorjaar gescheurd grasland op zandgrond (figuur 3.1). De tijdelijke ophoping van minerale N na het scheuren heeft dus niet geleid tot meer nitraatuitspoeling naar diepere bodemlagen. In de kleigrond was in september het minerale N-gehalte van het in april gescheurde grasland hoger dan

niet-gescheurd grasland en dit verschil verdween in oktober (figuur 3.1). De afname van de opgehoopte minerale N in het groeiseizoen wordt grotendeels veroorzaakt door N-opname door het gewas (wortels, stoppels en oogstbare delen). Daarnaast zal er N verloren zijn gegaan via denitrificatie, zoals de lachgasmetingen op de betreffende locaties laten zien (Dolfing *et al.*, 2004).

Ook in onderzoek dat in de jaren '90 op zandgrond in Cranendonk is uitgevoerd, blijkt dat het scheuren van grasland in april leidt tot een tijdelijke verhoging van het gehalte aan minerale N in de bodem in mei (tot ongeveer 100 kg N per ha). Ook in deze studie was in de herfst (oktober) het gehalte aan minerale N in grasland dat in het voorjaar is gescheurd gelijk aan die van het niet-gescheurde grasland. Dit onderzoek is niet gerapporteerd; een deel van de resultaten worden gegeven in een bijlage van het rapport van Velthof (2004).

Zoals in paragraaf 2.5.3 is aangegeven heeft ingezaaid grasland een hoge N-opnamecapaciteit (en N-behoefte) en bestaat er een beperkt risico op N-uitspoeling, mits het gras meteen na scheuren in het voorjaar wordt ingezaaid en de herinzaai slaagt.

### **3.2.2 Scheuren van grasland in augustus en september**

In een proefveld op zandgrond in Cranendonk is in 1996 het effect onderzocht van scheuren van grasland in augustus op de hoeveelheid minerale N. Het gras werd begin augustus doodgespoten, op 14 augustus gescheurd en 15 augustus ingezaaid. De gehalten aan minerale N in dit onderzoek varieerden van 86 tot 164 kg N per ha in oktober. Ten opzichte van het niet-gescheurde grasland was de hoeveelheid minerale N 50 tot 130 kg N per ha hoger. In het onderzoek in 1995 leidde scheuren in april niet tot hogere gehalten aan minerale N in augustus. Dit onderzoek laat zien dat scheuren en inzaaien in augustus tot hogere gehalten aan minerale N in de herfst leidt ten opzichte van het scheuren in april. Er is daardoor een groter risico op nitraatuitspoeling bij het scheuren in de herfst. Dit onderzoek is niet gerapporteerd; een deel van de resultaten worden gegeven in een bijlage van het rapport van Velthof (2004).

In het onderzoek van Velthof en Hoving (2004; in voorbereiding) zijn verschillende methoden van graslandvernieuwing in het najaar 2002 toegepast:

- doodspuiten begin september en scheuren en herinzaai half september (S3);
- doodspuiten begin september, scheuren half september en herinzaai in voorjaar 2003 (S4);
- doodspuiten begin september en doorzaaien half september (S5).

De resultaten laten zien dat alle vormen van graslandvernieuwing in september leiden tot een verhoogde minerale N in de herfst ten opzichte van niet scheuren en scheuren in het voorjaar (figuur 3.1). Deze toename in minerale N-gehalten bedraagt 50 tot 80 kg N per ha in de 0-90 cm laag en was hoger in de twee zandgronden dan in de kleigrond.

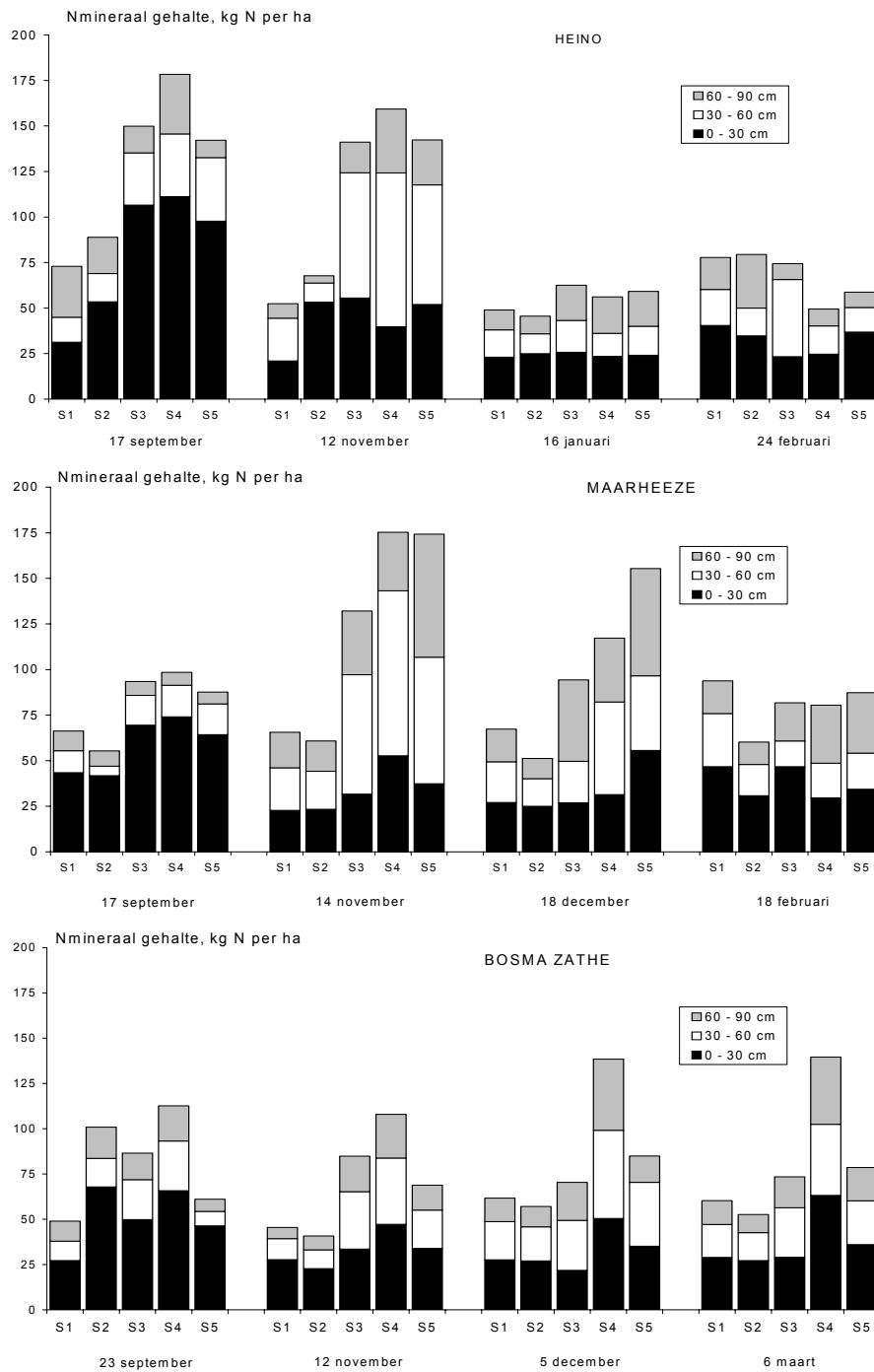


Figure 3.1. Minerale N gehalten in de herfst 2002 en de winter 2002/2003 voor zandgrond in Heino en Maarheeze en kleigrond in Bosma Zathe bij een kunstmestgift van 300 kg N per ha per jaar. De objecten waren (Velthof en Hoving, 2004): S1) niet-gescheurd, S2) gescheurd en herinzaai in april 2002, S3) gescheurd er herinzaai in september 2002, S4) gescheurd in september 2002 zonder herinzaai en S5) grasland doodgespoet en ingezaaid (zonder grondbewerking) in september 2002.

De nitraatconcentratie in bovenste grondwater is niet bepaald in het onderzoek uit figuur 3.1. Met behulp van de regressielijnen van het project Sturen op Nitraat is op basis van de gehalten aan minerale N uit november een schatting gemaakt van de te verwachten nitraatconcentraties in het bovenste grondwater (tabel 3.1). Deze indicatieve berekeningen geven aan dat het scheuren van grasland in september op deze zandgronden tot een toename van de nitraatconcentratie van ongeveer 25 mg per liter kan leiden ten opzichte van scheuren in april.

Tabel 3.1. Berekende nitraatconcentraties in het bovenste grondwater op basis van gehalten aan minerale N uit het onderzoek naar scheuren van grasland van Velthof en Hoving (figuur 3.3) en de regressie-formules die in het project Sturen op Nitraat zijn afgeleid<sup>1</sup>

Locatie	Berekende nitraatconcentratie, mg per l		
	niet-gescheurd	in april gescheurd	in september gescheurd
Heino	40	45	71
Maarheeze	58	56	80

<sup>1</sup>Uitgangspunten met betrekking tot de regressie modellen uit Sturen op Nitraat (Hack, persoonlijk mededeling):

Heino: bodemgroep Z2, Gt-groep 2 en regressiemodel:  $\text{NO}_3 = 22,9 + 0,65x \text{Nmin}_{\text{nitraat}}$

Maarheeze: bodemgroep Z3, Gt-groep 3 en regressiemodel:  $\text{NO}_3 = 36,4 + 0,65x \text{Nmin}_{\text{nitraat}}$

waarin  $\text{NO}_3$  de berekende nitraatconcentratie in het bovenste grondwater (in mg per l) en  $\text{Nmin}_{\text{nitraat}}$  het gemeten nitraatgehalte in de 0-90 cm laag van bodem (in kg N per ha).

### 3.3 Literatuur

In de wetenschappelijke literatuur is weinig informatie gevonden over het effect van tijdstip op uitspoeling. Adams en Jan (1999) hebben in Groot-Brittannië het effect bestudeerd van verschillende tijdstippen van scheuren en herinzaai (tabel 3.2). Dit is een studie waarin scheuren en inzaaien in augustus is vergeleken met september. Conclusies van het onderzoek van Adams en Jan (1999) dat op zware zavelgrond werd uitgevoerd zijn:

- hoe langer de periode tussen scheuren en inzaai, hoe hoger N-uitspoeling;
- in de situaties waarbij direct wordt ingezaaid na scheuren geldt dat de uitspoeling toeneemt in de volgorde augustus (10-31 kg N per ha) < september (15-41 kg N per ha) < oktober (61 – 93 kg N per ha). In het onderzoek is geen object zonder scheuren meegenomen.

Het scheuren zonder herinzaai leidde tot een hoge nitraatuitspoeling (tot meer dan 250 kg N per ha) in een studie van Davies et al. (2001). Scheuren en herinzaai resulteerde in veel lagere uitspoeling; 1-44 kg N per jaar afhankelijk van het jaar. In een studie in Nieuw Zeeland van Francis (1995) nam de nitraatuitspoeling af als klaver-grasland in het voorjaar werd gescheurd in plaats van het najaar. De afname bedroeg 8 tot 52 kg N ha per ha, afhankelijk van de hoeveelheid neerslag in de winter. Djurhuus en Olsen (1997) vonden voor klaver-grasland in Denemarken vergelijkbare resultaten. In een studie van Shepherd et al. (2001) in Engeland was de nitraatuitspoeling veel lager (en vergelijkbaar met niet-gescheurd grasland) bij scheuren en herinzaai in het voorjaar (< 10 kg N per ha) dan bij scheuren en herinzaai in het najaar (10- 173 kg N per ha).



Tabel 3.2. Effecten van tijdstip van scheuren en herinzaai van gras-klover op een zavelgrond op N-opname en uitspoeling. Resultaten van onderzoek in Groot-Brittannië van Adams en Jan (1999).

Maand van scheuren	Maand van herinzaai	1994-1995		1995-1996	
		N-opname	NO <sub>3</sub> -uitspoeling	N-opname	NO <sub>3</sub> -uitspoeling
		kg N ha <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>		kg N ha <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	
Augustus	Augustus	60	31	52	10
Augustus	September	66	54	38	15
Augustus	-	-	224	-	67
September	September	93	41	40	15
September	Oktober	24	128	36	54
September	-	-	223	-	84
Oktober	Oktober	44	93	44	61
Oktober	November	28	149	43	77
Oktober	-	-	238	-	116

### 3.4 Modelberekeningen

#### 3.4.1 Inleiding

Uit de vorige paragrafen volgt dat er zowel in Nederland als in het buitenland weinig experimentele gegevens beschikbaar zijn over het effect van tijdstip van scheuren op N-mineralisatie en –uitspoeling in de periode mei tot augustus. Om meer kwantitatief inzicht te krijgen in de effecten van tijdstip van scheuren van grasland op N-mineralisatie en –uitspoeling zijn modelberekeningen uitgevoerd. De invoergegevens voor deze berekeningen zijn gebaseerd op kennis die is opgedaan in de werkgroep rond graslandvernieuwing uit LNV-programma 398-II.

#### 3.4.2 Methode

De volgende aanpak is gekozen:

- Met het model ANIMO zijn de N-uitspoeling en N-mineralisatie berekend voor verschillende scenario's (zie hieronder). De N-opname door het nieuw ingezaaide gras bij verschillende tijdstippen van inzaai wordt opgelegd, aangezien het scheuren van grasland geen onderdeel is van het model ANIMO. De hoogte van de N-opbrengst in relatie tot de N-bemesting voor verschillende grondsoorten is ontleend aan de Werkgroep Onderbouwning Derogatie (WOD; Schröder et al., 2005). Bij de referentie is uitgegaan van een gewas met een redelijke opbrengst (gemiddelde van “suboptimaal” en “optimaal” in WOD). Met het model SWAP wordt de hydrologie berekend. Hierbij is in droge periodes tijdens het groeiseizoen berekening toegepast, zodat er geen vochttekort bij het gewas is opgetreden.
- Er zijn twee soorten gewasresten die beide aan ANIMO worden opgelegd: a) de ‘oude’ zode en b) plantenmateriaal van de ‘nieuwe’ zode dat door veroudering en afsterving en via verliezen bij de oogst in de bodem terechtkomt. Voor alle scenario's en alle grondsoorten wordt met betrekking tot de ‘oude’ zode uitgegaan van stoppelresten van 2700 kg droge stof per ha en 70 kg N per ha en wortelresten van 6000 kg droge stof en 102 kg N per ha. Er zijn geen variaties

aangebracht in hoeveelheid en samenstelling van de ‘oude’ zode (bijvoorbeeld het effect van leeftijd en management van het grasland op de hoeveelheid en afbreekbaarheid van organische N). In de praktijk zullen hierin verschillen bestaan, die ook een invloed hebben op de N-uitspoeling. De hoeveelheid organische N die via afgestorven plantendelen en oogstverliezen in de bodem terecht komt, is niet gelijk voor de verschillende scenario’s cq. grondsoorten, omdat de ontwikkeling van de ‘nieuwe’ zode en het niveau van de niet-geogste gewasresten verschilt tussen de scenario’s cq. grondsoorten.

- Er wordt met dierlijke mest en kunstmest bemest en het grasland wordt gemaaid en beweid (zowel in de objecten met scheuren als in het referentie-object met niet-gescheurd grasland). Het scheuren en herinzaai van grasland beïnvloedt het gebruik van dierlijke mest en het beweidingsregime. Dit effect op het management van de boer wordt in de berekeningen meegenomen. Er is voor elk scenario een inschatting gemaakt van de bemesting via kunstmest en dierlijke mest en van het beweidingsregime (tabel 3.4). Dit betekent dat het effect van tijdstip van scheuren op mineralisatie en uitspoeling is verstrengeld met het N-management. Na het scheuren van grasland is bij alle tijdstippen uitgegaan van een startgift van 30 kg N per ha (volgens het bemestingsadvies). Bij het scheuren in februari tot en met april wordt uitgegaan dat er geen snede is geogst en er dus nog geen bemesting heeft plaatsgevonden. Bij het scheuren vanaf mei wordt uitgegaan dat er één of meerdere snedes zijn geogst en dat er al bemesting heeft plaatsgevonden.
- Er wordt uitgegaan van één methode van scheuren, waarbij de wortels en stoppels door de bodemlaag 0-30 cm worden gemengd.
- Voor zand-, klei- en veengronden is de netto uitspoeling van nitraat uit de 0-50 cm laag naar de diepere lagen berekend. Bij klei- en veengronden is daarnaast de totale uitspoeling van N (nitraat, ammonium en organische N) berekend naar diepere bodemlagen en naar het oppervlaktewater (via drainage en oppervlakkige afspoeling). Bij de geselecteerde (droge) zandgrond treedt geen N-uitspoeling op naar het oppervlaktewater. De uitspoeling is berekend over de periode 1 januari in jaar 1 tot en met 31 maart van het daarop volgende jaar.
- De volgende berekeningen zijn uitgevoerd:
  - een referentie van niet-gescheurd grasland en 9 tijdstippen van doodspuiten: 1 februari, 1 maart etc. tot en met 1 oktober. Er is uitgegaan dat het doodspuiten van de ‘oude’ zode op de eerste dag van een maand plaatsvindt, ploegen en zaaien op de 10e en kieming op de 20e en dat 30 dagen na kieming (in totaal 50 dagen na doodspuiten) er weer een gesloten grasvegetatie aanwezig was. Bij alle tijdstippen is uitgegaan dat de herinzaai lukt. In de praktijk is de slagingskans afhankelijk van het tijdstip van herinzaai; in paragraaf 3.4.4 wordt hier op in gegaan.
  - grondsoorten: zand, klei en veen (tabel 3.3). Voor deze drie grondsoorten is een STONE-plot (i.e. specifieke combinatie gewas-grondsoort-grondwatertrap) geselecteerd, waarvan wordt verondersteld dat deze representatief is voor de betreffende grondsoort. Er moet nadrukkelijk worden vermeld dat het om één specifieke STONE-plot gaat en het niet een gemiddelde voor geheel Nederland betreft. Er is géén lössgrond meegenomen, omdat deze grondsoort onvoldoende is beschreven in

ANIMO. Er wordt op basis van de zandgrond een kwalitatieve inschatting van de effecten op lössgrond gegeven.

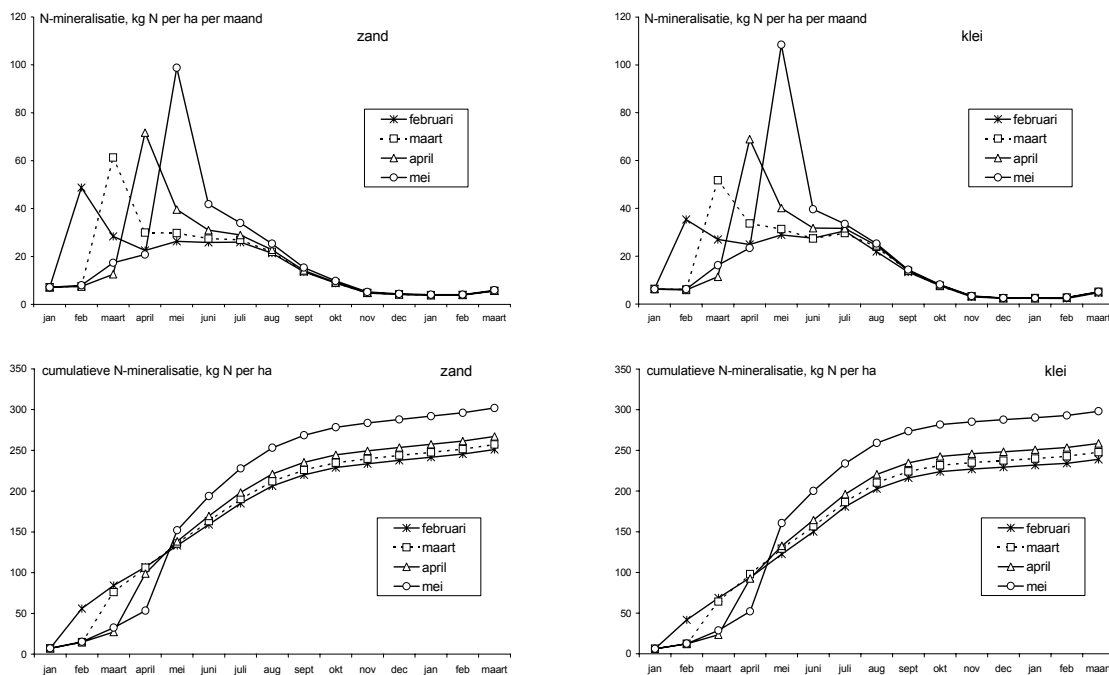
Tabel 3.3. Gemiddeld hoogste (GHG), laagste (GLG) en gemiddelde grondwaterstand en de grondwatertrap (GT) voor de drie grondsoorten.

Grondsoort	GHG,	GLG	Gem.gwst.	GT
Zand	-75	-181	-93	VI
Veen	-20	-114	-36	III
Klei	-57	-117	-67	IV

- 15 weerjaren (1986 t/m 2000): het gemiddelde en bandbreedte van de uitspoeling en de mineralisatie worden weergegeven.
- met en zonder gras als volggewas (dus herinzaai en braak). De gegevens zonder gras geven een indruk van de N die vrijkomt na scheuren als er een akkerbouwgewas wordt geteeld. Deze gegevens worden gebruikt in het hoofdstuk 4 over N-behoefte gewassen. De berekeningen zonder gewas zijn alleen uitgevoerd voor de voor wisselbouw relevante grondsoorten en scheurtijdstippen: zand en klei en voor de scheurtijdstippen februari, maart, april en mei.
- Er is uitgegaan van een atmosferische depositie van 24 kg N per ha voor zand, 32 voor klei en 31 voor veen. Deze gegevens zijn uit STONE overgenomen en behoren tot de geselecteerde STONE-plots.

### 3.4.3 Mineralisatie

De berekende N-mineralisatie bedraagt ongeveer 240 kg N per ha per jaar (januari tot en met december) bij het scheuren van onbemest grasland in februari, maart en april en 280 kg N per ha per jaar bij scheuren in mei van grasland dat in maart bemest is met dierlijke mest (figuur 3.2). De hogere N-mineralisatie bij scheuren in mei dan in maart wordt grotendeels veroorzaakt doordat bij scheuren in mei bemesting met dierlijke mest heeft plaatsgevonden. De hoge piek in N-mineralisatie in mei wordt daarnaast veroorzaakt door de hoge temperatuur. De verschillen in de berekende N-mineralisatie tussen de zand- en kleigrond zijn klein. Deze resultaten vallen binnen de range van resultaten van gemeten en berekende N-mineralisatie tijdens het eerste jaar na scheuren die in de literatuur zijn gevonden: 127 tot 400 kg N per ha per jaar (bijlage 2). Deze grote variatie in N-mineralisatie tussen verschillende studies wordt veroorzaakt door grondsoort, management, leeftijd van zode, maar ook door verschillen in de methode waarmee de mineralisatie is gemeten of berekend.



Figuur 3.2. Berekende gemiddelde (15 weerjaren) maandelijkse en cumulatieve N-mineralisatie na het scheuren van grasland op zand- en kleigrond op 10 februari, 10 maart, 10 april en 10 mei zonder volggewas (braak). Bij het scheuren in februari tot en met april wordt uitgegaan van onbemest grasland en bij het scheuren in mei van grasland waarvan één snede is geoogst en bemest met onder andere dierlijke mest.

### 3.4.4 N-uitspoeling bij graslandvernieuwing

#### Zandgrond

In figuur 3.3 staat de berekende nitraatuitspoeling bij de verschillende scheurtijdstippen weergegeven. De belangrijkste resultaten zijn:

- Scheuren in de periode februari tot en met april leidt niet tot een verhoogd risico op nitraatuitspoeling ten opzichte van niet-gescheurd grasland.
- Vanaf mei neemt het risico op nitraatuitspoeling toe. Ook de spreiding neemt toe. Het verschil tussen mei en april zal grotendeels veroorzaakt worden door het verschil in N-aanvoer via bemesting (tabel 3.4); in mei wordt nog een snede geoogst (waarvoor in maart bemest is) en in april niet. Het verschil tussen mei en maart wordt grotendeels veroorzaakt door het verschil in N-opbrengst (tabel 3.4). Bij scheuren in mei is aangenomen dat er twee snedes worden gemist en bij het scheuren in maart is aangenomen dat er één snede wordt gemist. Dit heeft een groot effect op de opbrengst. Bij het scheuren in mei is er geen sluitend gewas aanwezig gedurende de meest groeijsame periode in het jaar.
- De grootste uitspoeling treedt op bij het scheuren in juli. Hierbij moet worden opgemerkt dat naarmate later in het jaar wordt gescheurd (vanaf augustus) er minder organische N wordt afgebroken volgens de modelberekeningen (door de lage temperatuur in herfst en winter). Er vindt dus accumulatie van organische N

plaats bij scheuren in het najaar ten opzichte van scheuren in juli volgens het model. Deze organische N zal grotendeels in het volgende jaar worden afgebroken als de temperatuur weer toeneemt. Of deze extra mineralisatie leidt tot een hogere N-uitspoeling in het tweede jaar is afhankelijk van de bemesting en beweiding in dat jaar.

De modelresultaten voor april (geen verhoging van het risico op uitspoeling) en september (wel verhoging van het risico op uitspoeling) komen overeen met de meetresultaten van de proefvelden in Heino en Maarheeze (figuur 3.1).

### **Kleigrond**

De nitraatuitspoeling uit de 0-50 cm laag van kleigrond is veel lager dan die van zandgrond en de effecten van scheuren op nitraatuitspoeling zijn nagenoeg afwezig (figuur 3.4). De reden voor de lage uitspoeling op kleigrond is denitrificatie. De berekende denitrificatie bedraagt 190 tot meer dan 300 kg N per ha en heeft in het model een sterk nivellerend effect op de nitraatuitspoeling.

In figuur 3.5 wordt de totale N-uitspoeling (ammonium, nitraat en organische N) naar grond- en oppervlaktewater weergegeven. Uit deze figuur blijkt dat het scheuren van grasland alleen in oktober tot een duidelijke toename in de uitspoeling van totaal N leidt ten opzichte van niet-gescheurd grasland. Net zoals bij zand wordt er minder organische N afgebroken naarmate er later wordt gescheurd; deze N zal deels in het volgende jaar worden afgebroken. Ook neemt de nitraatvoorraad in de bodemlaag 0-50 cm toe ten opzichte van de referentie (maximaal 12 kg N per ha in het oktober scenario). Door zowel de ophoping van organische N als nitraat tijdens de winter zou een hogere uitspoeling kunnen optreden in het volgende uitspoelingsseizoen.

Er zijn geen meetdata voor kleigronden om de uitspoeling van totaal N na het scheuren van grasland te verifiëren. De lagere berekende nitraatuitspoeling uit de 0-50 cm laag uit klei dan uit zand (figuren 3.5 en 3.6) ligt in lijn met de gemeten gehalten aan minerale N uit figuur 3.3. In het project DOVE-klei zijn de nitraatconcentraties in het grondwater van niet-gescheurd grasland op kleigrond zeer laag (< 1 mg NO<sub>3</sub> per liter; Van der Salm, persoonlijke mededelingen). Dit duidt op een hoge denitrificatie. Metingen uit het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) laten ook lage nitraatconcentraties in het drainwater van kleigrond zien (Fraters et al., 2004).

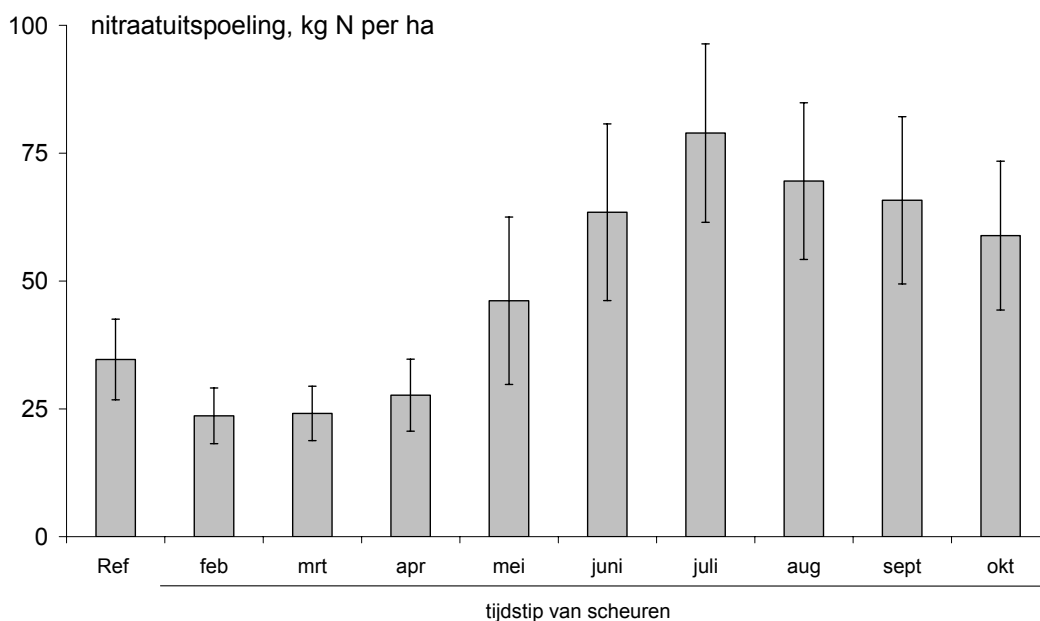
Tabel 3.4. N-aanvoer via kunstmest, drijfmest en weidemest en de totale N-opname (inclusief niet oogtbare delen) door het gewas voor de verschillende scheurobjecten in het jaar waarin gescheurd werd (Referentie betekent niet gescheurd grasland). Bemesting voor eerste snede in jaar 2 staat als voetnoot gegeven.

Grondsoort	Scheurtijdstip	kunstmest	drijfmest	weidemest	totaal	Totale N-opname
Zandgrond <sup>1</sup>	Referentie	134	105	110	349	539
	1-feb	87	52	74	213	454
	1-mrt	87	52	74	213	438
	1-apr	82	0	55	137	379
	1-mei	108	52	55	215	365
	1-jun	125	52	55	233	400
	1-jul	132	105	55	291	451
	1-aug	142	105	74	320	515
	1-sep	154	105	92	351	545
	1-okt	164	105	110	379	560
Kleigrond <sup>2</sup>	Referentie	310	133	110	553	639
	1-feb	165	67	74	305	527
	1-mrt	165	67	74	305	473
	1-apr	132	0	55	188	407
	1-mei	198	67	55	320	378
	1-jun	237	67	55	358	413
	1-jul	263	133	55	450	485
	1-aug	293	133	74	500	579
	1-sep	320	133	92	545	642
	1-okt	340	133	110	583	665
Veengrond <sup>3</sup>	Referentie	208	118	110	436	630
	1-feb	120	59	74	252	518
	1-mrt	120	59	74	252	469
	1-apr	103	0	55	159	401
	1-mei	146	59	55	260	375
	1-jun	172	59	55	286	415
	1-jul	187	118	55	360	491
	1-aug	206	118	74	397	576
	1-sep	224	118	92	434	634
	1-okt	238	118	110	466	656

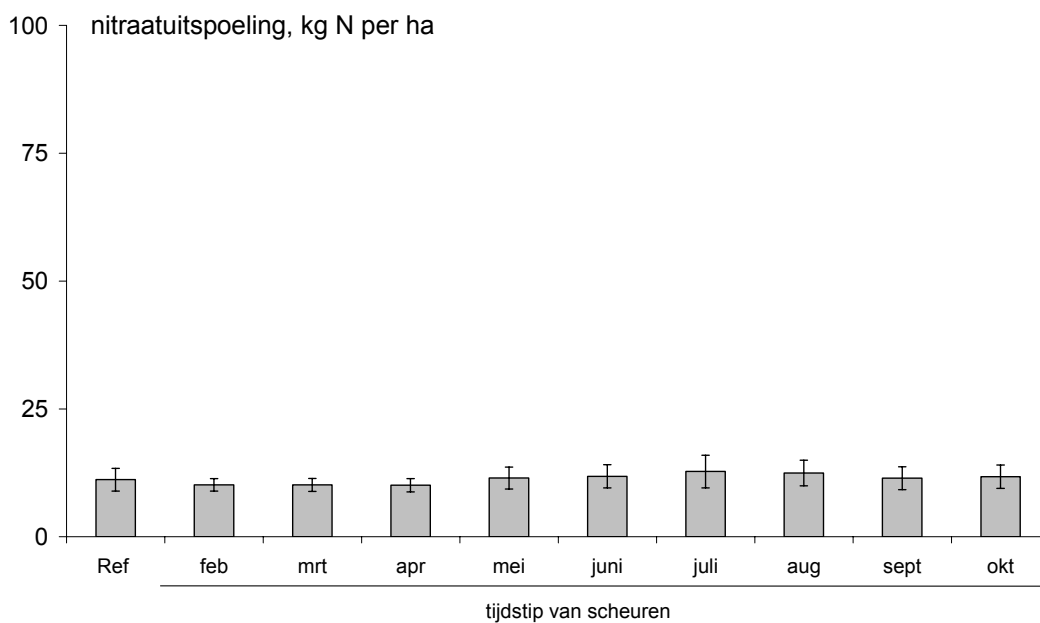
<sup>1</sup>Bemesting op 1 maart van het tweede jaar voor alle objecten: 50 kg N ha<sup>-1</sup> kunstmest en 52 kg N ha<sup>-1</sup> dierlijke mest.

<sup>2</sup>Bemesting op 1 maart van het tweede jaar voor alle objecten: 113 kg N ha<sup>-1</sup> kunstmest en 67 kg N ha<sup>-1</sup> dierlijke mest.

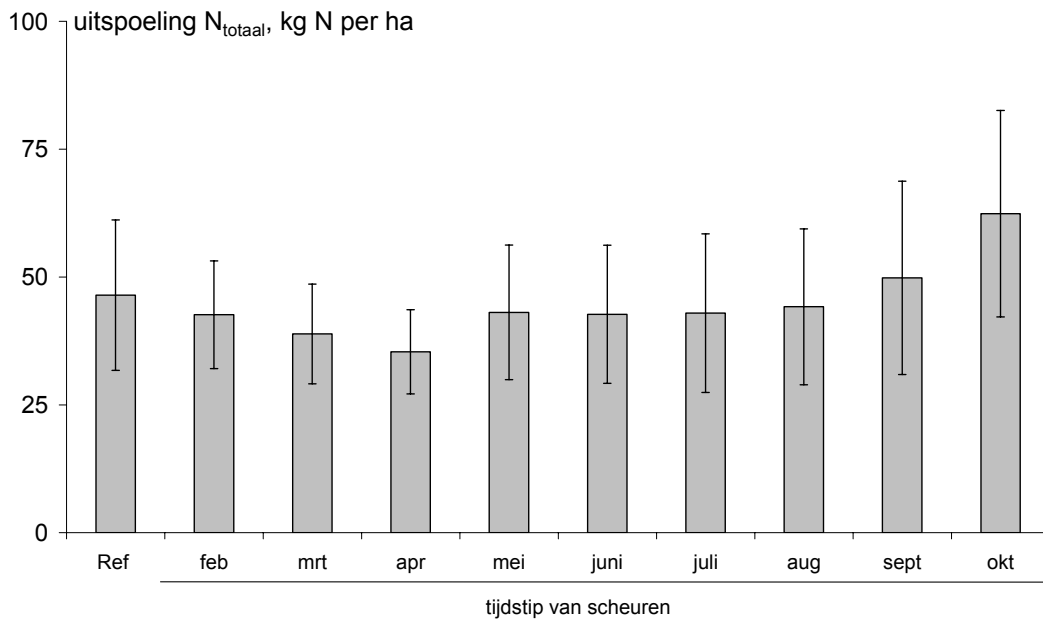
<sup>3</sup>Bemesting op 1 maart van het tweede jaar voor alle objecten: 76 kg N ha<sup>-1</sup> kunstmest en 59 kg N ha<sup>-1</sup> dierlijke mest.



Figuur 3.3. Berekende nitraatuitspoeling in kg N per ha in de periode tussen januari<sub>jaar1</sub> tot en met maart<sub>jaar2</sub> uit de 0-50 cm laag van grasland op zandgrond bij verschillende scheurvarianten. Ref is niet-gescheurd, de scheurtijdstippen waren 10 februari tot en met 10 oktober; gemiddelde en standaarddeviatie voor 15 weerjaren (1986 t/m 2000).



Figuur 3.4. Berekende nitraatuitspoeling in kg N per ha in de periode tussen januari<sub>jaar1</sub> tot en met maart<sub>jaar2</sub> uit de 0-50 cm laag van grasland op kleigrond bij verschillende scheurvarianten. Ref is niet-gescheurd, de scheurtijdstippen waren 10 februari tot en met 10 oktober; gemiddelde en standaarddeviatie voor 15 weerjaren (1986 t/m 2000).

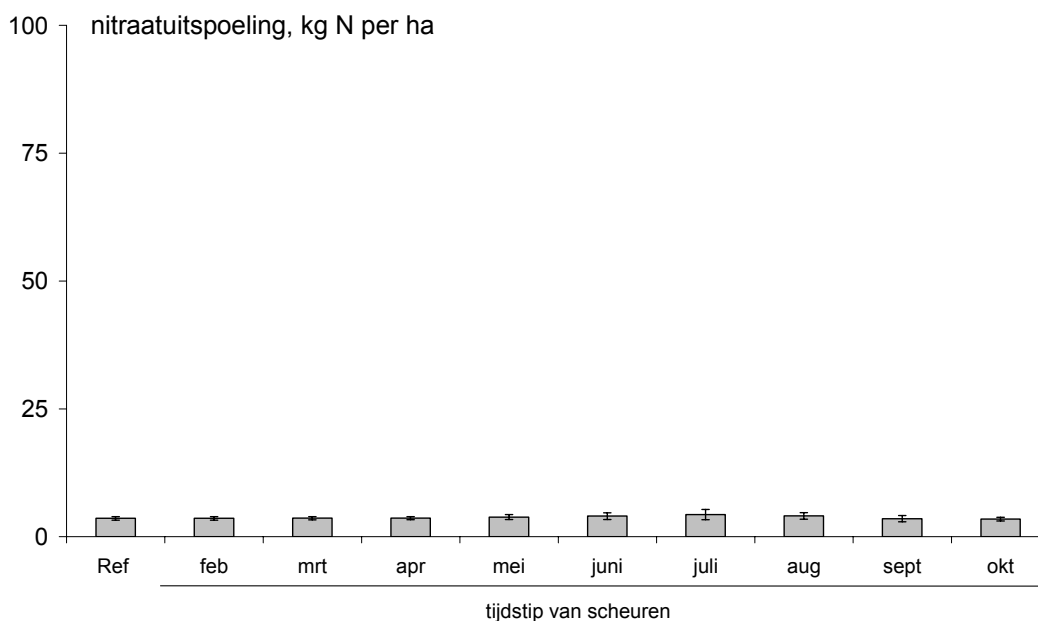


Figuur 3.5. Berekende uitspoeling van totaal N (ammonium + nitraat + organische N) in kg N per ha in de periode tussen januari<sub>jaar1</sub> tot en met maart<sub>jaar2</sub> naar grondwater (uit de 0-50 cm laag) en oppervlaktewater (via drainage en runoff) van grasland op kleigrond bij verschillende scheurvarianten. Ref is niet-gescheurd, de scheurtijdstippen waren 10 februari tot en met 10 oktober; gemiddelde en standaarddeviatie voor 15 weerjaren (1986 t/m 2000).

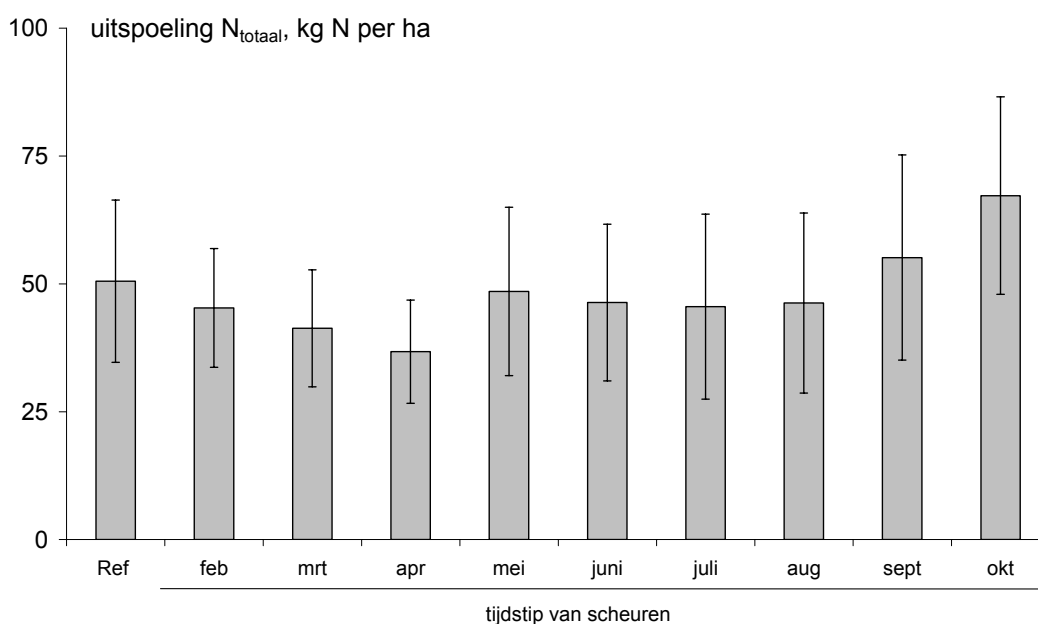
### **Veengrond**

De resultaten voor veengrond lijken op die van kleigrond. Ook in veengrond zijn de denitrificatieverliezen groot (meer dan 100 kg N per ha), waardoor de nitraatuitspoeling naar diepere lagen klein is (figuur 3.6). De uitspoeling van totaal N is vergelijkbaar voor veen- en kleigrond (figuren 3.7 en 3.9). Scheuren in de periode februari tot en met augustus leidt niet tot een verhoging van de uitspoeling van totaal N (figuur 3.9). Scheuren in september en met name oktober leidt tot een verhoging van het risico op uitspoeling van totaal N ten opzichte van niet scheuren. Er zijn geen meetresultaten beschikbaar om de modelberekeningen voor veengrond te verifiëren. Metingen van nitraatconcentraties in het grondwater van veengronden op verschillende tijdstippen in het jaar later lage concentraties zien, zoals in de projecten DOVE-veen en Boer Spruijt (De Vos, persoonlijke mededeling). Ook de metingen uit het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) laten lage nitraatconcentraties in het grondwater van veengrond zien (Fraters et al., 2004).





Figuur 3.6. Berekende nitraatuitspoeling in kg N per ha in de periode tussen januari<sub>jaar1</sub> tot en met maart<sub>jaar2</sub> uit de 0-50 cm laag van grasland op veengrond bij verschillende scheurvarianten. Ref is niet-gescheurd, de scheurtijdstippen waren 10 februari tot en met 10 oktober; gemiddelde en standaarddeviatie voor 15 weerjaren (1986 t/m 2000).



Figuur 3.7. Berekende uitspoeling van totaal N (ammonium + nitraat + organische N) in kg N per ha in de periode tussen januari<sub>jaar1</sub> tot en met maart<sub>jaar2</sub> naar grondwater (uit de 0-50 cm laag) en oppervlaktewater (via drainage en runoff) van grasland op veengrond bij verschillende scheurvarianten. Ref is niet-gescheurd, de scheurtijdstippen waren 10 februari tot en met 10 oktober; gemiddelde en standaarddeviatie voor 15 weerjaren (1986 t/m 2000).

## Lössgrond

Voor lössgrond zijn geen modelberekeningen uitgevoerd. In de Evaluatie Meststoffenwet 2004 is geconcludeerd dat lössgronden gevoelig zijn voor nitraatuitspoeling naar het grondwater, maar minder dan de meest droge zandgronden (RIVM, 2004). Dit wordt met name veroorzaakt door een grotere kans op denitrificatie in de bovengrond van lössgronden dan in zandgrond, met name door verslemping en een hogere potentiële denitrificatie. Het patroon van het risico op nitraatuitspoeling na het scheuren van grasland zal voor lössgrond vergelijkbaar met die van droge zandgrond (zie figuur 3.3), maar de absolute hoeveelheid nitraat dat uitspoelt, is waarschijnlijk kleiner dan in de droge zandgronden. Dit geldt ook voor de nattere zandgronden. Er zijn vooralsnog geen redenen om lössgronden anders te behandelen dan zandgronden bij de afbakening van de periode waarin scheuren van grasland is toegestaan.

### 3.4.5 Discussie modelberekeningen

Bij de aannames en resultaten van de modelberekeningen kunnen verschillende kanttekeningen worden geplaatst:

- Voor de drie grondsoorten is elk één STONE-plot geselecteerd, waarvan wordt verondersteld dat deze representatief is voor de betreffende grondsoort. De berekeningen betreffen echter niet een gemiddelde voor geheel Nederland. In de praktijk zullen er grote verschillen bestaan in bodemsamenstelling, grondwatertrap en hydrologie binnen de grondsoorten. Dit beïnvloedt de uitspoeling na het scheuren van grasland. Deze effecten binnen grondsoorten zijn niet doorgerekend.
- In de berekeningen is uitgegaan van een zode met één bepaalde hoeveelheid organische N in de bodem en stoppels en een vastgestelde samenstelling en afbreekbaarheid. In de praktijk zullen hierin verschillen bestaan door onder andere effecten van leeftijd van het grasland, grondsoort en management. Dit leidt tot verschillen in N-mineralisatie na het scheuren van grasland en ook in verschillen in risico op nitraatuitspoeling.
- In de berekeningen is uitgegaan dat de referentie een gewas is met een redelijke opbrengst. In de praktijk wordt herinzaai meestal toegepast als het grasland in een slechte staat verkeert. De opbrengsten en N-benutting van “slecht” grasland zijn lager dan van grasland met een redelijke opbrengst en daardoor is het risico op N-uitspoeling hoger in “slecht” grasland. In de berekeningen zou, bij gelijke bemesting, het risico op N-uitspoeling van de referentie dus hoger zijn indien was uitgegaan van “slecht” grasland in plaats van grasland met een redelijke opbrengst. Of dit in de praktijk optreedt, is afhankelijk of een boer de N-bemesting vermindert als het grasland minder productief is.
- Er is verondersteld dat op alle tijdstippen de herinzaai lukt. Er is dus geen rekening gehouden met de slagingskansen van herinzaai, dat wil zeggen het realiseren van een homogene grasmat zonder onkruid. In het algemeen is door de lagere bodemtemperatuur de slagingskans in februari-maart kleiner dan in april-mei. Vanaf juni neemt de slagingskans weer af door een grotere kans op droogte.

In augustus en september neemt slagingskans weer toe, maar later in de nazomer (vanaf begin oktober) neemt de slagingskans weer af (lage temperatuur en weinig licht). Het kwantificeren van de slagingskans is sterk afhankelijk van weer en grondsoort en is niet in de modelberekeningen meegenomen. Het meenemen van de slagingskans zou waarschijnlijk leiden tot een hoger risico op uitspoeling bij herinzaai in februari tot en met maart, juni tot en met augustus en oktober ten opzichte van de uitgevoerde berekeningen.

- Uit de berekeningen volgt dat de nitraatuitspoeling afneemt naarmate er later in de nazomer/herfst wordt gescheurd. Hierbij moet worden opgemerkt dat er in de berekeningen meer organische N in de bodem aanwezig blijft naarmate er later in de zomer/herfst wordt gescheurd. Deze organische N breekt in de berekeningen niet af in de winter, maar kan als de temperatuur weer oploopt in het volgende jaar wel afbreken en mogelijk dan tot uitspoeling leiden. Ook is de hoeveelheid nitraat die in maart van het volgende jaar in de 0-50 cm bodemlaag aanwezig is hoger naarmate er later wordt gescheurd. Het onderzoek van Adams en Jan (1999; tabel 3.2) laat wel een toename in de nitraatuitspoeling zien naarmate er later in de herfst wordt gescheurd. De modeluitkomst dat de nitraatuitspoeling afneemt naarmate er later wordt gescheurd in de periode augustus – oktober moet dus met enig voorbehoud worden beschouwd.
- In de modelberekeningen leidt het scheuren op 1 mei tot een hogere nitraatuitspoeling ten opzichte van de referentie en scheuren in het voorjaar. Er zijn geen experimentele gegevens om dit te toetsen. De verhoging vanaf mei wordt in de berekeningen veroorzaakt door de hogere bemesting met dierlijke mest en weidemest (er is een snede geoogst) ten opzichte van april, en het feit dat er geen of een nog niet gesloten gewas staat gedurende de meest groeizame periode van het jaar (mei-juni). Er is uitgegaan dat bij scheuren in mei twee snedes worden gemist, terwijl bij scheuren in maart slechts een snede wordt gemist (tabel 3.4). Hierdoor is de N-opbrengst bij scheuren in mei lager dan bij scheuren in maart. Daarnaast is uitgegaan dat de referentie een gewas is met een redelijke opbrengst en de kans op slagen van herinzaai is niet meegenomen (deze is hoger in mei dan in februari-maart). Er wordt aanbevolen om experimenteel onderzoek uit te voeren naar de effecten van graslandvernieuwing in mei, nadat er een snede is geoogst, op de nitraatuitspoeling.

### **3.5 Bevindingen in Koeien en Kansen en bedrijfsleiders Praktijkcentra ASG**

In 2004 zijn tussentijdse beelden over mogelijke beperkingen ten aanzien van de periode van het scheuren van grasland voorgelegd aan een aantal deelnemers aan Koeien en Kansen door één op één keukentafelgesprekken (met H.F.M. Aarts van Plant Research International) en aan de groep als geheel tijdens de nazomerbijeenkomst. Ook zijn hierover vragen gesteld aan de bedrijfsleiders van de praktijkcentra van de Animal Science Group.

Het is aannemelijk dat zeker voor een aantal bedrijven najaarsinzaai niet meer wordt toegestaan. Er is bij de deelnemers aan Koeien en Kansen begrip voor het stellen van

voorwaarden aan het vernieuwen van grasland, maar ze gaan ervan uit dat er bij het formuleren ervan rekening wordt gehouden met bedrijfsbelangen. Met name de afhankelijkheid van grondsoort wordt benadrukt.

Op zandbedrijven is graslandvernieuwing een vast onderdeel van de bedrijfsvoering. Met name de drogere graslanden moeten regelmatig (ongeveer één keer per vijf jaar) worden vernieuwd om de grasmat voldoende productief te houden. De zandboeren waarmee is gesproken kunnen leven met een verbod op het scheuren van grasland in het najaar. Hun grond is ook in het voorjaar meestal gemakkelijk bewerkbaar. Wel wil men de mogelijkheid houden om in het voorjaar nog één snede te oogsten. Dit is sterk afhankelijk van de weersomstandigheden en van de vochtuithouding van de bodem. Drogere gronden kunnen in het vroege voorjaar eerder worden bewerkt en warmen sneller op wat gunstig is voor kieming van graszaad en voor grasgroei. Door eerst een snede te oogsten wordt herinzaai uitgesteld tot eind april - begin mei waardoor de kans op verdroging van het zaaibed groter is. Door verdroging wordt de kieming van graszaad vertraagd wat negatieve consequenties heeft voor de grasopbrengst en wat veronkruiding in de hand werkt. Op de nattere gronden daarentegen kan scheuren en herinzaai in het vroege voorjaar tot structuurschade leiden en kan het wel gewenst zijn om eerst een snede te oogsten. Bovendien is het risico op verdroging later in het voorjaar veel geringer. Bij wisselbouw hebben een aantal boeren (net als De Marke) een graangewas in de rotatie opgenomen. Na tijdelijk grasland volgt enige jaren maïs. Men heeft begrip voor het verplicht telen van een vanggewas na snijmaïs. Men ziet daarin ook geen praktische bezwaren. De bouwlandperiode in een wisselbouwrotatie wordt afgesloten met een graangewas, waaronder (dekvruchtbenadering) of waarna (augustus) gras wordt gezaaid ten behoeve van de nieuwe graslandfase.

Op klei- en veengrond wordt graslandvernieuwing niet gezien als iets wat in het algemeen onafwendbaar is (zoals op zandgrond) maar iets dat nodig kan zijn omdat door een samenloop van omstandigheden de zodekwaliteit sterk is verslechterd. Gemiddeld wordt er niet vaker dan één keer in de 15-20 jaar vernieuwd. Op deze gronden is inzaai in het voorjaar lastig en riskant, omdat de grond gemakkelijk uitdroogt (veen) of kluitig wordt (klei), waardoor de vochtvoorziening van het jonge gras gevaar loopt. Dat kan de herinzaai doen mislukken of tot een lage opbrengst leiden. Bij nat weer is er wel voldoende groei maar de jonge zode mist de draagkracht om te kunnen oogsten, zonder datgene teweeg te brengen dat men door herinzaai probeerde op te heffen (structuurbederf, spoorvorming). Te vroeg in het najaar inzaaien betekent dat er in de herfst nog een snede moet worden geoogst, terwijl de draagkracht van de jonge zode en de weersomstandigheden dat onmogelijk kunnen maken. Op deze gronden is er een grote voorkeur voor inzaai in de eerste helft van september. Er is dan nog voldoende groei voor een goede zodevorming, waardoor de opbrengst in voorjaar hoog is en het land goed berijdbaar, en niet zoveel groei dat er nog voor de winter geoogst moet worden. Het doodspuiten van de oude zode gebeurt dan rond 15 augustus.

Bij biologisch landbouw is een goede N-benutting erg belangrijk vanwege de relatief beperkte bemestingsmogelijkheden. Daarom wordt grasland bij voorkeur in het

voorjaar gescheurd. Dit past binnen de beleidsvoornemens om scheuren van grasland op zandgrond tot het voorjaar te beperken. Grasland wordt vaak in rotatie met akkerbouw- en of voedergewassen geteeld voor het introduceren van klaver in een graszode. Inzaai van gras/klaver op een gescheurde zode geeft vaak een slechte opkomst en ontwikkeling van klaver door een te N-rijk milieu als gevolg van de afbraak van de oude zode. Op biologische melkveebedrijven bestaat een rotatie meestal uit gras/klaver, gevolgd door snijmaïs, triticale en vervolgens weer gras/klaver. Vroeg in het voorjaar (eind maart /begin april) wordt het grasland gefreesd om de vrijkomende N uit de oude zode op tijd beschikbaar te stellen voor de beginontwikkeling van de snijmaïs. Vervolgens wordt maïs in mei gezaaid, waarbij de tussenliggende periode wordt gebruikt voor onkruidbestrijding door het creëren van een vals zaaibed. Het oogsten van een eerste snede voor scheuren heeft hierbij meer na- dan voordelen, namelijk i) het levert slechts een lichte snede op door een relatief laag bemestingsniveau en een relatief vroege oogst in verband met het geplande volggewas, ii) N komt voor de volgteelt later beschikbaar, waardoor een startgift gegeven moet worden, iii) het risico op een N-overschot in het najaar is groter en iv) door later te scheuren vermindert de gelegenheid voor het maken van een vals zaaibed waardoor het risico op veronkruiding groter is.

### 3.6 Conclusies

In deze paragraaf worden per grondsoort de belangrijkste conclusies over de effecten van tijdstip van scheuren op grasland op het risico op nitraatuitspoeling bij herinzaai gegeven.

Voor zandgrond:

- Scheuren en herinzaai in het vroege voorjaar (februari tot en met april) van grasland dat niet meer bemest is in het jaar van scheuren, leidt niet tot een duidelijke verhoging van het risico op nitraatuitspoeling ten opzichte van niet-gescheurd grasland met een redelijke opbrengst.
- Volgens de modelberekeningen leidt scheuren van grasland waarvan één of meerdere snedes is geoogst (in mei of later) en dat voor het scheuren met drijfmest bemest is én beweid is tot een verhoogd risico op nitraatuitspoeling ten opzichte van niet-gescheurd grasland met een redelijke opbrengst.
- Meetgegevens bevestigen het beeld dat scheuren in april niet leidt tot verhoogde nitraatuitspoeling en dat scheuren in augustus en september wel leidt tot een verhoogde nitraatuitspoeling. Meetgegevens over effecten van scheuren in de perioden februari t/m maart en mei t/m juli ontbreken, zodat de modeluitkomsten voor deze periode niet kunnen worden geverifieerd met meetresultaten.
- De slagingskans van herinzaai is in het algemeen het grootst in april-mei en in september. In andere delen van het jaar kunnen een lage of te hoge temperatuur, vochttekort en te weinig licht leiden tot problemen met kieming en groei, waardoor de kans op onkruiden en een heterogene graszode toeneemt.

- Op zandbedrijven is graslandvernieuwing een vast onderdeel van de bedrijfsvoering. Met name de drogere graslanden moeten regelmatig (ongeveer één keer per vijf jaar) worden vernieuwd om de grasmat voldoende productief te houden. Zandboeren kunnen leven met een verbod op het scheuren van grasland in het najaar, maar men wil de mogelijkheid houden om in het voorjaar nog één snede te oogsten. De voorjaarssnede is kwalitatief veruit de beste. Indien de grens van voorjaar rond half mei wordt gelegd dan is het oogsten van een snede meestal mogelijk (afhankelijk van het jaar) en zijn de risico's op nitraatuitspoeling ten opzichte van niet-gescheurd grasland beperkt.
- Vooralsnog zou de grens van voorjaar bij zandgronden halverwege mei gelegd kunnen worden, zodat het nog mogelijk is om een snede te oogsten. Dit zal het draagvlak bij de boeren verhogen. Het risico op uitspoeling bij scheuren in mei neemt iets toe volgens de modelberekeningen en het wordt daarom aanbevolen om experimenteel onderzoek te starten waarin de effecten van graslandvernieuwing in mei, nadat er een snede is geoogst, op de nitraatuitspoeling wordt gekwantificeerd. Als uit dit onderzoek blijkt dat het risico op uitspoeling bij scheuren in mei beperkt is dan kan het voorjaar in half of eind mei worden gehandhaafd. Als uit dit onderzoek echter blijkt dat scheuren in mei leidt tot een te hoge nitraatuitspoeling, dan zou bij de afbakening van het voorjaar de grens in april moeten worden gelegd.

#### Voor lössgronden:

- Er zijn geen berekeningen uitgevoerd voor lössgrond, maar op basis van het gedrag van nitraat in lössgronden en de uitspoelingsgevoeligheid van deze gronden zal het risico op nitraatuitspoeling na scheuren van grasland in lössgronden vergelijkbaar zijn met het risico op nattere zandgronden.
- Er zijn geen meetgegevens beschikbaar over de effecten van het scheuren van grasland op de nitraatuitspoeling uit lössgronden. Er wordt aanbevolen om experimenteel onderzoek uit te voeren op lössgronden, zodat de restricties die aan het scheuren van grasland op lössgrond worden gelegd op meetresultaten kunnen worden gebaseerd.

#### Voor klei- en veengronden:

- De berekende nitraatuitspoeling uit de 0-50 cm laag in veen- en kleigrond is klein, hetgeen door een hoge denitrificatie wordt veroorzaakt. Scheuren leidt daardoor niet tot een verhoogd risico op nitraatuitspoeling op veen- en kleigrond in het eerste uitspoelingseizoen na scheuren.
- Uit de berekeningen volgt dat het risico op uitspoeling van totaal N naar grond- en oppervlaktewater iets toeneemt bij scheuren in oktober. Er vindt in de winter wel ophoping van organisch N en nitraat plaats in de bovenste bodemlaag ten opzichte van niet scheuren. Scheuren in de periode februari-augustus leidt niet tot een verhoogd risico op uitspoeling van totaal N naar het oppervlaktewater.
- Er zijn geen meetgegevens om bovengenoemde modeluitkomsten voor veen en klei te verifiëren

- Op klei- en veengrond wordt graslandvernieuwing niet gezien als iets wat in het algemeen onafwendbaar is (zoals op zandgrond) maar iets dat nodig kan zijn omdat door een samenloop van omstandigheden de zodekwaliteit sterk is verslechterd. Vaak wordt graslandvernieuwing uitgevoerd omdat percelen worden veranderd, de waterhuishouding verbeterd, verzakkingen worden gecorrigeerd of aanliggende sloten worden uitgebaggerd. Gemiddeld wordt er niet vaker dan één keer in de 5-30 jaar vernieuwd.
- Op klei- en veengronden is inzaai in het voorjaar lastig en riskant, omdat de grond gemakkelijk uitdroogt (veen) of kluiterig wordt (klei), waardoor de vochtvoorziening van het jonge gras gevaar loopt. Te vroeg in het najaar inzaaien betekent dat er in de herfst nog een snede moet worden geoogst, terwijl de draagkracht van de jonge zode en de weersomstandigheden dat onmogelijk kunnen maken.
- Op klei- en veengronden bestaat er bij boeren een grote voorkeur voor inzaai in de eerste helft van september. Er is dan nog voldoende groei voor een goede zodevorming, waardoor de opbrengst in het voorjaar hoog is en het land goed berijdbaar, en niet zoveel groei dat er nog voor de winter geoogst moet worden. Het doodspuiten van de oude zode gebeurt dan rond 15 augustus.





## 4 Stikstofbehoefte gewassen

*Dekker P.H.M. (PPO), G.L. Velthof (Alterra), A.M. van Dam (PPO), W. van Dijk (PPO) en W.C.A. van Geel (PPO)*

### 4.1 Inleiding

Nederland is met de Europese Commissie in het kader van de implementatie van de Nitraatrichtlijn overeengekomen dat na het scheuren van grasland een N-behoefte gewas moet worden geteeld. Dit geldt voor alle grondsoorten en bedrijven. Dit gewas moet op basis van een bodemanalyse worden bemest (zie hoofdstuk 6). Een uitzondering wordt gemaakt voor bepaalde tuinbouwgewassen waarvan het uit oogpunt van vruchtwisseling voordelig is om na grasland geteeld te worden, zoals bepaalde bloembolgewassen (zie hoofdstuk 5).

In het kader van de aanpassing van het Besluit gebruik meststoffen (Bgm) heeft het ministerie van LNV gevraagd om een lijst met N-behoefte gewassen op te stellen. Het ministerie van LNV heeft de deze gewassen gedefinieerd als gewassen waarvan het bemestingsadvies (N<sub>2</sub> variant van de Werkgroep Onderbouwings Gebruiksnormen; Schröder et al., 2004) groter is dan de extra mineralisatie in gescheurd grasland ten opzichte van blijvend bouwland. In dit hoofdstuk wordt deze lijst opgesteld op basis van het bemestingsadvies, een schatting van mineralisatie in gescheurd grasland uit hoofdstuk 3 en die in blijvend bouwland (paragraaf 4.2). Daarnaast wordt nagegaan of er in gescheurd grasland voldoende N aanwezig is/komt, zodat het gewas voldoende N heeft in de beginfase en in de groeifase met de hoogste N-opnamesnelheid (paragraaf 4.3).

Het risico op nitraatuitspoeling bij de teelt van gewassen na het scheuren van grasland is niet in kaart gebracht. Dit risico wordt enerzijds bepaald door het risico op nitraatuitspoeling bij het opvolgen van het bemestingsadvies en anderzijds door het risico op nitraatuitspoeling door de extra mineralisatie uit het gescheurde grasland na de N-opname periode van het gewas.

### 4.2 N-behoefte gewassen

#### 4.2.1 Definitie en methode

De N-behoefte wordt hier gedefinieerd als de totale hoeveelheid minerale N die in de bodem aanwezig moet zijn om een bepaalde (meestal de optimale) opbrengst te realiseren. De N-behoefte is meestal (veel) hoger dan de totale hoeveelheid N die de plant daadwerkelijk opneemt. De totale N-behoefte van een gewas dat op bouwland bestaat uit:

- de hoeveelheid minerale N die in het voorjaar in de bodem zit ( $N_{\min_{\text{bouwland}}}$ );

- de adviesgift volgens het bemestingsadvies op basis van de hoeveelheid werkzame N (Nadvies).
- de netto N-mineralisatie uit bouwland die optreedt tijdens de N-opname-periode en in het bemestingsadvies verweven zit ( $\text{mineralisatie}_{\text{bouwland}}$ );
- de atmosferische depositie die optreedt tijdens de N-opname periode en in het bemestingsadvies verweven zit (depositie);

Als een gewas op gescheurd grasland wordt geteeld dan komt er meer N door mineralisatie vrij dan op bouwland. De extra N die dan beschikbaar komt, wordt in dit rapport  $\text{mineralisatie}_{\text{scheuren}}$  genoemd. De totale mineralisatie van gescheurd grasland is gelijk aan  $\text{mineralisatie}_{\text{scheuren}} + \text{mineralisatie}_{\text{bouwland}}$ . Bij het scheuren van grasland is de hoeveelheid minerale N in het voorjaar de hoeveelheid die in graslandfase wordt gevonden ( $\text{Nmin}_{\text{grasland}}$ ).

De N-behoefte van bouwland (in kg N per ha) =  
 $\text{Nmin}_{\text{bouwland}} + \text{Nadvies} + \text{mineralisatie}_{\text{bouwland}} + \text{depositie}$

en de N-behoefte na het scheuren van grasland (in kg N per ha) =  
 $\text{Nmin}_{\text{grasland}} + \text{mineralisatie}_{\text{bouwland}} + \text{depositie} + \text{mineralisatie}_{\text{scheuren}} + \text{N}_{\text{aanvullend}}$

waarin  $\text{N}_{\text{aanvullend}}$  een eventuele aanvullende bemesting is.

Indien  $\text{Nmin}_{\text{bouwland}} = \text{Nmin}_{\text{grasland}}$  dan geldt

$\text{Nadvies} = \text{mineralisatie}_{\text{scheuren}} + \text{N}_{\text{aanvullend}}$

Na het scheuren van grasland mogen alleen gewassen geteeld worden waarvan het bemestingsadvies groter is dan de extra mineralisatie uit gescheurd grasland:  $\text{Nadvies} \geq \text{mineralisatie}_{\text{scheuren}}$

Er is nog ruimte voor een aanvullende N-bemesting ( $\text{N}_{\text{aanvullend}}$ ) na het scheuren van grasland als het bemestingsadvies hoger is dan de extra mineralisatie na scheuren ( $\text{mineralisatie}_{\text{scheuren}}$ ). Er wordt hierbij uitgegaan dat de werking van de gemineraliseerde N 100 procent is.

De volgende methode is toegepast (zie hieronder voor verdere uitwerking):

- de hoeveelheid minerale N in het voorjaar wordt vastgesteld (paragraaf 4.2.2)
- het bemestingsadvies volgens WOG wordt vastgesteld (paragraaf 4.2.2)
- de totale N-mineralisatie uit gescheurd grasland wordt berekend (paragraaf 4.2.3);
- de extra N-mineralisatie uit gescheurd grasland wordt berekend uit het verschil tussen de totale N-mineralisatie en de N-mineralisatie in blijvend bouwland (paragraaf 4.2.4);
- er wordt een lijst opgesteld met gewassen waarvan het bemestingsadvies hoger is dan de berekende extra N-mineralisatie uit gescheurd grasland (paragraaf 4.2.5)

#### 4.2.2 Minerale N in het voorjaar en bemestingsadvies

Er wordt uitgegaan van het bemestingsadvies volgens het N2-scenario van de Werkgroep Onderbouwing Gebruiksnormen (WOG; Schröder et al., 2004), waarbij is uitgegaan van bepaalde gehalten voor minerale N in bouwland in het voorjaar. De WOG veronderstelt gehalten aan minerale N van 20, 30 en 40 kg N per ha in de laag 0-30, 0-60 en 0-90 cm op 1 april. Op 1 mei wordt uitgegaan van 30, op 1 juni van 45, op 1 juli van 60 en op 1 augustus van 75 kg N per ha minerale N in de 0-30 cm. De WOG heeft daarbij aangenomen dat de hoeveelheid in de 30-90 cm niet verandert bij latere data dan 1 april.

Op basis van deze minerale N gehalten is het bemestingsadvies per gewas bepaald (tabel 4.2).

In de situatie van scheuren van grasland moet worden uitgegaan van de hoeveelheid minerale N die in het voorjaar in grasland in plaats van bouwland aanwezig is. Aangezien de N-bemesting van grasland niet wordt gebaseerd op minerale N, in tegenstelling tot bouwland, zijn er weinig gegevens over minerale N in het voorjaar in grasland beschikbaar. Metingen van minerale N in grasland februari-april varieerden van 17 tot 66 kg N per ha in de 0-90 cm laag van twee zandgronden en één kleigrond in het onderzoek van Velthof en Hoving (2004; in voorbereiding). Er zijn processen die tot een hoger gehalte aan minerale N in grasland dan in bouwland in het voorjaar kunnen leiden (bv. hogere mineralisatie in grasland), alsmede processen die tot een lager gehalte aan minerale N kunnen leiden (bv. meer N-opname door het grasland). Er wordt aangenomen dat het gehalte aan minerale N in het vroege voorjaar in grasland gelijk is aan de waarden voor bouwland volgens de WOG. Dit betekent dus dat  $N_{\text{min}_{\text{bouwland}}} = N_{\text{min}_{\text{grasland}}}$  en dat N-behoefte gewassen moeten voldoen aan het criterium  $N_{\text{advies}} \geq \text{mineralisatie}_{\text{scheuren}}$ .

#### 4.2.3 Totale N-mineralisatie uit gescheurd grasland

De resultaten van de modelberekeningen uit paragraaf 3.4.3 zijn gebruikt voor de berekeningen van de totale N-mineralisatie uit gescheurd grasland. Uit deze paragraaf volgt dat de totale berekende N-mineralisatie uit gescheurd grasland ongeveer 240 kg N per ha per jaar (januari tot en met december) bedraagt bij het scheuren van onbemest grasland in februari, maart en april en 280 kg N per ha per jaar bij het scheuren in mei van grasland dat in maart bemest is met dierlijke mest. De verschillen tussen de zand- en kleigrond zijn klein. Er wordt aangenomen dat er gemiddeld op 1 april wordt doodgespoten, hetgeen bij veel akkerbouwgewassen gebruikelijk is. In tabel 4.1 wordt de totale N-mineralisatie in gescheurd grasland vanaf 1 april voor verschillende perioden weergegeven.

#### 4.2.4 Extra N-mineralisatie uit gescheurd grasland

Om de extra N-mineralisatie uit gescheurd grasland te berekenen moet de in paragraaf 4.2.3 gegeven totale N-mineralisatie uit gescheurd grasland worden gecorrigeerd voor de N-mineralisatie die in blijvend bouwland optreedt. In het kader van het project naar maatregelenpakketten in het LNV-programma 398-I zijn modelberekeningen uitgevoerd naar de N-mineralisatie in bouwland. De resultaten van een gemiddelde N-mineralisatie in bouwland zijn gebruikt door de WOG voor het schatten van gehalten aan minerale N in het voorjaar (Schröder et al., 2004). Deze resultaten staan in tabel 4.1; er wordt uitgegaan van een jaarlijkse N-mineralisatie in bouwland van 125 kg N per ha, waarvan 75 kg N per ha optreedt in de periode april tot en met augustus.

In bemestingsproeven met aardappelen wordt in onbemeste objecten vaak een N-opname in de knollen gevonden van 60 kg N per ha. Verondersteld mag worden dat er dan ongeveer 10 kg N in het loof zit, zodat de totale N-opname van het onbemeste object ongeveer 70 kg N per ha is. Om 70 kg N per ha te kunnen opnemen is een N-aanbod nodig van ongeveer 90 kg werkzame per ha. Dit komt redelijk overeen met een voorraad minerale N op 1 april van 30 kg N per ha in de 0-60 cm en een N-mineralisatie in de periode april tot en met augustus van 75 kg N per ha.

Uitgaande van scheuren op 1 april, bedraagt de extra N-mineralisatie in de periode april tot en met augustus 119 kg N per ha (afgerond 120 kg N per ha; tabel 4.1). Door variaties in zowel de N-mineralisatie in bouwland als in gescheurd grasland zal deze waarde van 120 kg N per ha met een behoorlijke bandbreedte zijn omgeven. Een groot aantal factoren hebben een invloed op de N-mineralisatie, zoals het weer, bemestingshistorie, vochtvoorziening, grondsoort, leeftijd van het gescheurde grasland, gewassen in de rotatie etc. Deze bandbreedte is in het kader van de onderhavige studie niet gekwantificeerd, omdat dit een groot aantal extra scenarioberekeningen vraagt, alsmede een onzekerheidsanalyse.

De 120 kg N per ha wordt als een gemiddelde waarde beschouwd en voor alle gewassen gebruikt. Er wordt hierbij uitgegaan dat de werking van de gemineraliseerde N 100 procent is. Er zijn zowel factoren waardoor een lagere werking (verhoogde denitrificatie in de ondergeploegde zode) als een hogere werking (langzaam vrijkomen van N) van deze N mag worden verwacht. In het bemestingsadvies van akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen wordt voor gewassen die na gescheurd grasland van 2 jaar en ouder worden geteeld, geadviseerd om het bemestingsadvies te korten met 100 kg N per ha. Dit is iets lager dan de 120 kg N per ha uit de onderhavige studie.

Tabel 4.1. Totale N-mineralisatie in gescheurd grasland (paragraaf 3.4.3), N-mineralisatie in bouwland (WOG) en het verschil tussen beiden, de extra N-mineralisatie uit gescheurd grasland.

Periode	Totale N-mineralisatie na scheuren van grasland op 1 april (paragraaf 3.4.3)	N-mineralisatie in bouwland (WOG)	Extra N-mineralisatie door scheuren
April	72	10	62
April t/m mei	111	25	86
April t/m juni	142	40	102
April t/m juli	172	55	117
April t/m augustus	194	75	119
April t/m september	208	85	123

#### 4.2.5 Gewassen met een bemestingsadvies hoger dan de extra mineralisatie uit gescheurd grasland

In tabel 4.2 (akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen) en tabel 4.3 (bloembollen) worden de gewassen gegeven met een bemestingsadvies (volgens WOG) van 120 kg N per ha en hoger. Voor gewassen waarvan WOG geen bemestingsadvies heeft vastgesteld, is het bemestingsadvies gegeven bij gehalten aan minerale N in het voorjaar die door de WOG zijn gehanteerd. Bij een aantal gewassen is het bemestingsadvies sterk afhankelijk van de teeltwijze of van specifieke omstandigheden. De voetnoten verwijzen hier naar. Bij een aantal gewassen is een traject weergegeven in plaats van één getal voor het bemestingsadvies. Daar waar onderscheid naar grondsoort relevant is, is dit in tabellen 4.2 en 4.3 verwerkt. De N-opnameperiode is in tabellen 4.2 en 4.3 ingevuld voor gewassen met een lang groeiseizoen. Gewassen met een korte groeiperiode (een aantal vollegrondsgroenten) kennen veelal meerdere teeltwijzen met sterk uiteenlopende groeiperiodes/N-opnameperiodes. In de toelichting bij tabel 4.2 is per gewas aanvullende informatie gegeven over de geschiktheid voor teelt van het betreffende gewas op gescheurd grasland.

Binnen de groep **vlinderbloemigen** zijn stam- en stokbonen niet in staat om zichzelf door N-binding van voldoende N te voorzien. Erwtten, veldbonen, lupinen, luzerne daarentegen voorzien wel (grotendeels) in hun N-behoefte. Van de groep vlinderbloemigen komen daarom alleen de stam- en stokbonen voor teelt op gescheurd grasland in aanmerking. Deze gewassen hebben een N-bemestingsadvies van meer 120 kg N per ha.

Het N-bemestingsadvies van **boomkwekerijgewassen** is lager dan de netto mineralisatie uit de zode van gescheurd grasland. Afhankelijk van het gewas varieert het van 20 tot 70 kg kunstmest-N per ha. In de praktijk worden deze gewassen ook nooit op gescheurd grasland geteeld. De boomkwekerijgewassen zijn daarom in deze notitie niet verder uitgewerkt.

Het N-bemestingsadvies voor **grasland** is veel hoger dan 120 kg N per ha, zodat herinzaai van grasland voldoet aan het criterium van N-behoefte gewassen na het scheuren van grasland.

De lijst in tabellen 4.2 en 4.3 is alleen gebaseerd op het criterium dat het N-bemestingsadvies hoger is dan 120 kg N per ha. Er staan daardoor ook gewassen in deze lijst die in de praktijk nooit na het scheuren van grasland worden geteeld. De belangrijkste gewassen die na het scheuren grasland worden geteeld zijn snijmaïs, aardappelen en tulpen; deze gewassen hebben allen een bemestingsadvies die hoger is dan 120 kg N per ha. In bijlage 1 wordt voor een groot aantal gewassen aangegeven wat de voor- en nadelen zijn van de teelt na scheuren van grasland. Hierbij wordt per gewas aangegeven in hoeverre de teelt van het betreffende gewas op gescheurd grasland in de praktijk voorkomt. Tevens wordt per gewas informatie gegeven over de N-opname gedurende het groeiseizoen en de N-afvoer via oogstproducten.

In 2002 is een studie uitgevoerd door Velthof et al. (2002) waarin de N-behoefte van gewassen is bepaald op basis van een studie van Smit en van der Werf (1992). Hierin worden bemestingsadviezen uit begin jaren '90 gebruikt en wordt uitgegaan van een gehalte aan minerale N in het voorjaar van 50 kg N per ha. De bemestingsadviezen en gehalten aan minerale N in de onderhavige studie zijn gebaseerd op de WOG, waardoor er enige discrepantie ontstaat tussen N-giften volgens het bemestingsadvies uit tabel 4.2 en die van Smit en van der Werf (1992).

Tabel 4.2. Akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen gerangschikt naar het bemestingsadvies voor N (in kg werkzame N per ha) en met een N-bemestingsadvies gelijk of groter dan 120 kg N per ha.

Gewas	N-advies	N-advies WOG	N-opname periode
Wittekool	270	270	eind mei-sept/nov
Spitskool <sup>1</sup>	230-270		
Broccoli <sup>1</sup>	230-270	265	
Consumptieaardappel (zand)	265	265	begin mei-begin augustus
Spinazie (1e teelt) <sup>2</sup>	160-260	210	begin april-begin mei
Rodekool	265	265	eind mei-sept/nov
Savooie kool	260		eind mei-sept/nov
Consumptieaardappel (klei/löss)	250	250	begin mei-begin augustus
Zetmeelaardappel	240	240	begin mei-begin augustus
Prei <sup>1</sup>	200-240	215	
Spruitkool <sup>1, 2, 3</sup>	155-235	235	begin mei-sept/nov
Wintertarwe (klei) <sup>5</sup>	200-220	220	begin maart-half juli
Bloemkool <sup>1</sup>	155-195	195	
Krotten	185		
Bleek- en groenselderij	180		
Korrelmaïs	175	175	half mei-begin augustus
Winterkoolzaad	175		eind november-eind juli
Paksoi	175		
Suikermaïs, conserventeelt	170		half mei-begin augustus
2e Jaars plantui	170		begin mei-half juli
Graszaad – Eng. raaigras 1e jaar <sup>6</sup>	140-170	140	
Chinese kool (verse markt) <sup>1,4</sup>	90-170		
Knolselderij	170		eind mei-oktober
Augurk (vlakveldsteelt)	170		
Augurk (aan een touw)	170		
Pompoen	170		
Voederbiet	165		begin mei-sept/nov
Courgette	165		
Patisson	165		
Wintertarwe (zand)	160	160	begin maart-half juli
Triticale (winter)	160		begin maart-half juli
GPS triticale, wintertarwe <sup>2</sup>	140-160		begin april-half juli
Snijmaïs	160		half mei-begin augustus
Koolrabi <sup>1</sup>	120-160		
Snij- of bladselderij	160		
Andijvie (1e teelt)	160	160	
Vroege aardappelen	110-150		begin mei-juli/augustus
Suikerbiet	150	150	begin mei-okt/nov
GPS wintergerst <sup>2</sup>	120-150		begin april-half juli
Winterui	130-150		begin maart-eind juni
Winterkarwij <sup>7</sup>	110-150		begin maart-begin aug
Radicchio	150		
Rettich (Daikon-type) <sup>1</sup>	100-150		
Spinazie (volgteelt) <sup>2</sup>	70-145	100	begin juli-half september

Tabel 4.2. Vervolg			
Gewas	N-advies	N-advies WOG	N-opname periode
Wintergerst	140	140	begin maart-begin juli
Schorseneren <sup>4</sup>	90-140	90	half mei-november
Peterselie, meermalige oogst	≥140		
Postelein	120-140		
Raapstelen	120-140		
Zomertarwe	130		begin april-half juli
Suikermais, verse markt	130		half mei-begin augustus
Boerenkool	130		juli-sept/nov
Afrikaantjes	130		
Pootaardappel (klei)	120	120	begin mei-juli/augustus
Pootaardappel (zand/dalgrond))	120	120	begin mei-juli/augustus
Zaaiui	100-120	120	begin mei-half augustus
Bruine bonen	120		eind mei-eind augustus
Stamsla- en stamsnijboon	120	120	eind mei-half augustus
Stokslaboon	120		
Stoksnijsboon, spekboon, pronkboon <sup>4</sup>	90-120		eind mei-half augustus
Vezelhenep	100-120		
Winterbloemkool	>120		half augustus-april/mei
Koolraap	120		

1. afhankelijk van de teeltperiode (latere teelt: hogere N<sub>min</sub> en daardoor lagere N-gift)
2. afhankelijk van grondsoort
3. afhankelijk van ras
4. afhankelijk van of bijbemesting wel of niet nodig is
5. afhankelijk van opbrengstniveau
6. afhankelijk van de N-gift in de herfst: 30 kg N per ha bij slecht ontwikkeld gewas of late zaai; in andere gevallen geen N-gift in de herfst
7. afhankelijk van de voorvrucht
8. afhankelijk van kropgewicht
9. onder voorwaarde dat er na deze teelt een volgteelt komt of een groenbemester
10. onder voorwaarde dat er een teelt aan vooraf is gegaan



Tabel 4.3. Bloembollen met een N-advies van 120 kg N per ha of meer, gerangschikt naar afnemend N advies (werkzame hoeveelheid N in kg per ha) per tijdstip van planten.

Gewas	N-advies	N-advies WOG	N-opname periode
Planten najaar			
Hyacint	200	200	half februari-eind juni
Tulp	170-180	180	half februari-eind juli
Grofbollige Iris	140-150	150	half februari-eind juni
Bijzondere bolgewassen <sup>2</sup>	145-165	-	half februari-eind juli
Kleinbollige Iris	135-145	145	half februari-eind juni
Krokus, Grote Gele	100-145	100-145	half februari-eind juli
Narcis	125	125	half februari-eind juli
Planten voorjaar			
Gladiool, pitten <sup>1</sup>	240	205-240	mei - oktober
Gladiool, kralen	170	-	mei - oktober
Bijzondere bolgewassen <sup>2</sup>	145-205	-	april-oktober
Knolbegonia	130	-	eind mei-eind oktober

1. Verandering ten opzichte van het WOG N-advies heeft een paar oorzaken. Ten eerste zijn hier meer grondsoorten in beschouwing genomen dan in de WOG-studie. Ten tweede zijn de aannamen met betrekking tot de levering van N door de grond op de niet duinzandgronden aangepast naar aanleiding van terechte kritiek op de aangenomen waarden als inschatting van de 'gemiddelde' situatie. Voor de N-adviesgift op deze gronden is nu aangenomen dat de volgende bodemvoorraden minerale N in de bouwvoor zijn aangetroffen: half februari 10; eind maart 20; eind april 35; eind mei 35; eind juni 35; eind juli 40; eind augustus 45 kg N per ha.
2. Voor de bijzondere bolgewassen zijn geen bemestingsadviezen in de adviesbasis opgenomen. De genoemde cijfers zijn gebaseerd op informatie van telers over de huidige landbouwpraktijk, met werkzame N uit kunstmest en compost. Het groeiseizoen verschilt per gewas, en valt voor deze gewassen binnen de aangegeven periode. Dahlia, Anemone coronaria, Fritillaria imperialis en Zantedeschia worden in het algemeen wel tot de bijzondere bolgewassen gerekend, hebben wel een N-advies in de adviesbasis. Deze vier gewassen hebben volgens de WOG-systematiek een N-advies lager dan 120 kg N per ha.

### 4.3 Snelheid van N-opname en N-voorraad aan begin seizoen

In de vorige paragraaf is aangegeven welke gewassen een bemestingsadvies hebben die hoger is dan de extra mineralisatie die optreedt uit gescheurd grasland. In deze paragraaf wordt nagegaan of er in gescheurd grasland voldoende N aanwezig is/komt in de groeifase met de hoogste N-opnamesnelheid. Hierbij wordt ook nagegaan of de beginvoorraad aan minerale N voldoende is in gescheurd grasland, omdat voor bepaalde gewassen (zoals aardappelen) een bepaalde hoeveelheid minerale N aanwezig moet zijn aan het begin van het groeiseizoen.

De gemiddelde N-opnamesnelheid van akkerbouw- en vollegroentegewassen in de periode vanaf veldopkomst (bij gewassen die in het voorjaar gezaaid of gepoot worden), vanaf uitplanten (gewassen die in het voorjaar geplant worden) of vanaf groei in het voorjaar (bij gewassen die voor de winter zijn gezaaid/geplant) tot het einde van de N-opnameperiode varieert van 1,6 tot 4,3 kg N per ha per dag. Ter illustratie is in tabel 4.4 de gemiddelde N-opnamesnelheid van een aantal gewassen

weergegeven. Het zijn indicatieve gegevens gebaseerd op proeven van PPO (Praktijkonderzoek Plant en Omgeving) en de bewerkte gegevens uit de literatuur. Tevens is N-opnamesnelheid weergegeven in de periode van de hoogste N-opname. De N-opnamesnelheid in de periode met de hoogste N-opname varieert van 2,9 tot 9,0 kg N per ha per dag. Naarmate de N-opnamesnelheid in kritische perioden hoger is, worden er hogere eisen aan de N-voorziening gesteld. In modelberekeningen (paragraaf 3.4.3) bedroeg de totale N-mineralisatie (= bodem en grasstoppel) na het scheuren van grasland eind maart gemiddeld 2,4 kg N per ha per dag in april, 1,3 kg N per ha per dag in mei, 1 kg N per ha per dag in juni en juli en 0,8 kg N per ha per dag in augustus. Dit betekent dat alle akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen in staat zijn om (nagenoeg) alle gemineraliseerde N uit het gescheurde grasland te benutten. Dit geldt tot het moment dat de N-opname stopt door afrijping van het gewas of de oogst. Bij sommige gewassen is een aanvullende N-bemesting nodig, omdat de hoeveelheid N die uit de gescheurde zode vrijkomt niet hoog genoeg is in de periode met de N-opname door het gewas. Dit zijn meestal de gewassen waarvan het N-bemestingsadvies veel hoger is dan 120 kg N per ha. Aardappel, spinazie en koolgewassen zijn voorbeelden van gewassen, die vanaf de begingroei hoge eisen aan de N-voorziening stellen. Zo moeten aardappelen bij veldopkomst over tenminste 125 tot 150 kg per ha minerale N kunnen beschikken. Dit kan betekenen dat bij sommige gewassen in de begingroei aanvullende bemesting nodig is, terwijl er later in de groeiperiode een voldoende hoge N-aanbod uit mineralisatie is. De hoeveelheid minerale N die bij veldopkomst aanwezig is in gescheurd grasland is sterk afhankelijk van de periode tussen moment van scheuren en de veldopkomst. Vaak zal dit lager zijn dan 100 kg N per ha en zal een startgift nodig zijn om een voldoende hoge begin voorraad aan minerale N te verkrijgen. Bij aardappelen is het mogelijk om een startgift te geven als wordt uitgegaan van een bemestingadviesgift die met 120 kg N per ha is gekort.

*Tabel 4.4. Indicatieve gegevens over gemiddelde N-opnamesnelheid van een aantal gewassen in kg N per ha per dag.*

Gewas	Gemiddelde N-opname snelheid gedurende gehele N-opnameperiode	Gemiddelde N-opname snelheid in periode met de hoogste dagelijkse N-opname
bloemkool zomer vroeg	4,3	9,0
bloemkool herfst laat	3,6	9,0
aardappel	2,8	4,8
wittekool	2,7	6,5
ijssla zomer	2,2	5,4
snijmaïs	2,2	3,0
suikerbiet	1,8	5,0
winterpeen	1,8	3,6
herfstprei	1,8	3,3
spruiten	1,8	3,7
stamslaboon	1,8	3,2
wintertarwe	1,7	3,2
zaaiui	1,7	2,9

#### 4.4 Conclusies

- In het kader van de aanpassing van het Besluit gebruik meststoffen (Bgm) heeft het ministerie van LNV gevraagd om een lijst met stikstofbehoefte gewassen op te stellen. Dit zijn gewassen waarvan het bemestingsadvies groter is dan de extra mineralisatie in gescheurd grasland ten opzichte van blijvend bouwland.
- Uit modelberekeningen volgt dat in de periode april tot en met augustus de totale N-mineralisatie in gescheurd grasland 194 kg N per ha bedraagt en die in blijvend bouwland 75 kg N per ha. Het verschil, na afronding, 120 kg N per ha is de extra N-mineralisatie uit gescheurd grasland. Door variaties in N-mineralisatie uit bouwland en uit gescheurd grasland zal deze waarde van 120 kg N per ha met een bandbreedte zijn omgeven. Deze bandbreedte is in het kader van de onderhavige studie niet gekwantificeerd. De 120 kg N per ha wordt als een gemiddelde waarde beschouwd en gebruikt als grens voor de bepaling van gewassen die na gescheurd grasland geteeld mogen worden.
- Een overzicht van gewassen met een bemestingsadvies hoger dan 120 kg N per ha wordt in tabel 4.2 (akkerbouw en vollegrondsgroenten) en 4.3 (bolgewassen) gegeven.
- Bij sommige gewassen is een aanvullende N-bemesting nodig omdat de hoeveelheid N die uit de gescheurde zode vrijkomt niet hoog genoeg is om te voldoen aan de N-vraag in het begin van de groei en tijdens de periode met de hoogste N-opname. Deze ruimte is er, aangezien het bemestingsadvies voor deze gewassen beduidend hoger is dan de 120 kg N per ha. De aanvullende N-gift moet worden bepaald op basis van een bodemanalyse (hoofdstuk 6).



## **5 Tuinbouwgewassen na grasland uit oogpunt van vruchtwisseling**

*P.H.M. Dekker (PPO), A.M. van Dam (PPO) en G.L. Velthof (Alterra)*

### **5.1 Inleiding**

Nederland is met de Europese Commissie overeengekomen dat de teelt van bepaalde tuinbouwgewassen na het scheuren van grasland mogelijk moet zijn als dit uit oogpunt van vruchtwisseling voordelen heeft. Er zijn twee criteria die hierbij een rol spelen, namelijk voordelen uit oogpunt van ziektebestrijding en voordelen uit oogpunt van bodemstructuur (hoofdstuk 2). Deze criteria gelden niet alleen voor tuinbouwgewassen, maar ook voor akkerbouwgewassen. In dit hoofdstuk wordt eerst ingegaan op de voordelen die er zijn voor het telen van gewassen na het scheuren van grasland uit oogpunt van ziektebestrijding en bodemstructuur en daarna wordt aangegeven welke tuinbouwgewassen dit betreft.

### **5.2 Ziektebestrijding**

Vanwege de noodzaak om zoveel mogelijk de meest salderende gewassen te telen en om te kunnen profiteren van voordelen van schaalvergroting staat de vruchtwisseling op veel bedrijven onder druk. Dit geldt met name voor gewassen die slecht zelfverdraagzaam (aardappelen, tulpen, uien etc.). Er is bij veel bedrijven behoefte aan 'vers land'. Voor aardappeltelers is huren van land bij een collega-aardappelteler geen optie, omdat alle akkerbouwbedrijven reeds maximaal aardappelen op hun bedrijf telen. Er wordt dan land gehuurd van een veehouder. Bijna altijd is dit gescheurd grasland.

Wanneer snijmaïs op het veehouderijbedrijf in continue teelt wordt geteeld dan is de vruchtwisseling met gras (telen op gescheurd grasland) gunstig voor de opbrengst. Snijmaïs is minder zelfverdraagzaam dan wel in de praktijk wordt verondersteld.

De teelt van akker- en tuinbouwgewassen op gescheurd grasland leidt niet per definitie tot minder problemen met ziekten en plagen. Bepaalde aaltjes, schimmelziekten en insecten die in grasland voorkomen kunnen bij sommige gewassen tot meer ziekteproblemen leiden (paragraaf 2.2.2).

### **5.3 Betere bodemstructuur**

Vanwege de opbouw van organische stof in grasland heeft gescheurd grasland een goede bodemstructuur. Dit geldt voor alle grondsoorten. De lucht- en waterdoorlatendheid is beter dan die van gewoon akkerbouwland. Bij gewassen die

voor de winter gezaaid of geplant worden (zoals tulpen) is het risico van wateroverlast en verslemping in de natte wintermaanden daardoor veel kleiner en daardoor ook het risico op het optreden van ziekten. Zeker bij een kapitaalsintensieve teelt van tulpen is dit zeer belangrijk. Bovendien kan bij structuurgevoelige gewassen, waartoe ook aardappelen en tulpen behoren, geprofiteerd worden van een in potentie hoger opbrengstniveau op gescheurd grasland.

## 5.4 Overzicht van tuinbouwgewassen

In tabel 5.1 wordt een overzicht gegeven van tuinbouwgewassen waarbij het telen op gescheurd grasland specifieke voordelen heeft. Bij elk gewas is aangegeven wat deze voordelen zijn. Het betreft koolgewassen, tulp en lelie. Tulp en koolgewassen zijn gewassen die een N-bemestingsadvies van meer dan 120 kg N per ha hebben en dus ook al uit oogpunt van N-behoefte geteeld zouden mogen worden na het scheuren van grasland (tabellen 4.2 en 4.3). Alleen lelie komt niet op de lijst met N-behoefte gewassen voor. Lelie heeft een bemestingsadvies van 100 kg N per ha.

## 5.5 Conclusies

Voor bepaalde gewassen heeft de teelt na het scheuren van grasland bepaalde voordelen, zoals een goede bodemstructuur en minder kans op bepaalde ziektes. Tuinbouwgewassen waarvoor dit geldt zijn koolgewassen, tulp en lelie. Alleen lelie komt niet voor op de lijst met N-behoefte gewassen in hoofdstuk 4.

*Tabel 5.1. Overzicht van tuinbouwgewassen waarvan de teelt op gescheurd grasland bepaalde voordelen heeft.*

Gewas	Voordeel van telen op gescheurd grasland
Koolgewassen	Landhuur bij akkerbouwers is veelal niet mogelijk vanwege de concurrentie in het bouwplan met suikerbieten. Suikerbieten en koolgewassen zijn beide waardplant voor het bietencystenaaltje.
Tulp	Structuurgevoelig gewas; gescheurd grasland heeft een goede bodemstructuur. Gescheurd grasland heeft betere lucht- en waterdoorlatendheid dan akkerbouwland. In de winter is het risico van wateroverlast en verslemping op gescheurd grasland veel kleiner. Dit verhoogt de oogstzekerheid en het verkleint de risico's op het optreden van ziektes. De teelt van tulpen op gescheurd grasland betreft kleigrond.
Lelie	Lelies profiteren van de goede bodemstructuur. De oogstzekerheid is beter.

## 6 Conceptprotocol voor bemesting op basis van een bodemanalyse

*G.L. Velthof (Alterra), P.H.M. Dekker (PPO), I.E. Hoving (P-ASG), A. Reijneveld (Blgg) en H.F.M. Aarts (PRI),*

### 6.1 Inleiding

Nederland heeft met de Europese Commissie afgesproken dat de bemesting van het gewas dat na het scheuren van grasland wordt geteeld, plaatsvindt op basis van een analyse van een bodemonster dat is genomen na het scheuren van grasland. Hiermee kan de bemesting worden afgestemd op de N die vrijkomt door mineralisatie uit de gescheurde zode. Het ministerie van LNV heeft gevraagd om een conceptprotocol te ontwikkelen voor het bemesten van het volggewas na het scheuren van grasland op basis van een analyse van een bodemonster dat na het scheuren wordt genomen.

Een veel eenvoudiger en net zo effectieve manier is het standaard korten van de N-adviesgift van het volggewas na scheuren van grasland met een bepaalde waarde. Deze optie is niet verder uitgewerkt, omdat het niet een bodemanalyse betreft en dit niet conform de afspraak met de Europese Commissie is. In de adviesbasis voor de bemesting van grasland, die van akkerbouwgewassen en vollegrondsgroenten en die van bloembollen staan richtlijnen voor het korten van de N-bemesting van het gewas dat na gescheurd grasland wordt geteeld.

De N waarmee bij de bemesting rekening moet worden gehouden kan worden ingedeeld in minerale N ( $\text{NH}_4 + \text{NO}_3$ ), direct beschikbaar voor gewasopname, en de N die tijdens het N-opname-seizoen door N-mineralisatie vrijkomt en beschikbaar is voor opname voor het gewas. De bodemanalyse moet dus een schatting leveren van de hoeveelheid minerale N en N-mineralisatie. In het conceptprotocol moeten richtlijnen staan voor i) de bemonstering (tijdstip, diepte, monsterbehandeling etc.), ii) de te hanteren analyse methoden, iii) vertaling van de resultaten naar een bemestingsadvies en iv) mogelijk alternatieven.

In dit hoofdstuk wordt achtereenvolgens ingegaan op i) een conceptprotocol voor grasland (paragraaf 6.2), ii) een conceptprotocol voor bouwland (paragraaf 6.3), en iii) bepaling van N-mineralisatie na het scheuren van grasland op basis van een bodemanalyse (paragraaf 6.4).

## 6.2 Conceptprotocol voor bemesting grasland bij herinzaai

### 6.2.1 Huidige praktijk

Zoals in hoofdstukken 2 en 3 is aangegeven, vindt graslandvernieuwing in het voorjaar en in het najaar plaats. In de nieuwe regelgeving zal herinzaai op zand- en lössgronden in het voorjaar moeten plaatsvinden (hoofdstuk 3). Veel boeren op zandgronden zullen waarschijnlijk eerste een snede oogsten en daarna het grasland scheuren en inzaaien. Graslandvernieuwing op klei- en veengrond vindt vooral in september plaats.

Het gangbare bemestingsadvies voor grasland ([www.bemestingsadvies.nl](http://www.bemestingsadvies.nl)) is gebaseerd op het N-leverend vermogen (NLV) van de grond. Dit is de hoeveelheid N dat het gras opneemt zonder dat het bemest is en dus door de bodem wordt geleverd. De NLV in zand- en kleigronden wordt bepaald op basis van een bepaling van het gehalte aan totaal N in de 0-10 of 0-20 cm laag. Voor veengrond wordt de NLV bepaald op basis van de ontwatering. De NLV is gerelateerd aan de N-mineralisatie in de bodem; hoe hoger de N-mineralisatie, hoe hoger de NLV.

In de adviesbasis voor bemesting van grasland staan adviezen gegeven voor bemesting bij herinzaai. Het bemestingsadvies bij herinzaai gaat er van uit dat de eerste snede licht wordt geoogst (1500 kg droge stof) om de uitstoeiing van het gewas te bevorderen en de onkruiddruk te beperken. De ondergeploegde zode levert door mineralisatie al spoedig voldoende N voor een goede grasontwikkeling, zodat slechts een kleine (start)gift van 30 kg N per ha wordt geadviseerd voor deze eerste snede. Dit advies is proefondervindelijk vastgesteld en geldt voor zand-, klei-, löss- en veengrond. Bij voorkeur moet geen dierlijke mest worden toegepast, omdat veel van deze N later vrijkomt, op het moment dat er ook veel N uit de ondergeploegde zode vrijkomt.

Voor het bepalen van de bemesting van de volgende snedes moet de NLV na herinzaai worden bepaald. Dit moet op zand-, löss- en kleigrond worden gedaan op basis van bepaling van het gehalte aan totaal N in een grondmonster dat na het scheuren en herinzaai van de laag 0-20 cm is genomen (en niet van de 0-10 cm laag, omdat de bodem gekeerd is en de graswortels zich ook al in de diepere lagen bevinden).

### 6.2.2 Uitgangspunten bij het conceptprotocol

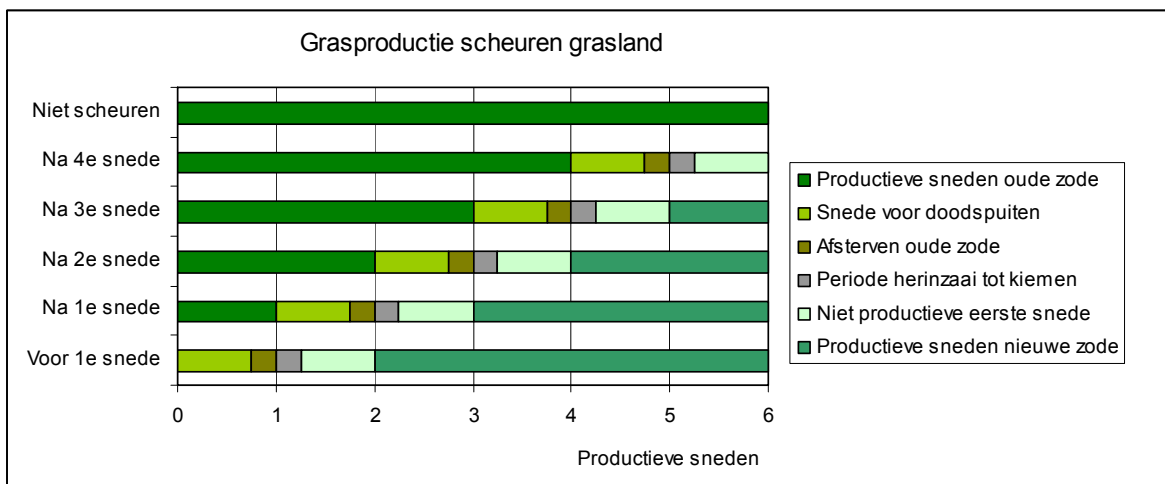
#### *Scheurtijdstippen en grasproductie*

In figuur 6.1 wordt een schematisatie gegeven van de verschillende scheurtijdstippen en grasproductie in het groeiseizoen. Dit vormt de basis voor het af te leiden conceptprotocol. Gras wordt afhankelijk van de groeiomstandigheden in vijf of zes sneden per jaar geoogst. Volgens het gangbare bemestingsadvies wordt afhankelijk van het graslandgebruik, de NLV en het tijdstip in het groeiseizoen de bemesting over deze sneden verdeeld. Bij scheuren wordt de grasproductie onderbroken en dient de bemesting te worden aangepast. In figuur 6.1 is deze onderbreking



geschematiseerd weergegeven, uitgaande van zes sneden. De duur van de niet-productieve periode is daarbij uitgedrukt in sneden. De tijd tot de eerste snede van 1.500 kg droge stof wordt niet als productief beschouwd, omdat die periode vooral als functie heeft de grasmat te vestigen. Productie is dan een bijproduct. De praktijk leert dat de duur van de niet-productieve periode ongeveer overeenkomt met de duur van twee sneden die geproduceerd zouden worden zonder herinzaai. Voor de bemesting na herinzaai kan het advies opgepakt worden voor de snede die anders zonder scheuren aan de orde geweest zou zijn.

De duur van de niet-productieve periode wordt als volgt onderbouwd. Gesteld is dat grasland standaard wordt doodgespoten, voordat het gescheurd wordt. Voor het effectief doodspuiten van gras moet er voldoende groei in het gras zitten. Doorgaans is dit bij een voldoende vochtvoorziening het geval bij een grashoogte van 10-15 cm of een opbrengstniveau van ongeveer 1.200 kg droge stof per ha. Dit gras wordt niet bemest waardoor de groeiduur langer is dan van bemest grasland. Na het doodspuiten duurt het ongeveer een week, voordat het gras volkomen dood is. Na scheuren en herinzaai duurt het vervolgens wederom ongeveer een week voordat het gras gekiemd is. Het eerste gras wordt in een licht opbrengststadium geoogst om de uitstoeling te bevorderen. Daarna volgt pas de eerste productieve snede. De totale tijd die hiermee gemoeid is, komt ongeveer overeen met twee productieve sneden wanneer niet gescheurd zou worden. Bij gunstige groeiomstandigheden is de groeiduur per snede korter, maar dan verloopt herinzaai ook sneller. Daarentegen is onder minder gunstige omstandigheden de groeiduur per snede langer en verloopt herinzaai ook minder snel. De duur van de niet-productieve periode is zodoende gerelateerd aan de groeiduur van de twee sneden.



Figuur 6.1. Schematische weergave van grasproductie in grasland dat op verschillende tijdstippen wordt gescheurd. Gesteld is dat vanaf het doodspuiten van de oude zode de niet productieve periode ongeveer overeenkomt met de groeiduur van twee sneden zonder scheuren.

### ***Bemesting van nieuw grasland***

Onderzoek van Hopkins et al. (1995) laat zien dat de N-benutting van nieuw grasland bij een gift van 300 kg N per ha in de eerste drie jaar na scheuren hoger was dan van niet-gescheurd grasland. Een hogere N-benutting van nieuw grasland wordt bevestigd door de voorlopige resultaten van het veldexperiment in het onderzoek naar scheuren van grasland in LNV-programma 398-II (Velthof en Hoving, 2004; in voorbereiding). Uit dit onderzoek blijkt dat korten van de bemesting van ingezaaid grasland leidt tot opbrengstderving (figuur 6.2). In hoofdstukken 2 en 3 is al aangegeven dat het scheuren in het voorjaar in dit onderzoek tot een tijdelijke ophoping van minerale N leidde, maar niet tot uitspoeling in de herfst en winter (figuren 2.3 en 3.1). De N die vrijkwam, werd blijkbaar weer opgenomen door het nieuwe grasland. Bij nieuw ingezaaid grasland wordt veel N vastgelegd in de wortels en stoppels. In paragraaf 2.5.3 is al aangegeven dat in de eerste weken na herinzaai meer dan 100 kg N per ha kan worden vastgelegd in wortels en stoppels en bodem organische stof. Dit alles resulteert in een hoge N-opnamecapaciteit (en N-behoefte) van nieuw grasland en een gering risico op N-uitspoeling als grasland in het voorjaar wordt gescheurd. Voor bemesting betekent dit dat er over een heel seizoen bij op nieuw ingezaaid grasland niet gekort moet worden op de N-gift, maar dat wel zorg gedragen moet worden voor een goede verdeling om de ophoping aan minerale N na het scheuren te beperken. Kortten op het N-gift levert dus geen milieukundig voordeel maar wel een landbouwkundig nadeel op.

### ***Bemesting eerste snede na herinzaai***

In de beginfase van de groei van grasland is N nodig voor een vlotte kieming, een voldoende spruitontwikkeling en het vormen van een graszode. Daarom wordt een startgift van 30 kg N per ha geadviseerd. Te veel N in de bodem zorgt weliswaar voor een snelle spruitontwikkeling, maar het gewas is slap en blijft open waardoor geen robuuste zode verkregen wordt. Uit het onderzoek van Velthof en Hoving (2004, in voorbereiding) blijkt dat enkele weken na het doodspuiten (het moment dat de startgift gegeven moet worden) de hoeveelheid minerale N in de 0-30 cm laag hoger is dan 150 kg N per ha (figuur 2.3). Na het doodspuiten komt de N-mineralisatie snel op gang; ook zonder grondbewerking (figuur 3.1). Het geven van een startgift van 30 kg N per ha heeft bij deze hoge minerale N gehalte weinig nut. Bij herinzaai na de eerste snede kan de startgift daarom beter achterwege gelaten worden. In situaties waarin lagere hoeveelheden minerale N worden verwacht, bijvoorbeeld bij koude omstandigheden en/of (extreem) natte omstandigheden in de periode tussen doodspuiten en herinzaai, zou een bepaling van het gehalte aan minerale N in de 0-10 cm laag uitsluitel kunnen geven of er een startgift moet worden gegeven.

Gewassen kunnen niet alle minerale N uit de bodem opnemen. Aangenomen wordt dat de hoeveelheid minerale N die in onbemest grasland wordt gevonden niet beschikbaar is. In het onderzoek van Velthof en Hoving (2004; in voorbereiding) varieerde de hoeveelheid minerale N in de 0-30 cm laag van niet-gescheurd grasland op zand- en kleigrond aan het eind van de snedes ongeveer 10 van 30 kg N per ha. Er wordt aangenomen dat de “achtergrondhoeveelheid” minerale N in de 0-20 cm 20 kg N per ha bedraagt.

Geadviseerd wordt om een startgift te geven als het minerale N gehalte in de 0-20 cm laag in de eerste week na herinzaai lager is dan 50 kg N per ha (i.e. 20 kg N per ha “achtergrond” + 30 kg N per ha startgift). Het is te verwachten dat de gehalten aan minerale N veel hoger zijn en dan is het advies om geen N-bemesting toe te passen in de eerste snede na herinzaai. Het eerste gras wordt vrij snel bij een relatief laag opbrengstniveau van ongeveer 1.500 kg droge stof geoogst, om uitstoeeling en daarmee de zodevorming te stimuleren.

### **Bemesting van de overge sneden**

Na de eerste, niet productieve snede, worden de productieve sneden (figuur 6.1) geoogst. Gezien de relatief goede benutting van N van nieuw grasland kan voor de bemesting van de daaropvolgende sneden het gangbare bemestingsadvies worden gehanteerd. Analyse van het bodemmonster in zand-, löss- en kleigrond op totaal N na herinzaai geeft hiertoe een actueel getal van de NLV. Voor veengrond kan de NLV niet worden bepaald op basis van een bodemmonster, maar op basis van het bemestingsadvies.

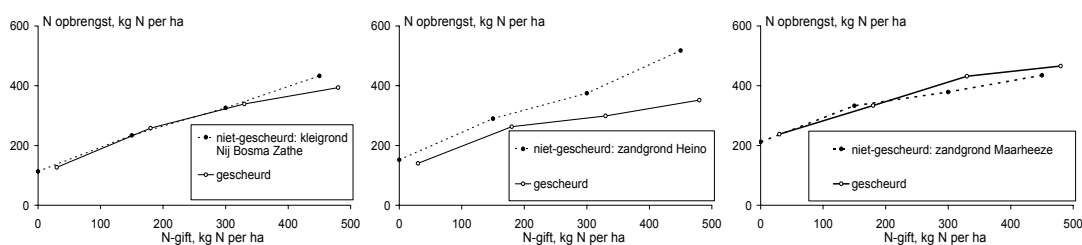


Figure 6.2. N-opbrengst van niet-gescheurd grasland en grasland dat in april 2002 is gescheurd (Velthof en Hoving, 2004; in voorbereiding).

### **6.2.3 Conceptprotocol**

Een conceptprotocol voor bodembemonstering van zand- en kleigrond en N-bemesting na herinzaai is als volgt:

#### **1. Bemonstering van het gescheurde grasland**

Na de laatste snede gras wordt er niet meer bemest. Grasland wordt doorgespoten, gescheurd en opnieuw ingezaaid. Het dood te spuiten gras wordt niet bemest. De bodem dient bij voorkeur bemonsterd te worden op de dag van herinzaai en uiterlijk binnen zeven dagen na herinzaai. De te bemonsteren laag is de 0-20 cm laag, omdat i) dit de laag is waar het jonge gras de N uit opneemt en ii) dit aansluit bij de bepaling van NLV na herinzaai van grasland in het bemestingsadvies. Voor het aantal monsters dat voor een mengmonster moet worden genomen worden de richtlijnen uit de adviesbasis voor bemesting van grasland en voedergewassen ([www.bemestingsadvies.nl](http://www.bemestingsadvies.nl)) gevolgd. Het is denkbaar dat het bemonsteren ten tijde van doodspuiten voordelen heeft boven het bemonsteren bij inzaai (voldoende nauwkeurige informatie maar veel eerder beschikbaar). Dat zou onderzocht moeten worden.

## ***2. Analyse van het bodemmonster***

In het bodemmonster wordt het gehalte aan totaal N bepaald, waarmee de NLV wordt berekende volgens de richtlijnen uit het bemestingsadvies. Daarnaast kan er worden gekozen om een bepaling van minerale N uit te voeren om vast te stellen of een startgift van 30 kg N per ha moet worden gegeven. Indien deze analyse niet wordt uitgevoerd dan wordt geen startgift gegeven. Binnen twee weken na opkomst van het gras wordt doorgaans de startgift gegeven. Het analyseresultaat met betrekking tot het al dan niet geven van de startgift moet dus voor die tijd bekend zijn. Minerale N kan worden bepaald met standaardtechnieken zoals 1M KCl of 0,01M CaCl<sub>2</sub> in droge en veldvochtige monsters. Het toepassen van extractie met 0,01M CaCl<sub>2</sub> heeft als voordeel dat gelijktijdig andere nutriënten kunnen worden bepaald (Houba et al., 2000; Van Erp, 2002) en dat er mogelijkheden zijn om mineralisatie te schatten (zie paragraaf 6.4).

## ***3. Berekening van de startgift***

Indien de hoeveelheid minerale N in de 0-20 cm laag in het bodemmonster dat vlak na herinzaai is genomen lager is dan 50 kg N per ha, dan wordt een startgift gegeven. Indien er meer minerale N aanwezig is of indien er geen bepaling van minerale N is uitgevoerd dan wordt geen startgift gegeven en wordt de eerste snede na scheuren niet bemest.

## ***4. Berekening van de N-bemesting overige sneden***

Na de oogst van de eerste lichte snede van ongeveer 1.500 kg droge stof per ha wordt het gangbare N-bemestingsadvies van grasland gevolgd. Daarbij wordt de NLV-klasse gebruikt die bepaald is aan de hand van het na herinzaai genomen bodemmonster. Bij de bemesting van de eerste productieve snede wordt rekening gehouden met het tijdstip in het groeiseizoen. Figuur 6.1 maakt inzichtelijk met welke snede van niet gescheurd grasland dit ongeveer samenvalt. Dit maakt het gemakkelijker om de gewenste hoeveelheid te bepalen en om de percelen in te passen in de bedrijfsvoering.

### **6.2.4 Discussie en conclusies**

Er is een conceptprotocol opgesteld waarin het wel of niet geven van een startgift van 30 kg N per ha voor de eerste snede wordt bepaald door een analyse van minerale N in een bodemmonster van 0– 20 cm dat na herinzaai is genomen. Er is hierbij een grens gesteld van 50 kg N per ha, maar deze grens van 50 kg minerale N zou door middel van onderzoek beter onderbouwd moeten worden. Het is te verwachten dat de gehalten aan minerale N veel hoger zijn en dan is het advies om geen N-bemesting toe te passen in de eerste snede na herinzaai. Hiermee wordt de eerste snede gebruikt om de piek in N-mineralisatie na het scheuren op te vangen (figuur 2.3).

De bemesting van de overige (productieve) snedes wordt gebaseerd op de NLV, die wordt bepaald door middel van analyse van totaal N in een bodemmonster dat na herinzaai is genomen. In figuur 6.3 wordt een getallenvoorbeeld gegeven. Hieruit

blijkt dat de hoeveelheid N die wordt toegediend in vernieuwd grasland lager is dan niet-gescheurd grasland en sterk afhankelijk is van het tijdstip van scheuren

In het beschreven conceptprotocol wordt de bemesting van nieuw ingezaaid grasland op zand-, löss- en kleigrond gebaseerd op een bodemmonster dat na herinzaai is genomen. Dit is conform de afspraak met de Europese Commissie. Voor herinzaai op veengrond is geen protocol op basis van een bodemmonster. Het bepalen van minerale N voor een startgift lijkt voor veengrond nog minder zinvol dan voor zand- en kleigrond, omdat een hogere N-mineralisatie mag worden verwacht. Voor veengrond wordt dus geadviseerd om de startgift achterwege te laten. Er is geen relatie vastgesteld tussen NLV en totaal N op veengrond en ook zijn er geen andere indicatoren beschikbaar voor de schatting van de N-mineralisatie op basis van een bodemmonster (zie ook paragraaf 6.4). Het wordt daarom geadviseerd om de NLV van veengrond vast te stellen volgens het huidige bemestingsadvies.

NLV 120	Snedes						N-gift totaal (bij startgift van 0)
	1	2	3	4	5	6	
Niet scheuren	130	50	80	40	30	30	360
Na 4e snede	130	50	80	40	0	0 of 30	300
Na 3e snede	130	50	80	0	0 of 30	30	290
Na 2e snede	130	50	0	0 of 30	30	30	240
Na 1e snede	130	0	0 of 30	40	30	30	230
Voor 1e snede	0	0 of 30	80	40	30	30	180
Graslandgebruik (m=maaien, w=weiden)	M	W	M	W	M	M	

Figuur 6.3. Getalenvoorbeeld (in kg N per ha) voor toepassing bemestingsadvies na scheuren vergeleken met niet-scheuren afhankelijk van NLV, tijdstip scheuren en graslandgebruik. Het dood te spuiten gras wordt niet bemest. De startgift na herinzaai bedraagt 0 of 30 kg N per ha, afhankelijk van het gehalte aan minerale N ten tijde van herinzaai.

## 6.3 Conceptprotocol voor open teelten

### 6.3.1 Huidige praktijk

In de Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen en bloembollen wordt rekening gehouden met de N-levering uit gescheurd grasland. De N-nawerking, uitgedrukt in de korting op de N-gift, is bij scheuren van éénjarig grasland 50 kg per ha en bij twee- en meerjarig grasland 100 kg per ha. Wanneer driejarig grasland of ouder wordt gescheurd dan kan het tweede jaar na scheuren nog op een nawerking van 30 kg per ha gerekend worden. De korting op de N-gift bij teelt op gescheurd grasland is gebaseerd op de teelt van aardappelen of snijmaïs. Deze gewassen nemen N op tot begin augustus. Bij gewassen met een kortere of langere N-opname periode zou de gestelde nalevering van 100 kg N per ha moeten worden aangepast. Hiervoor bestaat geen advies.

De strategie bij het bemesten van gewassen op gescheurd grasland is voor zand- en lössgrond gelijk aan die van kleigrond. Op kleigrond wordt meestal voor de winter gescheurd, op zandgrond in het voorjaar. Op lössgrond kunnen aanvullende

bepalingen gelden in verband erosieverordeningen van het Hoofdproductschap Akkerbouw (HPA) en het Productschap Tuinbouw (PT). Wanneer grasland in de herfst wordt gescheurd en er in het voorjaar het gehalte aan minerale N wordt bepaald dan wordt er vanuit gegaan dat 1/3-deel van de bemestende waarde tot uiting komt in de hogere voorraad minerale N in het voorjaar, terwijl 2/3-deel gedurende het groeiseizoen tot beschikking komt voor het gewas dat men teelt.

In situaties dat snijmaïs of pootaardappelen worden geteeld, wordt alle N (dierlijke mest en/of kunstmest) bij het zaaien/poten gegeven. Bij teelt van consumptieaardappelen is het vaak gebruikelijk dat de N gedeeld wordt gegeven. Veelal staat de hoogte van de bijbemesting al van te voren vast. Voor het goed beoordelen van de N-hoeveelheid in de grond tijdens het groeiseizoen is bij teelt van aardappelen het werken volgens een vast bemonsteringsprotocol zeer belangrijk. Geadviseerd wordt om halfweg de rughoogte te steken.

Anno 2004 wordt gescheurd grasland waar aardappelen of snijmaïs wordt geteeld niet of nauwelijks op N bemonsterd. Bij de introductie van de verschillende systemen van geleide bemesting is gebleken dat de praktijk hoge eisen stelt aan de betrouwbaarheid van adviesystemen en ruimte inbouwt om de gift aan te passen aan de actuele weers- en veldsituatie

### 6.3.2 Uitgangspunten bij het conceptprotocol

Het conceptprotocol voor de bemesting van gewassen die geteeld worden na gescheurd grasland wordt opgesteld op basis van de verschillende uitgangspunten.

Het bodemonmonster moet na het scheuren van grasland worden genomen, omdat dit zo is afgesproken met de Europese Commissie. Op het bemonsteren vóór het scheuren van grasland wordt kort ingegaan in de discussie.

Het bemestingsadvies uit het conceptprotocol is dusdanig dat de totale hoeveelheid N die in de N-opname periode beschikbaar is, gelijk is aan de totale N-behoefte volgens het bemestingsadvies voor akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. (paragraaf 4.2.1). Het conceptprotocol houdt niet expliciet rekening met het risico op nitraatuitspoeling.

Er wordt een schatting gemaakt van de N-mineralisatie uit blijvend bouwland (deze zit nu verweven in het bemestingsadvies; paragraaf 4.2.1). De hoeveelheid N die voor het gewas beschikbaar is/komt uit het gescheurde grasland (inclusief organische stof uit de bodem) wordt bepaald door middel van een bepaling van minerale N en een schatting van de N-mineralisatie. Hiermee verschilt het protocol met dat van grasland, omdat bij graslandvernieuwing de piek in N-mineralisatie wordt opgevangen door het niet bemesten van de eerste, N-behoefte, snede na scheuren. Bij bouwland moet wel expliciet rekening worden gehouden met de N-mineralisatie uit het gescheurde grasland.

Voor de schatting van de N-mineralisatie op basis van een bodemmonster is geen methode beschikbaar; zowel niet voor gescheurd grasland als voor bouwland. In paragraaf 6.4 wordt ingegaan op verschillende methoden voor de schatting van N-mineralisatie. In het conceptprotocol in de onderhavige paragraaf wordt uitgegaan dat er een methode beschikbaar is waarmee een schatting voor de N-mineralisatie kan worden gemaakt (dit wordt mineralisatie<sub>bodemmonster</sub> genoemd).

Gezien de grote onzekerheden die er bestaan in de schatting van de mineralisatie uit een bodemanalyse, wordt de maximale mineralisatie<sub>bodemmonster</sub> gesteld op 195 kg N per ha. Dat is de som van de berekende N-mineralisatie uit blijvend bouwland (75 kg N per ha) en de extra mineralisatie uit gescheurd grasland (120 kg N per ha) in de periode april tot en met augustus (zie hoofdstuk 4, tabel 4.1). Dit sluit ook redelijk aan bij de korting met 100 kg N per ha voor een volggewas na gescheurd grasland uit bemestingsadvies voor akkerbouw en vollegrondsgroenten. Als de schatting van de mineralisatie<sub>bodemmonster</sub> door middel van onderzoek is verbeterd dan kan deze grens worden weggelaten

### 6.3.3 Conceptprotocol

#### *1. Bemonstering van het gescheurde grasland*

Het gescheurde grasland wordt bemonsterd. De tijd tussen bemonstering en het doodspuiten moet zo groot mogelijk zijn en minimaal twee weken bedragen (en indien mogelijk na een extra grondbewerking plaatsvinden), omdat

- De bodem vlak na het scheuren uit kluiten met resten van de gescheurde zode bestaat, wat leidt tot moeilijkheden bij bemonstering. Hoe langer kan worden gewacht met de bemonstering, hoe homogener het bodemmonster zal zijn.
- Hoe langer deze periode, hoe relatief meer N er al gemineraliseerd is tot minerale N. De meting van minerale N is met veel minder onzekerheden behept dan de schatting van mineralisatie<sub>bodemmonster</sub>. Het advies is betrouwbaarder indien het sterker is gebaseerd op minerale N dan op de schatting van de mineralisatie<sub>bodemmonster</sub>. Onderzoek geeft aan dat het gehalte aan minerale N snel oploopt na het doodspuiten van grasland (Velthof en Hoving, in voorbereiding).
- Hoe langer deze periode, hoe fijner de gewasresten en hoe beter de schatting van mineralisatie<sub>bodemmonster</sub>. In het onderzoek naar mineralisatie<sub>bodemmonster</sub> moet worden nagegaan of het effect van gewasresten op de N-mineralisatie via de bodemanalyse kan worden meegenomen.

Bij het tijdstip van bemonstering zijn vier situaties te onderscheiden:

- Bloembollen geplant in oktober op grasland dat in oktober gescheurd is. Er wordt dan vroeg in het voorjaar bemest (februari). Bemonstering moet plaats hebben in februari.
- Akkerbouw- en groentegewassen op kleigrond dat in de zomer- of herfstperiode gescheurd is en waarop in de zomer of herfst gezaaid of geplant is. Bemonstering moet plaats hebben in februari. De N-bemesting wordt vaak al in februari uitgevoerd.

- Akkerbouw-, groente-, en bloembolgewassen op kleigrond waarbij in de winter is gescheurd en in het voorjaar wordt gezaaid/geplant/gepoot. Bemonstering moet plaats vinden in februari/maart. De N-bemesting wordt bij een aantal gewassen al bij de zaaibed-/plantbed- of pootbedbereiding gegeven.
- Gewassen op klei- en zandgrond waarbij in het voorjaar wordt gescheurd en waar daarna wordt gezaaid, geplant of gepoot. Bemonstering moet zo laat mogelijk in het voorjaar gebeuren, maar moet wel worden afgestemd op het zaai-, plant- of poottijdstip en de daarbij behorende bemestingstijdstip.

Het aantal bodemmonsters dat moet worden genomen voor een mengmonster wordt vooralsnog gelijk gesteld aan de die van een bepaling van minerale N uit de adviesbasis voor bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen. Mocht blijken dat de monsters zeer heterogeen zijn (door resten van de zode) dan moeten er meer monsters worden genomen.

De te bemonsteren bodemlaag is de laag die in het bemestingsadvies staat weergegeven voor de Nmineraal-bepaling van het betreffende gewas (tabel 6.1).

## **2. Analyse van het bodemmonster**

Het bodemmonster wordt naar een laboratorium gestuurd dat de analyses van minerale N en mineralisatie<sub>bodemmonster</sub> kan uitvoeren. Het advies moet zo snel mogelijk na de bemonstering beschikbaar zijn (binnen twee weken).

Minerale N kan worden bepaald met standaardtechnieken zoals 1M KCl of 0,01M CaCl<sub>2</sub> in droge en veldvochtige monsters. Het toepassen van extractie met 0,01M CaCl<sub>2</sub> heeft als voordeel dat gelijktijdig andere nutriënten kunnen worden bepaald (Houba et al., 2000; Van Erp, 2002) en dat er mogelijkheden zijn om mineralisatie te schatten (zie paragraaf 6.4). Paragraaf 6.1 gaat in op mogelijkheden ter bepaling van mineralisatie<sub>bodemmonster</sub>.

## **3. Berekening van de N-bemesting**

De totale N-behoefte van een gewas wordt bepaald door de N-behoefte volgens de in paragraaf 4.2.1 beschreven methode. Omdat de atmosferische depositie hetzelfde is voor teelten op blijvend bouwland en na gescheurd grasland wordt de atmosferische depositie niet meegenomen. De N-behoefte (exclusief atmosferische depositie) van de gewassen wordt in tabel 6.4 weergegeven.

De bemesting na het scheuren van grasland wordt dan als volgt berekend:

N-bemesting (kg N per ha) = totale N-behoefte - minerale N – mineralisatie<sub>bodemmonster</sub>

waarin

- totale N-behoefte = de N-behoefte uit tabel 6.1 in kg N per ha;
- minerale N = de hoeveelheid minerale N in het monster genomen na scheuren, kg N per ha;
- mineralisatie<sub>bodemmonster</sub> = de N-mineralisatie die wordt berekend op basis van een bodemmonster) dat na het scheuren van grasland is genomen (paragraaf 6.4. Het



maximum voor mineralisatie<sub>bodemmonster</sub> wordt gesteld op 195 kg N per ha. Als de schatting van de mineralisatie<sub>bodemmonster</sub> op basis van een bodemanalyse door middel van onderzoek is verbeterd dan kan deze grens worden weggelaten.

#### 6.3.4 Discussie en conclusies

Het conceptprotocol is opgesteld op basis van allerlei aannames en theoretische overwegingen en zal in het veld moeten worden getoetst en beter onderbouwd. Prioriteit ligt hierbij bij de schatting van mineralisatie<sub>bodemmonster</sub> en bij de gewassen die het vaakst op gescheurd grasland worden geteeld, namelijk snijmaïs, aardappelen en bollen. Een vraag die gesteld kan worden is of de Europese Commissie een protocol accepteert dat is gebaseerd op een bepaling van minerale N na het scheuren met daarnaast een korting voor de N die via mineralisatie vrijkomt die niet is gebaseerd op een bodemanalyse, maar bijvoorbeeld op modelberekeningen.

Uit een inventarisatie die door PPO in 2004 is uitgevoerd bij telers die aardappelen of tulpen op gescheurd grasland telen, blijkt dat er voor het scheuren van het grasland in veel situaties dierlijke mest wordt uitgereden. Voor een goede benutting van de N uit de grasstoppel is dit niet gewenst. Bodembemonstering van zo'n perceel kan meestal pas enkele weken na toediening van de mest plaatsvinden, omdat anders de analyse-uitslagen onbetrouwbaar kunnen zijn. Toepassing van het conceptprotocol op basis van een bodemanalyse is dan niet zinvol, omdat er al is bemest. Bemonstering van het grasland vroeg in het voorjaar, voordat dierlijke mest uitgereden is, zou hier een optie kunnen zijn. De vraag is echter of een protocol op basis van een bodembemonstering voordat er wordt gescheurd acceptabel is voor de Europese Commissie. In zo'n protocol zou een analyse van bodemmonster van het niet-gescheurde grasland een voorspelling moeten geven van de N-mineralisatie na het scheuren.

Bij bemonstering tijdens het groeiseizoen wordt bij de teelt van consumptie-aardappelen gebruik gemaakt van de nitraatmeting in de bladsteeltjes. Deze analyse geeft de actuele N-status van het gewas weer en op basis hiervan besluit men wel of niet bij te bemesten en wordt de hoogte van de bijbemesting bepaald. Dit is een heel andere strategie dan die gebaseerd op een bodembemonstering. Voor de nitraatbepaling in de bladsteeltjes kunnen telers gebruik maken van de nitracheck of dit door een laboratorium laten uitvoeren. Welk systeem van tussentijdse bemonstering ook gebruikt wordt (nitraat-bladsteeltjesmethode, NBS-grondonderzoek, CropScan-gewasreflectiemethode) steeds geldt het bezwaar dat deze analyses geen voorspellende waarde hebben van de te verwachten mineralisatie. Op gescheurd grasland zou dan vaker bemonsterd moeten worden met meer momenten van eventuele bijbemestingen. Dit zou tot extra kosten kunnen leiden en is waarschijnlijk geen haalbaar alternatief ten opzichte van een bodembemonstering.

Tabel 6.1. Bemonsteringslaag en –datum, einddatum van de N-opname-periode bij de eerste teelt na het scheuren, bemestingsadvies, gehalte aan minerale N op 1 april in de bemonsteringslaag bij bemestingsadvies (paragraaf 4.2), en de N-mineralisatie in de periode tussen bemonstering (paragraaf 4.2) en het einde van de N-opname periode en de totale N-behoefte (exclusief atmosferische depositie).

Gewas	Bemonstering		Einde N-opname periode	advies	minerale N gehalte bij advies	N-Mineralisatie in opname periode	Totale N-behoefte
	laag, cm	datum					
Wittekool	60	1-apr	15-okt	270	30	90	390
Spitskool	60	1-apr	1-sep	250	30	75	355
Broccoli	60	1-apr	15-jul	250	30	50	330
Consumptie-aardappel (zand)	30	1-apr	1-aug	265	20	55	340
Spinazie (1e teelt)	30	1-apr	1-jun	210	20	25	255
Rodekool	60	1-apr	15-okt	265	30	90	385
Savooie kool	60	1-apr	15-okt	260	30	90	380
Consumptie-aardappel (klei/löss)	60	1-apr	1-aug	250	30	55	335
Zetmeelaardappel	30	1-apr	1-aug	240	20	55	315
Prei <sup>1</sup>	30	1-apr	1-okt	220	20	85	325
Spruitkool	60	1-apr	1-nov	195	30	90	315
Wintertarwe (klei)	100	1-feb	1-jul	210		47	257
Bloemkool	60	1-apr	1-aug	175	30	55	260
Krotten	30	1-apr	15-sep	185	20	80	285
Bleek- en groenselderij	60	1-apr	1-aug	180	30	55	265
Korrelmaïs	60	1-apr	1-aug	175	30	55	260
Winterkoolzaad	100	1-feb	1-jul	175	37	40	252
Paksoi	30	1-apr	15-jun	175	20	30	225
Suikermaïs, conserventeelt	60	1-apr	1-sep	170	30	75	275
2e Jaars plantui	30	1-apr	1-aug	170	20	55	245
Graszaad – Eng. raai gras 1e jaar	90	1-feb	1-jul	155	34	47	236
Chinese kool (verse markt)	60	1-apr	15-jun	130	30	30	190
Knolselderij	60	1-apr	15-okt	170	30	90	290
Augurk (vlakveldsteelt)	30	1-apr	15-sep	170	20	80	270
Augurk (aan een touw)	30	1-apr	15-sep	170	20	80	270
Pompoen	60	1-apr	15-sep	170	30	80	280
Voederbiet	60	1-apr	1-okt	165	30	85	280
Courgette	60	1-apr	1-sep	165	30	75	270
Patisson	30	1-apr	15-sep	165	20	80	265
Wintertarwe (zand)	100	1-feb	1-jul	160	37	47	244
Triticale (winter)	100	1-feb	1-jul	160	37	47	244

Gewas	Bemonstering		Einde N-opname periode	advies	minerale N gehalte bij advies	N-mineralisatie in opname periode	Totale N-behoefte
	laag, cm	datum					
GPS triticale, wintertarwe	100	1-feb	1-jul	150	37	47	234
Snijmaïs	60	1-apr	1-aug	160	30	55	245
Koolrabi	30	1-apr	1-jul	140	20	47	207
Snij- of bladselderij	30	1-apr	15-jun	160	20	30	210
Andijvie (1e teelt)	30	1-apr	15-jul	160	20	60	240
Vroege aardappelen	60	1-apr	1-aug	130	30	55	215
Suikerbiet	60	1-apr	1-okt	150	30	85	265
GPS wintergerst	60	1-feb	1-jun	135	26	32	193
Winterui	60	1-feb	1-jul	140	26	47	213
Winterkarwij	100	1-feb	1-jul	130	37	47	214
Radicchio	30	1-apr	15-jul	150	20	60	230
Rettich (Daikon-type)	60	1-apr	1-aug	125	30	55	210
Spinazie (volgteelt)	30	Nvt	Nvt	110	20		130
Wintergerst	100	1-feb	1-jun	140	37	25	202
Schorseneren	60	1-apr	1-dec	115	30	90	235
Peterselie, meermalige oogst	30	1-apr	1-jun	140	20	25	185
Postelein	30	1-apr	15-jun	130	20	30	180
Raapstelen	30	1-apr	1-jun	130	20	25	175
Zomertarwe	60	1-apr	1-aug	130	30	55	215
Suikermaïs, verse markt	60	1-apr	1-sep	130	30	75	235
Boerenkool	60	1-apr	15-aug	130	30	80	240
Afrikaantjes	60	1-apr	1-okt	130	30	85	245
Pootaardappel (klei)	60	1-apr	1-aug	120	30	55	205
Pootaardappel (zand/dalgrond))	60	1-apr	1-aug	120	30	55	205
Zaaiui	60	1-apr	15-aug	110	30	55	195
Bruine bonen	60	1-apr	15-aug	120	30	55	205
Stamsla- en stamsnijboon	30	1-apr	1-sep	120	20	75	215
Stokslaboon	30	1-apr	1-sep	120	20	75	215
Stokslijboon, spekboon, pronkboon	30	1-apr	15-sep	105	20	80	205
Vezelhennep	60	1-apr	1-sep	110	30	75	215
Winterbloemkool; geplant in augustus	60	1-feb	1-mei	120	26	17	163
Koolraap	60	1-apr	1-nov	120	30	90	240
Hyacint <i>planten najaar</i>	30	1-feb	1-jul	200	10	47	257
Tulp <i>planten najaar</i>	30	1-feb	1-jul	175	10	47	232

Gewas	Bemonstering		Einde N-opname periode	advies	minerale N gehalte bij advies	N-mineralisatie in opname periode	Totale N-behoefte
	laag, cm	datum					
Grofbollige Iris <i>planten najaar</i>	30	1-feb	1-aug	145	10	62	217
Bijzondere bolgewassen <i>planten najaar</i>	30	1-feb	15-jun	155	10	30	195
Kleinbollige Iris <i>planten najaar</i>	30	1-feb	1-aug	140	10	62	212
Krokus, Grote Gele <i>planten najaar</i>	30	1-feb	1-aug	125	10	62	197
Narcis <i>planten najaar</i>	30	1-feb	1-aug	125	10	62	197
Gladiool, pitten <i>planten voorjaar</i>	30	1-apr	1-okt	240	20	85	345
Gladiool, kralen <i>planten voorjaar</i>	30	1-apr	1-okt	170	20	85	275
Bijzondere bolgewassen <i>planten voorjaar</i>	30	1-apr	1-okt	175	20	85	280
Knolbegonia <i>planten voorjaar</i>	30	1-apr	1-okt	130	20	85	235

## 6.4 Bepaling van N-mineralisatie op basis van een bodemanalyse

Er zijn veel potentiële meetmethoden voor N-mineralisatie getest (zie bijvoorbeeld Keeney, 1982). Mogelijke methoden zijn onder andere het gehalte aan totaal N (Hassink, 1995), oplosbare organische N (bv. in 0,01M CaCl<sub>2</sub>; Groot en Houba, 1995), 'Hot KCl' extraheerbare minerale N (Gianello en Bremner, 1986) en de N-mineralisatie tijdens incubatie van grond (Velthof et al., 2000).

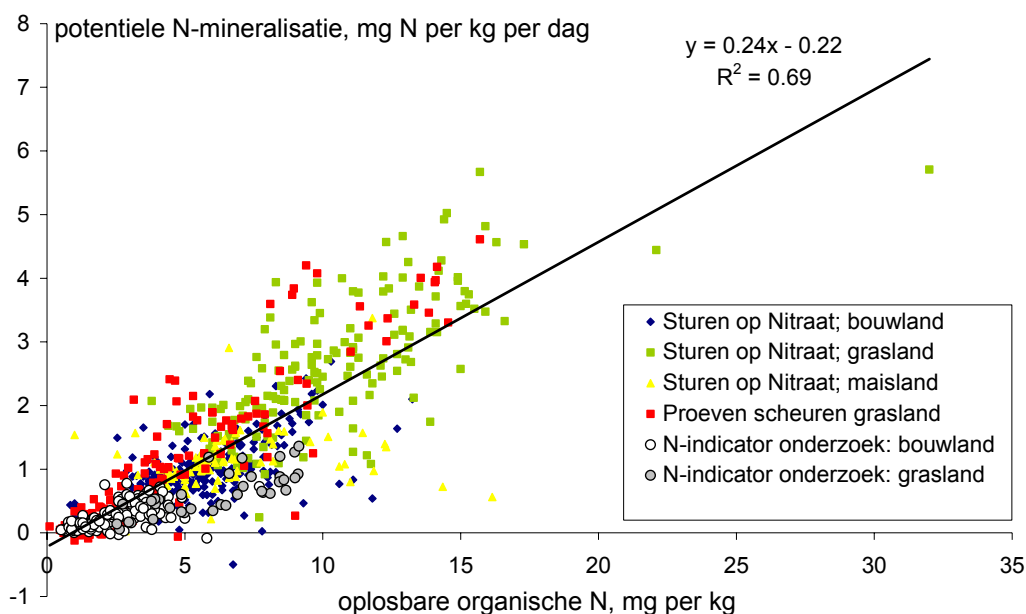
Voor grasland op zand- en kleigrond wordt het gehalte aan total N gebruikt als schatter van het N-leverend vermogen (NLV); dit is een indicator voor N-mineralisatie. Voor bouwland en het omzetten van grasland naar bouwland zijn in de adviesbases geen methoden beschreven voor de schatting van N-mineralisatie via een bodemanalyse.

In het kader van het project Sturen op Nitraat is de relatie onderzocht tussen enerzijds de potentiële mineralisatie (zie paragraaf 2.5.2) en anderzijds verschillende N- en C-fracties in monsters uit zand- en lössgronden. In dit onderzoek leverde het gehalte aan oplosbaar organische N (SON, Soluble Organic Nitrogen) de beste relatie met potentiële N-mineralisatie op (tabel 6.2). De SON was bepaald in gedroogde monsters volgens de methode van de Bodemkwaliteit van WUR (zie bijlage 3). Ook in andere studies is een goede relatie tussen SON en de (potentiële) mineralisatie gevonden (Appel en Mengel, 1998; Groot en Houba, 1995; Mengel et al., 1999; Smit et al., 2004; Velthof et al., 2000). In figuur 6.4 zijn resultaten van verschillende studies weergegeven. Het betreft voornamelijk monsters van zandgrond. De hoeveelheid

SON is klein en veel kleiner dan de hoeveelheid N die wordt gemineraliseerd. SON is dus wel een indicator voor N-mineralisatie, maar is niet een bepaalde voorraad waaruit N direct uit wordt gemineraliseerd (Mengel et al., 1999; Murphy et al., 1999).

Tabel 6.2. Enkelvoudige regressieanalyses met potentiële mineralisatie (in mg N kg<sup>-1</sup> dag<sup>-1</sup>) als responsvariabele en verschillende C- en N- fracties als onafhankelijke variabelen. De analyse is uitgevoerd met in totaal 459 monsters van de bovengrond (0-10 cm van grasland en 0-25 cm van bouw- en maïsland) van zand- en lössgronden uit het project Sturen op Nitraat (Velthof, 2003).

Onafhankelijke variabele	model	P	R <sup>2</sup> , %
totaal C, g C kg <sup>-1</sup>	Y = 1,378 + 0,001X	0,018	1
totaal N, g N kg <sup>-1</sup>	Y = 0,830 + 0,452X	< 0,001	13
Ctotaal/Ntotaal	Y = 3,147 - 0,084X	< 0,001	13
oplosbaar C (0,01M CaCl <sub>2</sub> ), mg C kg <sup>-1</sup>	Y = -0,1329 + 0,013X	< 0,001	58
oplosbaar N (SON) (0,01M CaCl <sub>2</sub> ), mg N kg <sup>-1</sup>	Y = -0,121 + 0,226X	< 0,001	61
Coplosbaar/Noplosbaar	Y = 1,841 - 0,014X	0,014	1
hot KCl NH <sub>4</sub> , mg N kg <sup>-1</sup>	Y = 0,399 + 0,053X	< 0,001	29



Figuur 6.4. Relatie tussen SON en de potentiële mineralisatie in monsters uit Sturen op Nitraat (tabel 6.1; Velthof, 2003), N-indicator onderzoek (Smit et al., 2004) en het onderzoek naar scheuren van grasland in LNV-programma 398-II (Velthof en Hoving, 2004; in voorbereiding). De monsters van “Sturen op Nitraat” betreffen monsters die in het voorjaar zijn genomen van de 0-10 cm laag voor grasland en 0-25 cm laag voor maïs- en bouwland op zand- en lössgrond. De monsters van het “N-indicator onderzoek” betreffen de lagen 0-30, 30-60 en 60-90 cm op verschillende locaties, tijdstippen en grondsoorten. De monsters van “scheuren op grasland” betreffen monsters van vier tijdstippen, drie locaties (twee zand en één klei) en de lagen 0-30, 30-60 en 60-90 cm.

Een voordeel van SON als indicator voor N-mineralisatie is dat

- in hetzelfde monster N-mineraal kan worden bepaald (Houba et al., 2000), waardoor een indicator voor de direct beschikbare N wordt gecombineerd met een indicator voor N-mineralisatie;

- naast N, ook andere nutriënten (en eventueel contaminanten) gelijktijdig kunnen worden bepaald (Houba et al., 2000; Van Erp, 2002);
- de methode van chemische grondanalyse op basis van met extractie met 0,01M CaCl<sub>2</sub> eenvoudig en gemakkelijk te standaardiseren is (Houba et al., 2000).

Een nadeel van SON is dat het voorspellend vermogen voor N-mineralisatie na het scheuren van grasland en de relatie met N-opname door het gewas nog niet is getest in het veld. Dit geldt echter ook voor de andere indicatoren voor mineralisatie, behalve voor totaal N in grasland.

Een andere optie is om op basis van SON en de relatie uit figuur 6.4 een schatting te maken van de N-mineralisatie onder veldomstandigheden. De potentiële N-mineralisatie moet dan naar een mineralisatie onder veldomstandigheden worden vertaald. Hiervoor zijn correctiefactoren nodig voor temperatuur en vochtgehalte (bv. Antonopoulos, 1999) en moet na worden gegaan wat het effect is van de bij de potentiële N-mineralisatie toegepaste monsterbehandeling op de mineralisatie (bijlage 4). Er zijn in het kader van de onderhavige studie indicatieve berekeningen uitgevoerd. De berekende N-mineralisatie was veel hoger dan andere schattingen van N-mineralisatie op basis van metingen en modelberekeningen. Daarom is deze methode niet verder uitgewerkt.

Uit onderzoek van Velthof en Hoving (2004; in voorbereiding) volgt dat (resultaten niet getoond):

- de gehalten van SON schommelen in een jaar, maar de fluctuaties zijn beperkt ten opzichte van de schommelingen in minerale N;
- er lijkt een niveauverschil te bestaan in SON tussen de drie locaties; er is niet nader onderzocht waardoor dit wordt veroorzaakt. ;
- het scheuren en herinzaai van grasland in april heeft geen duidelijk effect op SON, zowel niet in de periode direct na het scheuren als later in het seizoen.

Bovenstaande betekent dat een bepaling van SON op een bepaald moment gebruikt kan worden voor voorspelling van het SON-gehalte (en de hierop gebaseerde mineralisatie) voor een langere periode. Verder kan dit betekenen dat een bepaling van SON in monster dat vóór het scheuren is genomen een schatting kan leveren van de N-mineralisatie na scheuren en herinzaai. Of dit ook geldt voor omzetten van grasland naar bouwland is niet bekend. Het is opmerkelijk dat scheuren geen effect heeft op SON en dit suggereert dat de ondergewerkte gewasresten geen effect hebben op SON. Dit vraagt om aandacht indien SON als methode zou worden gebruikt voor de schatting van N-mineralisatie na het scheuren van grasland.

Voor het conceptprotocol voor bouwland uit paragraaf 6.3 is een methode nodig om de mineralisatie op basis van een bodemmonster te bepalen:  $\text{mineralisatie}_{\text{bodemmonster}}$ . Hiervoor is op dit moment geen methode beschikbaar. Er is onderzoek nodig om zo'n methode te ontwikkelen. Dit onderzoek zou kunnen worden toegespitst op de relatie tussen SON en/of totaal N na het scheuren van grasland en de N-mineralisatie in het veld of ongestoorde monsters. In dit onderzoek moet aandacht zijn of met de bodemanalyse ook een schatting wordt verkregen van de N-mineralisatie uit gewasresten.

## 7 Conclusies

*G.L. Velthof (Alterra)*

### 7.1 Inleiding

Om de maatregelen op het gebied van scheuren van grasland uit het Derde Nederlandse Actieprogramma inzake de Nitraatrichtlijn te kunnen implementeren in het Besluit gebruik meststoffen (Bgm) heeft het ministerie van LNV aan WUR gevraagd om de volgende studies uit te voeren:

- het kwantificeren van het risico op N-uitspoeling na het scheuren van grasland op verschillende tijdstippen. (hoofdstuk 3);
- het opstellen van een lijst met N-behoefte gewassen die na het scheuren van grasland kunnen worden geteeld (hoofdstuk 4);
- het opstellen van een lijst met tuinbouwgewassen waarvan het uit oogpunt van vruchtwisseling voordelig is om na grasland geteeld worden (hoofdstuk 5);
- het afleiden van een conceptprotocol waarmee de bemesting van een gewas na gescheurd grasland kan worden bepaald op basis van een bodemonmonster (hoofdstuk 6).

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste conclusies en aanbevelingen voor het beleid gegeven en wordt aangegeven waar de belangrijkste kennishiaten liggen en waar aanvullend onderzoek nodig is.

### 7.2 Effect tijdstip van scheuren

Voor zand- en lössgronden wordt aanbevolen om de periode waarin grasland gescheurd mag worden af te bakenen van februari tot half mei. Het is dan nog mogelijk om één snede te oogsten, hetgeen het draagvlak bij de boeren voor deze maatregel zal verhogen. De modelberekeningen geven aan dat het risico op nitraatuitspoeling bij scheuren in mei iets toeneemt. Het wordt aanbevolen om experimenteel onderzoek uit te voeren waarin de effecten van graslandvernieuwing in mei, nadat er een snede is geoogst, op de nitraatuitspoeling worden gekwantificeerd. Als uit dit onderzoek blijkt dat het risico op uitspoeling bij scheuren in mei beperkt is dan kan de grens van half mei worden gehandhaafd. Als uit dit onderzoek echter blijkt dat scheuren in mei leidt tot een te hoge nitraatuitspoeling, dan zou bij de afbakening van het voorjaar de grens in april moeten worden gelegd.

Modelberekening voor klei en veen laten zien dat de nitraatuitspoeling na het scheuren van grasland laag is (doordat de denitrificatie hoog is). Het risico op uitspoeling van totaal N naar grond- en oppervlaktewater neemt iets toe bij het scheuren in oktober. Deze resultaten geven geen aanleiding om de huidige wetgeving voor veen- en kleigrond aan te passen. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat er

geen meetgegevens beschikbaar zijn om de modeluitkomsten voor veen en klei te verifiëren.

### **7.3 N-behoefte gewassen**

Er is een lijst met N-behoefte gewassen opgesteld, waarbij is uitgegaan dat het bemestingsadvies van deze gewassen groter is dan de extra mineralisatie in gescheurd grasland ten opzichte van bouwland. Uit modelberekeningen volgt dat deze extra mineralisatie in de periode april tot en met augustus 120 kg N per ha bedraagt. Door zowel variaties in de N-mineralisatie in bouwland als in gescheurd grasland zal deze waarde van 120 kg N per ha met een bandbreedte zijn omgeven. De 120 kg N per ha wordt als een gemiddelde waarde beschouwd. De gewassen met een bemestingsadvies hoger dan 120 kg N per ha worden in tabel 4.2 (akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen) en 4.3 (bolgewassen) gegeven. Ook grasland voldoet aan het criterium dat het bemestingsadvies hoger is dan 120 kg N per ha.

Bij sommige gewassen is een aanvullende N-bemesting nodig omdat de hoeveelheid N die uit de gescheurde zode vrijkomt niet hoog genoeg is om te voldoen aan de N-vraag in het begin van de groei en tijdens de periode met de hoogste N-opname. Deze ruimte is er, aangezien het bemestingsadvies voor deze gewassen hoger is dan de 120 kg N per ha. De aanvullende N-gift moet worden bepaald op basis van een bodemanalyse (hoofdstuk 6).

Het risico op nitraatuitspoeling bij de teelt van andere gewassen dan gras na het scheuren van grasland is niet in kaart gebracht. Dit risico wordt enerzijds bepaald door het risico op nitraatuitspoeling bij het opvolgen van het bemestingsadvies en anderzijds door het risico op nitraatuitspoeling door de extra mineralisatie uit het gescheurde grasland in de herfst en winter. De teelt van een vanggewas kan het risico op uitspoeling beperken. Het wordt aanbevolen om bij monitoringprogramma's van nitraatconcentraties in het bovenste grondwater te registreren of er een gewas geteeld wordt op gescheurd grasland. Een analyse van deze monitoringgegevens kan aangeven of de teelt van gewassen op gescheurd grasland tot een hogere uitspoeling leiden dan de teelt van dezelfde gewassen op blijvend bouwland.

### **7.4 Tuinbouwgewassen na grasland uit oogpunt van vruchtwisseling**

Voor bepaalde gewassen heeft de teelt na het scheuren van grasland voordelen, zoals een goede bodemstructuur en minder kans op bepaalde ziektes. Tuinbouwgewassen waarvoor dit geldt zijn koolgewassen, tulp en lelie. Alleen lelie komt nog niet voor op de lijst met N-behoefte gewassen in hoofdstuk 4.



## **7.5 Conceptprotocol voor bemesting op basis van een bodemanalyse**

### **7.5.1 Grasland**

Voor grasland is een conceptprotocol opgesteld waarin het wel of niet geven van een startgift van 30 kg N per ha voor de eerste snede wordt bepaald door een analyse van minerale N in een bodemmonster van 0–20 cm dat na herinzaai is genomen. Er is hierbij een grens gesteld dat een startgift gegeven kan worden indien het gehalte aan minerale N lager is dan 50 kg N per ha. Deze grens zou door middel van onderzoek beter onderbouwd moeten worden. Het is echter te verwachten dat de gehalten aan minerale N veel hoger zijn en dan wordt geadviseerd om geen N-bemesting toe te passen in de eerste snede na herinzaai. De piek in N-mineralisatie na het scheuren wordt dan opgevangen door de hoge N-opname van het ingezaaide en onbemeste grasland. De bemesting van de overige (productieve) snedes wordt gebaseerd voor zand-, löss- en kleigrond gebaseerd op de NLV, die wordt bepaald door middel van analyse van totaal N in een bodemmonster dat na herinzaai is genomen. Voor veengrond is geen relatie vastgesteld tussen NLV en totaal N en zijn er ook geen andere indicatoren beschikbaar voor de schatting van de N-mineralisatie op basis van een bodemmonsters. Het wordt daarom geadviseerd om de NLV van veengrond vast te stellen volgens het huidige bemestingsadvies.

### **7.5.2 Snijmaïs en akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen**

Voor snijmaïs en akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen is een conceptprotocol opgesteld waarmee op basis van analyse van minerale N en een mogelijke analysemethode om de N-mineralisatie te schatten, een schatting wordt gemaakt van de hoeveelheid N die beschikbaar is uit het gescheurde grasland. De bemesting wordt gebaseerd op de totale N-behoefte en de hoeveelheid N die volgens de bodemanalyse beschikbaar is tijdens de N-opname periode. De N-behoefte, het tijdstip van bemonstering en de te bemonsteren laag is gewasafhankelijk (tabel 6.1).

Voor de schatting van de N-mineralisatie op basis van een bodemmonster is geen meetmethode beschikbaar; zowel niet voor gescheurd grasland als voor bouwland. Het wordt daarom aanbevolen om de periode tussen doodspuiten en bodembemonstering zo groot mogelijk te maken. Hoe langer deze periode, hoe relatief meer N er al gemineraliseerd is tot minerale N. Er is onderzoek nodig om een meetmethode voor schatting van N-mineralisatie via een bodemanalyse te ontwikkelen. Dit onderzoek zou kunnen worden toegespitst op de relatie tussen SON en/of totaal N na het scheuren van grasland en de N-mineralisatie onder veldomstandigheden of ongestoorde monsters. Prioriteit ligt bij de gewassen die het vaakst op gescheurd grasland worden geteeld, namelijk snijmaïs, aardappelen en bollen. In dit onderzoek moet aandacht worden besteed aan de mogelijkheid om met een bodemanalyse een schatting kan te geven van de N-mineralisatie uit gewasresten. Een andere optie is een protocol dat is gebaseerd op een bepaling van minerale N na het scheuren met daarnaast een korting voor de mineralisatie die niet

is gebaseerd op een bodemanalyse, maar bijvoorbeeld op modelberekeningen. Het is niet duidelijk of de Europese Commissie zo'n protocol accepteert.

Vaak wordt er bij gewassen als aardappelen voor het scheuren van het grasland nog dierlijke mest uitgereden. Toepassing van het conceptprotocol op basis van een bodemanalyse is dan niet zinvol, omdat er al is bemest en analyseresultaten vlak na bemesting onbetrouwbaar zijn. Bemonstering van het grasland vroeg in het voorjaar, voordat dierlijke mest uitgereden is, is hier het meest gunstige bemonsteringstijdstip. De vraag is echter of een protocol op basis van een bemonstering vóórdat er wordt gescheurd acceptabel is voor de Europese Commissie.

Bij bepaalde gewassen (zoals aardappelen) wordt N bijbemest op basis van een gewasbepaling (bijvoorbeeld een nitraatmeting in de bladsteeltjes). Deze analyse geeft de actuele N-status van het gewas, maar zegt niets over de te verwachten mineralisatie. Op gescheurd grasland zou dan vaker bemonsterd moeten worden met meer momenten van eventuele bijbemestingen. Dit zou tot extra kosten leiden en is waarschijnlijk geen haalbaar alternatief ten opzichte van een bodembemonstering.

Een veel eenvoudiger en net zo effectieve manier is het standaard korten met een bepaalde waarde van de N-adviesgift (en eventueel gebruiksnorm) van het gewas dat na scheuren van grasland wordt geteeld. Deze optie is niet verder uitgewerkt, omdat met de Europese Commissie is afgesproken dat de bemesting zal worden bepaald op basis van een bodemonster. In de verschillende adviesbases voor bemesting staan richtlijnen voor het korten van de N-bemesting van het gewas dat na gescheurd grasland wordt geteeld.

## Literatuur

- Aarts, H.F.M., J.G. Conijn en W.J. Corré (2001) Nitrogen fluxes in the plant component of the 'De Marke' farming system, related to groundwater nitrate content. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 49, 153-162.
- Aarts, H.F.M., D.W. Bussink, I.E. Hoving, H.G. van der Meer, R.L.M. Schils en G.L. Velthof (2002) Milieutechnische en landbouwkundige effecten van graslandvernieuwing. Een verkenning aan de hand van praktijksituaties. *Plant Research International, Rapport 41A*, Wageningen, 32 p.
- Aarts, H.F.M. en G.L. Velthof (2004) In welke periode is graslandvernieuwing verantwoord? Interne notitie WUR.
- Adams, W.A. and M.T. Jan (1999) Utilization of nitrogen accumulated by a clover containing ley following cultivation. *Soil Use and Management* 15, 247-253.
- Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen, publicatie PPO 307, februari 2003.
- Antonopoulos, V.Z. (1999) Comparison of different models to simulate soil temperature and moisture effects on nitrogen mineralization in the soil. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 162, 667-675.
- Appel, T. en K. Mengel (1998) Prediction of mineralizable nitrogen in soils on the basis of an analysis of extractable organic N. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde* 161, 433-452.
- Bhagal, A., D.V. Murphy, S. Fortune, M.A. Shepherd, D.J. Hatch, S.C. Jarvis, J.L. Gaunt, en K.W.T. Goulding (2000) Distribution of nitrogen pools in the soil profile of undisturbed and reseeded grasslands. *Biology and Fertility of Soils* 30, 356-362.
- Cabrera, M.L. en D.E. Kissel (1988) Evaluation of a method to predict nitrogen mineralized from soil organic matter under field conditions. *Soil Science Society of America Journal* 52, 1010 – 1015.
- Conijn, J.G., G.L. Velthof en F. Taube (eds.) (2002), Grassland resowing and grass-arable crop rotations; international workshop on agricultural and environmental issues, *Plant Research International Report 47 / EGF Work. Group Grassland Resowing and Grass-Arable Rotations Report 1.*
- Conijn, J.G. en F. Taube (eds.) (2004), Grassland resowing and grass-arable crop rotations; consequences for performance and environment. *Plant Research International Report 80 / EGF Work. Group Grassland Resowing and Grass-Arable Rotations Report 2.*
- Davies, M.G., K.A. Smith and A.J.A. Vinten (2001) The mineralisation and fate of nitrogen following ploughing of grass and grass-clover swards. *Biology and Fertility of Soils* 33, 423-434.
- Dijk, W. van, T.B. Hofman, K. Nijssen, H. Everts, A.P. Wouters, J.G. Lamers, J. Alblas, and J. van Bezooijen (1996) Effecten van mais-gras Vruchtwisseling. Verslag Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond No. 217, 140 pp.

- Dolfing J., W.J.M. Groot de, I.E. Hoving en P.J. Kuikman (2004) Lachgasemissie bij graslandvernieuwing in voor- of najaar: resultaten van een éénjarige meetcampagne, Alterra, rapport 896, 52 p.
- Djurhuus, J. en P. Olsen (1997) Nitrate leaching after cut grass/clover leys as affected by time of ploughing. *Soil Use and Management* 13, 61-67.
- Eriksen, J. en L.S. Jensen (2001). Soil respiration, nitrogen mineralisation and uptake in barley following cultivation of grazed grasslands. *Biology and Fertility of Soils* 33: 139-145
- Erp, van P.J. (2002) The potentials of multi-nutrient soil extraction with 0.01M CaCl<sub>2</sub> in nutrient management. Proefschrift Wageningen Universiteit, 237 p.
- Francis, G.S. (1995) Management practices for minimising nitrate leaching after ploughing temporary leguminous pastures in Canterbury, New Zealand. *Journal of Contaminant Hydrology* 20, 313-327.
- Franzluebbers, A.J. (1999) Potential C and N mineralization and microbial biomass from intact and increasingly disturbed soils of varying texture. *Soil Biology and Biochemistry* 31, 1083 – 1090.
- Fraters, B., P.H. Hotsma, V.T. Langenberg, T.C. van Leeuwen, A.P.A. Mol, C.S.M. Oltshoorn, C.G.J. Schotten en W.J. Willems (2004) Agricultural Practice and water quality in the Netherlands in the 1992-2002 period. RIVM, Report 500003002/2004, Bilthoven, 178 p.
- Gianello, G. en J.M. Bremner (1986) A simple chemical method of assessing potentially available organic nitrogen in soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 17, 195-214.
- Gill, K., S.C. Jarvis, en D.J. Hatch (1995) Mineralization of nitrogen in long-term pasture soils: effect of management. *Plant and Soil* 172, 153-162.
- Groot, J.J.R. en V.J.G. Houba (1995) A comparison of different indices for nitrogen mineralization. *Biology and Fertility of Soils* 19, 1-9.
- Haney, R.L., A.J. Franzluebbers, E.B. Porter, F.M. Hons en D.A. Zuberer (2004) Soil carbon and nitrogen mineralization: influence of drying temperature. *Soil Science Society of America Journal*, 489 – 492.
- Hassink, J. (1995) Organic matter dynamics and N mineralization in grassland soils. Proefschrift Wageningen Universiteit, 250 p.
- Hopkins, A., P.J. Murray, P.J. Bowling, A.J. Rook & J. Johnson (1995) Productivity and nitrogen uptake of ageing and newly sown swards of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) at different sites and with different nitrogen fertilizer treatments. *European Journal of Agronomy* 4: 65-75.
- Houba, V.J.G., E.J.M. Temminghoff, G.A. Gaikhorst en W. Van Vark (2000) Soil analysis procedures using 0.01 M calcium chloride as extraction reagent. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 31, 1299-1396.
- Hoving, I.E., H. de Boer en G.L. Velthof (2003) Voorjaarsinzaai pakt goed uit in 2002. *Praktijk Kompas*
- Huntjes, J.L.M. (1971) The influence of living plants on mineralization and immobilization of nitrogen. *Plant Soil* 35: 77-94.
- Jenkinson, D.S. (1988) Soil organic matter and its dynamics, p. 564-607 In: Wild, A. (ed.) *Russels's Soil Conditions and Plant Growth*. 11th edition, Longman, New York.

- Johnston, A.E. (1986) Soil organic matter, effects on soils and crops. *Soil Use and Management* 2, 97-105.
- Keeney, D.R. (1982) Nitrogen-availability indices. pp. 711-733 In: Page AL, R.H. Miller en D.R. Keeney (eds.) *Methods of Soil analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, ASA-SSSA, Madison.
- Kwantitatieve Informatie akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt 2002, publicatie PPO 301, maart 2003.
- Laboratorium voor bloembollenonderzoek (1998). Stikstofbemesting en nutriëntenonderzoek bij diverse gewassen. Rapport bloembollenonderzoek 101, Lisse.
- Landman, A. (1994) Opname en afvoer van nutriënten door bolgewassen. Rapport bloembollenonderzoek 94, Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, Lisse.
- Macduff, J.A. en R.E. White (1985) Net mineralization and nitrification rates in a clay soil measured and predicted in permanent grassland from soil temperature and moisture content. *Plant and Soil* 86, 151-172.
- Mengel, K., B. Schneider en H. Kosegarten (1999) Nitrogen compounds extracted by electroultrafiltration (EUF) or CaCl<sub>2</sub> solution and their relationships to nitrogen mineralization in soils. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 162, 139-148.
- Murphy, D.V., A.J. Macdonald, E.A. Stockdale, K.W.T. Goulding, S. Fortune, J.L. Gaunt, P.R. Poulton, J.A. Wakefield, C.P. Webster en W.S. Wilmer (2000). Soluble organic nitrogen in agricultural soils. *Biol Fertil Soils* 30: 374-387.
- Nevens, F., L. Bommelé en D. Reheul (2003) M.66.1 Onderzoeksproject in het kader van het mest- en mineralenprogramma 398-II. Universiteit van Gent, Faculteit van de Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen. Vakgroep Plantaardige Productie. Rapport 1, 64 p.
- Patra, A.K., S.C. Jarvis en D.J. Hatch (1999) Nitrogen mineralization in soil layers, soil particles and macro-organic matter under grassland. *Biology and Fertility of Soils* 29, 38-45.
- RIVM (2004) Mineralen beter geregeld. Evaluatie van de werking van de Meststoffenwet 1998-2003. RIMV rapport 50003001, Bilthoven, 170 p.
- Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, M.J.C. Bode, M.J.C., W. van Dijk, W., J.C. van Middelkoop, M.H.A. de Haan, R.L.M. Schils, G.L. Velthof en W.J. Willems (2004) Gebruiksnormen bij verschillende landbouwkundige en milieukundige uitgangspunten. Rapport Plant Research International 79, 166 p.
- Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, J.C. van Middelkoop, M.H.A. de Haan, R.L.M. Schils, G.L. Velthof, B. Fraters en W.J. Willems (2005). Limits to the use of manure and mineral fertilizer in grass and silage maize production, with special reference to the EU Nitrates Directive. Report 93, Plant Research International, Wageningen, 48 pp.
- Sheperd, M.A., D.J. Hatch, S.C. Jarvis en A. Bhogal (2001) Nitrate leaching from reseeded pasture. *Soil Use and Management* 17, 97-105.
- Smit, A., S. Radersma, S. van 't Riet, M. Hack-ten Broeke en S. Conijn (2004) Zoeken naar een indicator voor mobiel N in de bodem. Alterra rapport 892, 56 pp.
- Smit, A., en K.B. Zwart (2003) Stikstofstromen op de kernbedrijven Meterik en Vredepeel. Mineralisatie van bodem en gewasresten. Telen met Toekomst Rapport OV 0304, 26 pp.
- Smit, A.L. en A. van der Werf (1992) Fysiologie van stikstofopname en -benutting: gewas- en bewortelingskarakteristieken. In: H.G. van der Meer en J.H.J. Spiertz

- (red.): Stikstofstromen in agro-ecosystemen. Agrobiologische Thema's 6, 51-69. AB-DLO, Wageningen (in Dutch).
- Velthof, G.L., O. Oenema en J.A. Nelemans (2000), Vergelijking van indicatoren voor stikstofmineralisatie in bouwland Meststoffen. Meststoffen 2000, 45-52.
- Velthof, G.L. en O. Oenema (2001) Effects of ageing and cultivation of grassland on soil nitrogen. Wageningen, Alterra, Green World Research. Alterra-rapport 399. 56 pp.
- Velthof, G.L., H.G. van der Meer en H.F.M Aarts (2002) Some environmental aspects of grassland cultivation. The effects of ploughing depth, grassland age, and nitrogen demand of subsequent crops. Alterra rapport 581, 28 pp.
- Velthof, G.L. (2003) Relaties tussen mineralisatie, denitrificatie en indicatoren voor bodemkwaliteit in landbouwgronden, Alterra rapport 769, 38 pp.
- Velthof, G.L. en I.E. Hoving (2004) Effects of grassland renovation on herbage yields and nitrogen losses, pp. 554-556. In: DJ Hatch, DR Chadwick, SC Jarvis en JA Roker (Editors), Controlling nitrogen flows and losses, Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- Velthof, G.L. (2004) Onderbouwing van enkele middelvoorschriften uit het Nederlandse Actieprogramma Nitraatrichtlijn. Intern WUR rapport
- Vertès, F., C. Walter, J.C. Simon en M. Le Roy (2001) Long term evolution of soils C and N content according to soil type, land use and organic fertilisation practices. In: Actes du colloque 11th Nitrogen Workshop, Reims 9-12 sept., Book of abstracts, pp. 373-374.
- Whitehead, D.C., A.W. Bristow and D.R. Lockyer (1990). Organic matter and nitrogen in the unharvested fractions of grass swards in relation to the potential for nitrate leaching after ploughing. *Plant and Soil* 123: 39-49.
- Willems, W.J., T.V. Vellinga, O. Oenema, J.J. Schröder, H.G. van der Meer, B. Fraters en H.F.M. Aarts (2000) Onderbouwing van het Nederlandse derogatie-verzoek in het kader van de Europese Nitraatrichtlijn. RIVM rapport 718201002, Bilthoven.
- Zwart, K.B., A.P. Whitmore & J.G. Bokhorst (1999) Management of organic matter in open organic, ecological and integrated cropping systems. Final report. Report 102, AB-DLO, Wageningen, 90 pp (in Dutch).

## **Bijlage 1 Aanvullende informatie over de teelt van gewassen op gescheurd grasland**

*P.H.M Dekker P.H.M (PPO)*

### **Snijmaïs**

Van de gewassen die op gescheurd grasland geteeld worden, is snijmaïs, na herinzaai van grasland het belangrijkste gewas. Snijmaïs heeft een hoge N-behoefte en is goed in staat om de gemineraliseerde N uit de grasstoppel te benutten. Veel snijmaïs wordt in continueelt verbouwd, maar meer en meer neemt de belangstelling en de noodzaak toe om ook snijmaïs in een vruchtwisseling op te nemen. Dat betekent dat het meer in rotatie met gras geteeld wordt. Continueelt van snijmaïs kan tot verschraling van de percelen leiden, omdat de organischestofvoorziening in de knel kan komen. Snijmaïs wordt eind april gezaaid en de teelt kan goed ingepast worden in een systeem met scheuren in het voorjaar.

Hoewel snijmaïs in de herfst (september/oktober) wordt geoogst, stopt de N-opname al vrij snel na het beëindigen van de bloei. Dit is begin augustus. De N die door mineralisatie in de nazomer en herfst beschikbaar komt, wordt door de snijmaïs niet meer benut. De N-benutting in de herfstperiode vraagt daarom aandacht. De teelt van een N-vanggewas na maïs is vanaf 1 januari 2006 verplicht. Het gaat dan om de teelt van een grasgroenbemester, die reeds voor het sluiten van het gewas in juni tussen de maïs rijen gezaaid wordt of teelt van een groenbemester na de oogst van de snijmaïs. Vanwege aaltjesproblematiek zijn er ook bedrijven die na de teelt van snijmaïs voor zwarte braak kiezen. Inzaai van gras of van groenbemers kan in sommige situaties de problematiek van polyfage aaltjessoorten verergeren. Een generieke maatregel om in de herfst verplicht een groenbemester als N-vanggewas te telen, stuit dan op problemen. Voor teelt van maïs voor corn cob mix en korrelmaïs geldt hetzelfde als voor snijmaïs. Korrelmaïs wordt echter op akkerbouwbedrijven geteeld en de teelt op gescheurd grasland komt niet of nauwelijks voor.

De N-opname door snijmaïs op 1 juni bedraagt ongeveer 40 kg N per ha en op 1 juli, 1 augustus en 1 september respectievelijk 110, 190 en 200 kg N per ha.

### **Akkerbouwgewassen**

#### *Aardappelen*

Van de akker- en tuinbouwgewassen die op gescheurd grasland worden geteeld, is de aardappel één van de meest voorkomende gewassen. De reden waarom aardappel op gescheurd grasland wordt geteeld is heel divers. Het betekent een verruiming van het bouwplan van de akkerbouwer, een mogelijkheid tot schaalvergroting in de aardappelteelt en er kan geprofiteerd worden van de betere bodemstructuur. Wel is de kans op schurft en *Rhizoctonia* groter en de kans op *Verticillium* juist weer lager. Ook schade door emelten en ritnaalden is een punt dat aandacht vraagt; zeker nu de

bestrijdingsmogelijkheden sterk zijn beperkt. In situaties dat er sprake is van verhoogde risico's van schade door *Trichodorus*aaltjes is de aardappelteelt op gescheurd grasland niet aan te bevelen. Dit speelt op de lichte gronden. De soms lage pH van gescheurd grasland is voor aardappelen gunstig. Door land te huren kan de vruchtwisseling verruimd worden. Door niet 25 %, maar 20 % of minder van de bedrijfsoppervlakte met aardappelen te telen, verkleint men de risico's van aardappelcystenaaltje en kan van een opbrengstverhoging geprofiteerd worden.

Teelt van aardappelen op gescheurd grasland betreft zowel een teelt in eigen beheer op gemengde bedrijven (grasland/akkerbouw) dan wel een teelt van een akkerbouwer die land bij een veehouder huurt of land ruilt met een veehouder. De akkerbouwer die land huurt of ruilt heeft belangstelling voor gescheurd grasland vanwege de versheid van de grond (geen aardappelcystenaaltje) en de goede bodemstructuur. Ook speelt een rol dat ten behoeve van de aardappelteelt er op akkerbouwbedrijven meestal geen land beschikbaar is om te huren. Akkerbouwers streven er naar om op hun bedrijf een zo hoog mogelijk aandeel aardappelen te telen en hebben dan geen land over om voor de teelt van aardappelen te verhuren. Huren van gescheurd grasland is dan al snel een optie. Veehouders verhuren het liefst aardappelland voor de teelt van vroege of middenvroeg aardappelen. Ze willen het land weer vroeg in de herfst beschikbaar hebben voor inzaai van een wintergewas of voor inzaai van blijvend gras.

Bij aardappel speelt de N-voorziening in het begin van de teelt een belangrijke rol. Geadviseerd wordt dat bij opkomst van de aardappelen er tenminste 125 tot 150 kg werkzame-N per ha beschikbaar moet zijn. De mineralisatie van de grasstoppel is dan nog maar beperkt op gang gekomen. Wat de N-bemesting betreft moet een onderscheid gemaakt worden tussen de teelt van pootaardappelen en de teelt van consumptie- en fabrieksaardappelen. De N-behoefte van pootaardappelen is lager dan die van de andere teeltwijzen. Het bemestingsadvies voor pootaardappelen is 120 kg kunstmest-N per ha en die van consumptie- en fabrieksaardappelen ongeveer 250 kg N per ha.

Pootaardappelen hebben een kort groeiseizoen en de N-opname loopt door tot het moment van doodspuiten of loofklappen (juli/augustus). Consumptie- en fabrieksaardappelen hebben weliswaar een langer groeiseizoen (oogstdatum in september/oktober), maar de N-opname stopt al half augustus bij het bereiken van het loofmaximum. De voorgaande netto mineralisatie na begin augustus wordt niet meer benut en leidt tot betrekkelijk hoge gehalten aan minerale N bij aanvang van het uitspoelingsseizoen. De teelt van vroege aardappelen op gescheurd grasland is niet aantrekkelijk, omdat de mineralisatie uit het gescheurde grasland de afrijping c.q. vroegheid kan vertragen.

Veelal worden in praktijk na gescheurd grasland aardappelen geteeld. De N-behoefte van aardappelen is hoog, maar na begin augustus neemt het gewas weinig of geen N meer op. De oogst is in de regel in september. Na 1 augustus kan er nog N mineraliseren uit de gescheurde graszode, die het risico op uitspoeling verhoogt als het niet door een gewas wordt opgenomen. Indien na de aardappelteelt nog een



groenbemester wordt geteeld, zal deze groenbemester ca. 50 kg N per ha kunnen opnemen. Voorwaarde is wel dat de groenbemester een goede opkomst heeft en dat deze voor half september gezaaid wordt. De slagingskans van groenbemesters valt door droogte en of te natte periodes in augustus/september nog wel eens tegen, waardoor de potentie van N-vanggewas niet wordt waargemaakt. Op de kleigrond heeft men ook de ervaring dat voor een goede slagingskans de groenbemester een N-bemesting nodig heeft. Er is dan niet meer sprake van een N-vanggewas.

De N-opname door consumptie- en fabrieksaardappelen op 1 juni bedraagt ongeveer 60 kg N per ha en op 1 juli, 1 augustus en 1 september respectievelijk 195, 245 en 250 kg N per ha.

#### *Suikerbieten*

Hoewel de teelt van suikerbieten op gescheurd grasland goed mogelijk is, gebeurt dit weinig. Er zijn geen akkerbouwbedrijven die ten behoeve van de suikerbietenteelt land huren of land ruilen met een veehouder. Bij teelt van suikerbieten op gescheurd grasland is het risico op het optreden van *Rhizoctonia* (schimmelziekte) iets groter dan na andere gewassen. Akkerbouwbedrijven specialiseren zich niet in de teelt van suikerbieten en hebben dit ingepast in de vruchtwisseling op het eigen bedrijf. Ook het suikerquotum is sturend in het areaal suikerbieten dat men kan telen. Suikerbieten gaan door met de N-opname tot aan de oogst. Ze zijn daarom zeer geschikt om de door mineralisatie vrijgekomen hoeveelheid N goed te benutten. Wel bestaat het risico dat een te hoog N-aanbod in de herfstperiode het suikergehalte negatief beïnvloedt. Op gescheurd grasland vormt de lage pH (pH van 4,5) soms een probleem voor suikerbieten.

De N-opname door suikerbieten op 1 juni ongeveer 20 kg N per ha en op 1 juli, 1 augustus, 1 september, 1 oktober en 1 november respectievelijk 140, 215 en 240 kg, 245 en 250 kg N per ha.

#### *Voerbieten*

Voerbieten worden voornamelijk geteeld op veehouderijbedrijven. Voor een gedeelte is dit op gescheurd grasland. De N-behoefte van voerbieten is hoog en de teelt heeft een lang groeiseizoen. Het gewas kan daarom optimaal profiteren van de gemineraliseerde N uit de grasstoppel. De N-afvoer is hoog, omdat ook vaak het blad wordt afgevoerd.

#### *Granen*

Bij granen moet een onderscheid gemaakt worden tussen de teelt van winter- en zomergranen. Wintergranen moeten vanwege de vernalisatiebehoefte voor de winter gezaaid worden. Dit heeft gevolgen voor het tijdstip van scheuren als deze gewassen op gescheurd grasland geteeld worden. Er zijn geen akkerbouwbedrijven die ten behoeve van de teelt van granen land huren of land ruilen met een veehouder. Akkerbouwbedrijven specialiseren zich niet in de teelt van granen; uitgezonderd de akkerbouwbedrijven op zeer zware kleigrond, maar deze telen geen granen op gescheurd grasland. Ten behoeve van voerwinning (gehele plant silage of krachtvoer) worden granen ook op veehouderijbedrijven geteeld. Vanwege een vroegere

oogstdatum zijn wintergranen minder droogtegevoelig dan zomergranen en hebben om die reden de voorkeur boven zomergranen. Granen worden dan geteeld na snijmaïs, maar ook wel op gescheurd grasland. Teelt van granen voor direct gebruik op het bedrijf gebeurt vooral op zandgronden, maar als scheuren van grasland op zandgrond alleen in het voorjaar mag worden toegepast dan kunnen wintergranen niet meer op gescheurd grasland geteeld worden.

Wintertarwe, rogge en triticale hebben een hoge N-behoefte en kunnen veel N opnemen die vrijkomt uit het gescheurde grasland. De N-behoefte van zomergranen is lager dan die van wintergranen. Ook zomergranen zijn in staat om goed gebruik te maken van de vrijgekomen N uit het gescheurde grasland. De N-behoefte van zomertarwe is hoger dan die van zomergerst en haver, maar vanwege de grotere droogtegevoeligheid kiest men op de zandgrond niet voor zomertarwe. De meeste belangstelling gaat dan uit naar de zomergerst. Teelt van brouwergerst op gescheurd grasland is echter zowel landbouwkundig als milieukundig niet aan te bevelen. Het N-bemestingsadvies voor brouwergerst is lager dan de hoeveelheid N die door mineralisatie van gescheurd grasland vrijkomt en te hoge N-aanbod doet afbreuk aan de brouwkwaliteit van de gerst.

Van de zomergranen heeft zomertarwe een N-bemestingsadvies van meer dan 120 kg N per ha, zomergerst en haver niet. De laatste gewassen komen daarom niet voor teelt op gescheurd grasland in aanmerking. Granen worden in juli/augustus geoogst. De N die door mineralisatie in de nazomer en herfst beschikbaar komt, wordt door de granen niet meer benut. De N-benutting in de herfstperiode vraagt daarom aandacht. Vaak zal er na de granen een groenbemester gezaaid worden, die in veel situaties ook een gift met dierlijke mest krijgt. Vanwege aaltjesproblematiek zijn er ook bedrijven die na de teelt van granen voor zwarte braak kiezen. Inzaai van gras of van groenbemesters kan in sommige situaties de problematiek van polyfage aaltjessoorten verergeren.

De N-opname door wintertarwe op 1 juni bedraagt ongeveer 85 kg N per ha en op 1 juli en 1 augustus (oogstdatum) respectievelijk 180 en 250 kg N per ha. De N-opname door zomergerst op bedraagt 1 juni ongeveer 130 kg N per ha en op 1 juli (oogstdatum) 165 kg N per ha.

Ook na granen en andere gewassen die relatief vroeg worden geoogst (vóór 1 september) verdient het sterk aanbeveling een groenbemester na te telen als N-vanggewas. Bij gewassen die later worden geoogst valt te overwegen om, indien mogelijk, een groenbemester onder dekvrucht te zaaien, bijvoorbeeld bij snijmaïs. Op de kleigrond wordt voor de teelt van een groenbemester op een graanstoppel vaak dierlijke mest uitgereden. Een deel van de N uit de mest tracht men zo de winter over te tillen. De N die in het najaar door mineralisatie uit de grasstoppel beschikbaar komt, wordt dan niet benut. Het totale aanbod van N uit mest en grasstoppel is dan te hoog voor een goede benutting.

### *Vlinderbloemigen (inclusief peulvruchten)*

Binnen de groep vlinderbloemigen zijn stam- en stokbonen niet om staat om zichzelf door N-binding van voldoende N te voorzien. Erwtten, veldbonen, lupinen, luzerne daarentegen voorzien wel (grotendeels) in hun N-behoefte. Van de groep vlinderbloemigen komen daarom alleen de stam- en stokbonen voor teelt op op gescheurd grasland in aanmerking. De betrekkelijk korte groeiperiode van stamslabonen kan wel een knelpunt opleveren. Veelal wordt de teelt van stamslaboon als dubbelteelt uitgevoerd, waarbij de boon zowel als eerste en als tweede gewas geteeld kan worden. Bruine bonen worden nagenoeg uitsluitend op akkerbouwbedrijven geteeld. De teelt is ingepast in de vruchtwisseling van deze bedrijven en teelt op gescheurd grasland komt niet of nauwelijks voor.

De N-opname door stamslaboon (zaai eind mei) bedraagt op 1 juli ongeveer 15 kg N per ha en op 1 augustus en 1 september respectievelijk 90 en 140 kg N per ha.

### *Uien*

Uien (zaaiuien, eerst en tweedejaars plantuien, zilveruien, winteruien) zijn in staat om de gemineraliseerde N uit een grasstoppel te benutten. Uien worden vooral op kleigrond geteeld en worden vroeg in het voorjaar gezaaid/geplant. Winteruien worden al in de herfst gezaaid. Mede omdat akkerbouwbedrijven zich niet specialiseren in de teelt van zaaiuien komt de teelt van zaaiuien op gescheurd grasland maar beperkt voor. Het betreft dan voornamelijk gemengde veehouderij-akkerbouwbedrijven, die vanwege een goede bodemstructuur zaaiuien op het gescheurde grasland telen. Afhankelijk van het type uien dat men teelt, worden uien geoogst in de periode van eind juni tot half september. In alle situaties is de N-opnameperiode half augustus beëindigd. De mineralisatie in de herfst wordt niet meer door het gewas benut. De N-benutting in de herfstperiode vraagt daarom aandacht.

De N-opname door zaaiuien op 1 juni bedraagt ongeveer 10 kg N per ha en op 1 juli, 1 augustus en 1 september respectievelijk 55, 145 en 200 kg N per ha.

### *Graszaad*

De teelt van graszaad komt alleen voor op akkerbouwbedrijven. Het is ingepast in de vruchtwisseling en er is geen reden om voor de graszaadteelt land te huren bij anderen. Engels raaigras is de meest voorkomende graszaadteelt in Nederland. Voor het merendeel van de andere graszaadteelten is de totale N-behoefte in het eerste jaar na zaai meer dan 100 kg N per ha. De teelt van graszaad op gescheurd grasland is niet aantrekkelijk, omdat de mineralisatie uit het gescheurde grasland nadelig effect kan hebben op de oogstzekerheid en opbrengst. Bij teelt van graszaad op gescheurd grasland kan de N die door mineralisatie uit de grasstoppel vrijkomt goed benut worden. Het bemestingsadvies is ongeveer 150 kg kunstmest-N per ha (afhankelijk van type graszaad) en graszaad neemt de gehele periode dat het op het veld staat N op. Evenals blijvend grasland investeert ook meerjarig graszaad in de opbouw van de zode. Bij scheuren van de graszaadstoppel komt deze N weer vrij. De hoeveelheid N die door mineralisatie vrijkomt, is vermoedelijk wel lager dan die van blijvend grasland, omdat de N-input van blijvend graszaad lager is dan die van intensief beheerd grasland uit de melkveehouderij. Bij het opstellen van wetgeving over

scheuren van grasland vraagt het onderscheid blijvend grasland en meerjarig graszaadteelt aandacht.

#### *Aromatische kruiden*

Aromatische kruiden zijn niet in de tabel opgenomen. Het merendeel van deze gewassen heeft een N-advies van meer dan 100 kg N per ha. De N-bemestingsrichtlijnen voor aromatische kruiden zijn echter zeer globaal van aard. Voorts betreft het een zeer klein areaal. De teelt vindt veelal plaats op akkerbouwbedrijven. Teelt op gescheurd grasland komt niet of nauwelijks voor.

#### *Afrikaantjes voor biologische grondontsmetting*

In Zuidoost-Nederland worden op beperkte schaal op gescheurd grasland wel Afrikaantjes geteeld ter bestrijding van *Pratylenchus penetrans* (wortellesie-aaltje). Het is een tussengewas voor de biologische grondontsmetting. Ook bladrammenas en raketblad worden soms als aaltjesbestrijder ingezet. De feitelijke situatie op een perceel (welke aaltjessoorten zijn aanwezig) is leidend voor de te nemen maatregel. Bij aanwezigheid van andere schadelijke aaltjes dan *Pratylenchus* kan de teelt van Afrikaantjes volkomen verkeerd uitpakken. Voor de teelt van Afrikaantjes betaalt geen formeel N-bemestingsadvies. Gelet op de N-opname wordt voor de teelt van hoge Afrikaantjes wel 130 kg N-kunstmest per ha geadviseerd.

### **Biologische landbouw**

Op biologische bedrijven komt teelt van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen op gescheurd grasland regelmatig voor. Het gaat bijna altijd om het scheuren van een gras-klavermengsel dat een plaats heeft in een zesjarige rotatie met akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen en slechts heel beperkt om het scheuren van een weidegras. In de biologische teelt is veel aandacht voor het benutten van de N. Op gescheurd grasland worden vooral de N-behoefteige gewassen geteeld. Het gaat dan om o.a. aardappelen, koolgewassen en pompoenen. Echter ook andere gewassen worden wel op het gescheurde grasland geteeld.

### **Vollegrondsgroenten**

In Nederland worden meer dan 50 verschillende groenten in de vollegrond geteeld. De teelt vindt plaats op gespecialiseerde vollegrondsgroentebedrijven, op akkerbouwbedrijven, op tuinbouwbedrijven samen met de teelt van andere tuinbouwgewassen en op veehouderijbedrijven. Teelt van groenten op gescheurd grasland komt maar beperkt voor. Het gaat dan voornamelijk om gespecialiseerde vollegrondsgroentebedrijven en biologische bedrijven die vanwege de vruchtwisseling op het eigen bedrijf of vanwege schaalvergroting land bijhuren en om gemengde veehouderij-groentebedrijven die zelf groenten telen. Gespecialiseerde vollegrondsgroentebedrijven die land bijhuren, zijn op zoek naar vers land. Dit kan zowel akkerbouwland zijn als gescheurd grasland. In het land dat te huur is, maakt gescheurd grasland een belangrijk deel uit. Het telen van vollegrondsgroenten op

gescheurd grasland kent voordelen, maar er kleven ook bezwaren aan. Groot voordeel is de goede bodemstructuur, de versheid van de grond en de groeikracht op gescheurd grasland. Nadelen zijn de risico's van optreden van emelten en ritnaalden, de soms te lage pH en lage voedingstoestand van gescheurd grasland, risico's van te weelderige groei en fysieke problemen die de nog niet verteerde grasstoppel oplevert bij het zaaien van fijnzadige gewassen of bij het ponsen van gaten voor de teelt van prei. In geval van landhuur door gespecialiseerde vollegrondsgroentebedrijven gaat het voornamelijk om de teelt van koolgewassen (spruitkool, sluitkool, bloemkool en broccoli), bladgewassen (metname prei) en wortelgewassen (peen en de teelt van witlofwortels). Kool- en bladgewassen hebben een hoge N-behoefte en wortelgewassen een lage N-behoefte. Bij teelt van groenten op een gemengd veehouderij-vollegrondsgroentebedrijf komen ook andere groentegewassen in beeld. Het gaat dan vaak om gewassen die op contract voor een groenteverwerkende industrie geteeld worden. Hoewel er geen noodzaak is om de groenten op gescheurd grasland te telen, komt dit wel voor. Het gaat dan o.a. om doperwten, stamslabonen, peen en schorseneren.

Behalve een groenbemester kan ook een herfstteelt van een groentegewas de N die in de nazomer en herfst uit de gescheurde graszode mineraliseert, opnemen. Dit kan alleen als het eerste gewas vroegtijdig het veld ruimt (de uiterlijke zaai- of plantdatum is afhankelijk van het tweede gewas dat wordt geteeld).

#### *Koolgewassen*

Bij koolgewassen moet een onderscheid gemaakt worden in de teelt van koolgewassen met een lang groeiseizoen (spruitkool en sluitkool) en gewassen met een kort groeiseizoen (bloemkool en broccoli en ook boerenkool). Spruitkool en sluitkool (wittekool, rodekool, savooiekool) hebben een zeer hoge N-behoefte en zijn in staat om alle bodem-N op te nemen. Bij de oogst in de herfst is de hoeveelheid minerale N in de bodem laag. Bloemkool en broccoli hebben een kort groeiseizoen; de oogstdatum is afhankelijk van de teeltwijze en begint al in mei en eindigt in november. Bij oogst in de zomermaanden kan de doorgaande mineralisatie uit de grasstoppel en de mineralisatie uit de N-rijke oogstresten van bloemkool en broccoli aanleiding geven tot N-voorraden in de grond. De N-benutting in de herfstperiode vraagt daarom aandacht.

Vanwege de bedrijfsspecialisatie, de noodzakelijke vruchtwisseling en schaalvergroting huren kooltelers land bij. Voor een gedeelte is dit op gescheurd grasland. In Zuidwest-Nederland concurreert de spruitkoolteelt met die van suikerbieten vanwege het bietencystenaaltje. Om die reden bestaat behoefte aan 'vers land' en is gescheurd grasland interessant. De goede bodemstructuur op gescheurd grasland maakt bovendien hoge opbrengsten mogelijk. Er worden wel hogere eisen aan de rassenkeuze gesteld. Niet alle rassen zijn geschikt om op gescheurd grasland te telen.

De N-opname door vroege zomerteelt van bloemkool bedraagt op 1 juni ongeveer 60 kg N per ha en op 1 juli en op 1 augustus respectievelijk 265 en 300 kg N per ha. De N-opname door late herfstteelt van bloemkool bedraagt op 1 augustus ongeveer 5 kg N per ha en op 1 september, 1 oktober en 1 november respectievelijk 60, 285 en 300 kg N per ha. De N-opname door spruitkool bedraagt op 1 juni ongeveer 10 kg N per ha en op 1 juli, 1 augustus, 1 september, 1 oktober en 1 november

respectievelijk 90, 200, 270, 290 en 300 kg N per ha. De N-opname door wittekool bedraagt op 1 juni ongeveer 5 kg N per ha en op 1 juli, 1 augustus, 1 september, 1 oktober en 1 november respectievelijk 20, 180, 315, 345 en 350 kg N per ha.

#### *Prei*

Prei wordt geteeld op gespecialiseerde vollegrondsgroente- en op akkerbouwbedrijven. Op akkerbouwbedrijven vindt de teelt plaats op het eigen bedrijf en is ingepast in de vruchtwisseling van het bedrijf. Gespecialiseerde vollegrondsgroentebedrijven huren vanwege schaalvergroting ook land erbij, soms is dit gescheurd grasland. De N-behoefte van prei is groot en de N-opname gaat door tot de oogst. Herfstprei is de belangrijkste teeltwijze. Deze teeltwijze wordt in juni geplant en in oktober/november geoogst.

De N-opname door een herfstteelt van prei (uitplanten in juni) bedraagt op 1 juli ongeveer 10 kg N per ha en op 1 augustus, 1 september, 1 oktober en 1 november respectievelijk 60, 160, 220 en 240 kg N per ha.

#### *Schorseneren*

De N-behoefte van schorseneren is laag; een adviesgift van 90 kg kunstmest-N per ha plus eventueel nog een bijbemesting van 50 kg N per ha tijdens het groeiseizoen. Vanwege het lange groeiseizoen (zaaien in april/mei en oogst november/januari) zijn schorseneren wel in staat om N uit de gemineraliseerde grasstoppel te benutten.

#### *Rode bieten (krotten)*

Rode bieten worden geteeld op gespecialiseerde vollegrondsgroente- en akkerbouwbedrijven. Bij teelt op gescheurd grasland bestaat een verhoogd risico op schurftaantasting (graslandschurft). De N-behoefte van rode bieten is hoog en de teelt kent (afhankelijk van de teeltwijze) een lang groeiseizoen. Bij teelt op gescheurd grasland zijn rode bieten daarom in staat om de gemineraliseerde N uit de graszode goed te benutten. Teelt op gescheurd grasland komt echter niet of nauwelijks voor.

#### *Knolselderij*

Knolselderij heeft een hoge N-behoefte en een lang groeiseizoen. Het is in staat om de minerale N uit de grasstoppel goed te benutten. Het gewas wordt voornamelijk geteeld op akkerbouwbedrijven en is ingepast in de vruchtwisseling op het bedrijf. Teelt op gescheurd grasland komt daarom niet of nauwelijks voor.

#### *Bladgewassen*

Bladgewassen (o.a. spinazie, sla en andijvie) worden geteeld op gespecialiseerde vollegrondsgroentebedrijven en op akkerbouwbedrijven. Teelt op gescheurd grasland komt niet of nauwelijks voor. Gelet op de hoge N-behoefte van bladgewassen kunnen deze gewassen de minerale N uit gescheurd grasland wel benutten. Bladgewassen hebben een kort groeiseizoen. Wanneer volstaan wordt met de teelt van slechts één gewas dan leidt de mineralisatie in de gewasloze periode toch tot hoge gehalten aan minerale N. Er worden echter vaak twee of meer teelten in hetzelfde jaar geteeld. Bij de groentegewassen zijn er meerdere teelten die meer dan 100 kg N per ha behoeven, maar een korte groeiperiode hebben (1-3 maanden). Het

N-aanbod vanuit mineralisatie en de N-vraag van het gewas lopen hierbij niet synchroon. De teeltperiode c.q. de periode waarin de N wordt opgenomen is kort en er mineraliseert uit het gescheurde grasland onvoldoende N om te voorzien in de N behoefte van het gewas en moet worden aangevuld met kunstmest. Anderzijds kan het gewas, door de korte groeiperiode niet alle N die mineraliseert, vastleggen aangezien de mineralisatie zich over een langere periode uitstrekt. Met name als het een vroege teelt betreft die aan het begin van de zomer wordt geoogst, mineraliseert er daarna nog een substantiële hoeveelheid stikstof (zie verder onder dubbelteelten).

De N-opname door een vroege teelt van ijssla bedraagt op 1 juni (tevens oogstdatum) ongeveer 100 kg N per ha. De N-opname door een zomerteelt van ijssla bedraagt op 1 juni ongeveer 5 kg N per ha en op 1 juli (tevens oogstdatum) 100 kg N per ha. De N-opname door een herfstteelt van ijssla bedraagt op 1 augustus ongeveer 5 kg N per ha en op 1 september en 1 oktober (tevens oogstdatum) respectievelijk 70 en 100 kg N per ha.

#### *Pompoenen*

Pompoenen hebben een hoge N-behoefte. In de biologische landbouw worden pompoenen wel geteeld na een gras-klavermengsel.

#### *Dubbelteelten*

Gewassen met een korte teeltduur zijn niet in staat de gemineraliseerde N uit gescheurd grasland op te nemen. Wanneer er echter twee van deze teelten achter elkaar plaatsvinden, is dat wel mogelijk: een vroege teelt in het voorjaar en het begin van de zomer en een late teelt vanaf ca. midden zomer tot in de herfst. Zeker wanneer de tweede teelt nog lang in de herfst op het veld staat, wordt daardoor de de N die mineraliseert, gedurende een lange periode opgenomen.

## **Bloembollen**

#### *Planten najaar*

De voorjaarsbloeiers worden in het najaar geplant, komen vroeg in het voorjaar op en worden tussen begin juni en begin augustus geoogst worden. Voor deze gewassen moet gras in het najaar gescheurd worden. Tulp is op gescheurd grasland de belangrijkste voorjaarsbloeier, en ook overall het belangrijkste bolgewas. De teelt van tulpen op gescheurd grasland betreft kleigrond.

Verder worden de voorjaarsbloeiers grofbollige en kleinbollige iris, *Fritillaria imperialis*, anemone coronaria, krokus 'Grote gele', *Ixia* en *Eremurus* op gescheurd grasland geteeld (pers. med. R. Vasen, DLV). Van deze voorjaarsbloeiers hebben *Fritillaria imperialis* en *Anemone coronaria* een N-advies lager dan 120 kg N per ha, namelijk 105-115 en 80-115 kg N per ha, respectievelijk.

#### *Planten voorjaar*

De zomerbloeiers worden tussen eind maart en half juni geplant en in het najaar (september-november) geoogst. Lelie en gladiool zijn de belangrijkste zomerbloeiers op gescheurd gras. Verder worden knolbegonia en ranonkel op gescheurdgras geteeld

(pers. med. R. Vasen, DLV). Lelie heeft een N-behoefte lager dan 120 kg N per ha, namelijk 100 kg N per ha (was 65 in de WOG-studie, zie noot 2 bij tabel 3). Gladiool, knolbegonia en ranonkel (een bijzonderbolgewas) hebben een N-behoefte hoger dan 120 kg N per ha.

Gescheurd grasland wordt bij bolgewassen gekozen vanwege de goede bodemstructuur en, evenals gehuurd bouwland, vanwege de ruime vruchtwisseling. Door de goede bodemstructuur is er minder kans op verslemping en wateroverlast. Dit is voor alle bolgewassen van belang, maar in het bijzonder voor de gewassen die in het najaar geplant worden.

### **N-opname en N-afvoer door akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen**

In de tabellen op de volgende pagina's worden de N-opname en N-afvoer gegeven van de gewassen met een bemestingsadvies van meer dan 120 kg N per ha. De N-afvoergegevens komen overeen met die van de WOG (Schröder et al., 2004), voor zover deze gewassen door de WOG ook beoordeeld zijn. De hoeveelheid N in gewasresten is gebaseerd op de databank van het project Mebot plus een aanname voor de hoeveelheid N in ondergrondse gewasresten. De N-gewasopname is de som van N in geoogst product en de N-gewasrest verminderd met de N in plantgoed bij de bolgewassen. De hoeveelheid N in het geoogste product is berekend door de opbrengst te vermenigvuldigen met het N-gehalte. Voor het bepalen van de opbrengst is gebruik gemaakt van de opbrengsten in KWIN (Kwantitatieve Informatie, 2003). Er is gerekend met het rekenkundig gemiddelde van opbrengsten in regio's en/of opbrengsten van verschillende teeltwijzen. Voor het N-gehalte in het geoogste product is gerekend met de waardes zoals weergegeven in bijlage 6 van de Adviesbemesting van de Cie BAB of van gegevens uit het Handboek Akkerbouw en vollegrondsgroenten van 1989. Voor de bloembolgewassen is gebruik gemaakt van de opname en afvoer volgens Landman (1994) en Laboratorium voor Bloembollenonderzoek (1998).



*Akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen gerangschikt naar N-bemestingsbehoefte (werkzame hoeveelheid N in kg per ha). Gewassen met een N-bemestingsadvies  $\geq 120$  kg N per ha.*

Gewas	N-advies	N-advies WOG	N-opname	N-afvoer	N-opname periode
Wittekool	270	270	300	160	eind mei-sept/nov
Spitskool <sup>1</sup>	230-270		300	140	
Broccoli <sup>1</sup>	230-270	265	175	45	
Consumptieaardappel (zand)	265	265	200	165	begin mei-begin augustus
Spinazie (1e teelt) <sup>2</sup>	160-260	210	120	80	begin april-begin mei
Rodekool	265	265	275	150	eind mei-sept/nov
Savooie kool	260		235	110	eind mei-sept/nov
Consumptieaardappel (klei/löss)	250	250	200	165	begin mei-begin augustus
Zetmeelaardappel	240	240	175	140	begin mei-begin augustus
Prei <sup>1</sup>	200-240	215	195	105	
Spruitkool <sup>1, 2, 3</sup>	155-235	235	295	115	begin mei-sept/nov
Wintertarwe (klei) <sup>5</sup>	200-220	220	230	205	begin maart-half juli
Bloemkool <sup>1</sup>	155-195	195	195	70	
Krotten	185		210	110	
Bleek- en groenselderij	180		180	160	
Korrelmaïs	175	175	165	110	half mei-begin augustus
Winterkoolzaad	175		200	115	eind november-eind juli
Paksoi	175		145	90	
Suikermaïs, conserventeelt	170				half mei-begin augustus
2e Jaars plantui	170		130	110	begin mei-half juli
Graszaad – Eng. raaigras 1e jaar <sup>6</sup>	140-170	140	160	75	
Chinese kool (verse markt) <sup>1,4</sup>	90-170		140	75	
Knolselderij	170		160	100	eind mei-oktober
Augurk (vlakveldsteelt)	170		130	45	
Augurk (aan een touw)	170		180	95	
Pompoen	170				
Voederbiet	165		235	180	begin mei-sept/nov
Courgette	165		200	170	
Patisson	165				
Wintertarwe (zand)	160	160	225	170	begin maart-half juli
Triticale (winter)	160		140	95	begin maart-half juli
GPS triticale, wintertarwe <sup>2</sup>	140-160				begin april-half juli
Snijmaïs	160		180	170	half mei-begin augustus
Koolrabi <sup>1</sup>	120-160		160	105	
Snij- of bladselderij	160		110	90	
Andijvie (1e teelt)	160	160	140	95	
Vroege aardappelen	110-150		135	75	begin mei-juli/augustus

Gewas	N-advies	N-advies WOG	N-opname	N-afvoer	N-opname periode
Suikerbiet	150	150	230	110	begin mei-okt/nov
GPS wintergerst <sup>2</sup>	120-150				begin april-half juli
Winterui	130-150				begin maart-eind juni
Winterkarwij <sup>7</sup>	110-150		75	50	begin maart-begin aug
Radiccchio	150		75	40	
Rettich (Daikon-type) <sup>1</sup>	100-150		180	125	
Spinazie (volgteelt) <sup>2</sup>	70-145	100	120	80	begin juli-half september
Wintergerst	140	140	160	135	begin maart-begin juli
Schorseneren <sup>4</sup>	90-140	90	120	75	half mei-november
Peterselie, meermalige oogst	≥140		160	90	
Postelein	120-140				
Raapstelen	120-140		100	45	
Zomertarwe	130		180	135	begin april-half juli
Suikermaïs, verse markt	130		115	60	half mei-begin augustus
Boerenkool	130		200	95	juli-sept/nov
Afrikaantjes	130			0	
Pootaardappel (klei)	120	120	165	95	begin mei-juli/augustus
Pootaardappel (zand/dalgrond))	120	120	100	55	begin mei-juli/augustus
Zaaiui	100-120	120	150	130	begin mei-half augustus
Bruine bonen	120		115	75	eind mei-eind augustus
Stamsla- en stamsnijboon	120	120	120	40	eind mei-half augustus
Stokslaboon	120				
Stoksnijsboon, spekboon, pronkboon <sup>4</sup>	90-120				eind mei-half augustus
Vezelhenep	100-120				
Winterbloemkool	>120		55	45	half augustus-april/mei
Koolraap	120		155	100	

1. afhankelijk van de teeltperiode (latere teelt: hogere N<sub>min</sub> en daardoor lagere N-gift)
2. afhankelijk van grondsoort
3. afhankelijk van ras
4. afhankelijk van of bijbemesting wel of niet nodig is
5. afhankelijk van opbrengstniveau
6. afhankelijk van de N-gift in de herfst: 30 kg N per ha bij slecht ontwikkeld gewas of late zaai; in andere gevallen geen N-gift in de herfst
7. afhankelijk van de voorvrucht
8. afhankelijk van kropgewicht
9. onder voorwaarde dat er na deze teelt een volgteelt komt of een groenbemester
10. onder voorwaarde dat er een teelt aan vooraf is gegaan

*Bloembollen met een N-advies van 120 kg N per ha of meer, gerangschikt naar afnemend N advies (werkzame hoeveelheid N in kg per ha) per tijdstip van planten.*

planten najaar

Gewas	N-advies <sup>1</sup>	N-advies WOG	N-opname	N-afvoer	N-opname periode
Hyacint	200	200	163	128	half februari-eind juni
Tulp	170-180	180	146	112	half februari-eind juli
Grofbollige Iris	140-150	150	107	88	half februari-eind juni
Bijzondere bolgewassen <sup>2</sup>	145-165	-	onbekend	onbekend	half februari-eind juli
Kleinbollige Iris	135-145	145	115	97	half februari-eind juni
Krokus, Grote Gele	100-145	100-145	129	111	half februari-eind juli
Narcis	125	125	97-110	70-91	half februari-eind juli

planten voorjaar

Gewas	N-advies <sup>1</sup>	N-advies WOG	N-opname	N-afvoer	N-opname periode
Gladiool, pitten	240	205-240	245	152	mei - oktober
Gladiool, kralen	170	-	131	79	mei - oktober
Bijzondere bolgewassen <sup>2</sup>	145-205	-	onbekend	onbekend	april-oktober
Knolbegonia	130	-	onbekend	onbekend	eind mei-eind oktober

<sup>1</sup>Verandering ten opzichte van het WOG N-advies heeft een paar oorzaken. Ten eerste zijn hier meer grondsoorten in beschouwing genomen dan in de WOG-studie. Ten tweede zijn de aannamen met betrekking tot de levering van N door de grond op de niet duinzandgronden aangepast naar aanleiding van terechte kritiek op de aangenomen waarden als inschatting van de 'gemiddelde' situatie. Voor de N-adviesgift op deze gronden is nu aangenomen dat de volgende bodemvoorraden N<sub>min</sub> in de bouwvoor zijn aangetroffen: half februari 10; eind maart 20; eind april 35; eind mei 35; eind juni 35; eind juli 40; eind augustus 45 kg N per ha.

<sup>2</sup>Voor de bijzondere bolgewassen zijn geen bemestingsadviezen in de adviesbasis opgenomen. De genoemde cijfers zijn gebaseerd op informatie van telers over de huidige landbouwpraktijk, met werkzame N uit kunstmest en compost. Het groeiseizoen verschilt per gewas, en valt voor deze gewassen binnen de aangegeven periode. Dahlia, Anemone coronaria, Fritillaria imperialis en Zantedeschia worden in het algemeen wel tot de bijzondere bolgewassen gerekend, hebben wel een N-advies in de adviesbasis. Deze vier gewassen hebben volgens de WOG-systematiek een N-advies lager dan 120 kg N per ha.



## **Bijlage 2 Literatuurstudie naar N-mineralisatie na scheuren van grasland**

*Overgenomen uit G.L. Velthof et al. (2002)*

The N balance calculations of Van Dijk et al. (1996) indicated a total N mineralisation of 169-186 kg N per ha after ploughing of grasslands of 2-4 years, from which 90 kg N per ha was derived from the soil organic matter (based on the results of continuous maize) and 79-96 kg N per ha from the ploughed sward. The calculated N mineralisation may have underestimated the actual N mineralisation, because the balance calculation did not include denitrification. Denitrification losses on an other sandy soil were less than 30 kg N per ha (Aarts et al., 2001). This suggests that the total N mineralisation in the study of Van Dijk et al. (1996) was about 200-220 kg N per ha per year.

Mineralisation measurements of Zwart et al. (1999) in the Netherlands on a loamy soil showed N mineralisation rates of 127 and 295 kg N per ha per year after ploughing of grassland at a depth of 25 and 12 cm, respectively. Mineralisation measurements in maize land of De Marke decreased from  $385 \pm 57$  kg N per ha in the first year to  $242 \pm 98$  kg N per ha in the second year and  $158 \pm 36$  kg N per ha in the third year after ploughing of 3 year old grassland (Aarts et al., 2001).

Measurements of N uptake and N losses and model calculations of Johnston et al. (1994) in the UK suggest that total N mineralisation amounted to about 160 kg N per ha after ploughing of 1 year old grasslands to about 300 kg N per ha after ploughing of 3 to 5 year old grasslands on a sandy loam soil. No results were presented for continuous wheat, so the N mineralisation from the soil organic matter and from the ploughed sward can not be distinguished. Whitehead et al. (1990) calculated a N mineralisation in loamy soils in the UK during the first year after ploughing up grassland of 201 kg N per ha for a 3-yr fertilised and grazed sward to 306 kg N per ha for a 8-yr fertilised and grazed sward. Vertès et al. (2001) calculated N mineralisation rates of 250 to 400 kg N per ha during the first year after ploughing grassland on a loamy soil in France, using experimental results and a model.

The results show a wide range of total N mineralisation rates in the first year after ploughing up temporary grasslands, ranging from 127 to 400 kg N per ha. These figures include both N mineralisation from soil organic matter and from the ploughed swards. The wide range is due to differences in experimental conditions (soil type, soil organic matter content, N management, sward age and management) and the method of estimation of N mineralisation (N balance, models, N uptake, and in-situ or laboratory incubations). More experimental data are needed in order to derive accurate estimates of N mineralisation, N supply to the subsequent crop and N losses after ploughing grasslands.



## Bijlage 3 Beschrijving van analyse-methode voor minerale N en SON

*G.L. Velthof (Alterra) en A. Reijneveld (Blgg)*

Het gehalte aan minerale N en oplosbare organische N (SON) in een bodemmonster met behulp 0,01M CaCl<sub>2</sub> wordt op de volgende wijze door de sectie Bodemkwaliteit van WUR bepaald (Houba et al., 2000):

- drogen van grond bij 40 °C;
- breken (in geval van klei) en zeven (2 mm) van de grond;
- 2 uur extractie met 0,01M CaCl<sub>2</sub>-oplossing bij 20 °C in een verhouding 10 volume-eenheden oplossing op 1 gewichtseenheid grond;
- de oplossing wordt gecentrifugeerd (10 minuten bij 1800 g);
- de oplossing wordt aangezuurd met HCl;
- de concentraties NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub> (samen minerale N) en totaal oplosbaar N worden bepaald met segmented-flow analysis;
- Oplosbaar organische N wordt berekend uit het verschil tussen enerzijds totaal oplosbaar N en anderzijds NO<sub>3</sub> en NH<sub>4</sub>.

Een groot deel van de gewas- en wortelresten wordt uit het bodemmonster door middel van zeven verwijderd. Deze gewasresten kunnen in de bodem leiden tot een verhoogde mineralisatie. De gewasresten worden verwijderd, omdat deeltjes organische stof kunnen leiden tot verstoring van de N-meting. Daarnaast wordt aanbevolen om de monsters niet te filteren omdat het filter verbindingsen kan absorberen of afstaan, waardoor de metingen beïnvloed kunnen worden.

In onderzoek van Smit et al. (2004) was ook een veengrond meegenomen. De SON-waarden voor de veengrond waren deels negatief (dus minerale N was hoger dan totaal oplosbare N). Dit wordt veroorzaakt door onnauwkeurigheden in de analysetechniek bij hoge gehalten aan minerale N. Inmiddels is de nauwkeurigheid van de analysemethode bij de sectie Bodemkwaliteit van de WUR verbeterd, waardoor SON ook bepaald kan worden bij hoge gehalten aan minerale N. Mogelijk is het nu wel mogelijk om SON te bepalen in veengrond, maar dat is niet nader onderzocht.

Bij Blgg in Oosterbeek wordt de minerale N momenteel bepaald in veldvochtige grond; het zogenaamde Nplus onderzoek. Dit is een 1:2 extractie van veldvochtige grond met 0,01M CaCl<sub>2</sub> en is een andere methode dan de methode van Bodemkwaliteit van WUR (1:10 extractie in droge grond). Het Nplus onderzoek wordt voornamelijk gebruikt voor Akkerbouw en Tuinbouw. De minerale N kan ook in gedroogde grond bepaald worden bij Blgg. Dit vindt plaats door middel van 1:10 CaCl<sub>2</sub> extractie met droge grond en is vergelijkbaar met de methode van de sectie Bodemkwaliteit van de WUR. De relatie tussen minerale N in veldvochtige (1:2 extractie) en droge (1:10 extractie) grond is bekend (Reijneveld, persoonlijke mededeling). De methode met droge grond levert een iets hoger gehalte aan minerale

N dan de methode met veldvochtige grond, met name in traject 0 tot 20 kg N per ha. Bij de veldvochtige methode wordt luchtinsluiting verwaarloosd. Dit kan resulteren in een overschatting van gehalten aan minerale N. Droging van grond bij 40 °C resulteert in een toename van de NH<sub>4</sub>-gehalten. Blgg centrifugeert de monsters niet, omdat het geen effect heeft op P, K en Mg. Blgg heeft nog niet getest of centrifugeren effect heeft op N<sub>min</sub> en SON. Door Blgg worden P, K, Mg, Na, B, Mn, Cu, Co, Zn wel in droge grond bepaald (1:10 extractie met 0,01M CaCl<sub>2</sub>; PAE-methode = Plant Available Elements methode). Deze methode is vergelijkbaar met die van Bodemkwaliteit en wordt gebruikt voor akker- en Tuinbouw. Voor de Vlaamse markt worden ook NO<sub>3</sub>-bepalingen uitgevoerd in droge grond (1:10 extractie) en in het verleden NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub> en SON voor met name proefvelden. Blgg heeft geen ervaring met de bepaling van SON in veldvochtige monsters.

De resultaten over SON die beschikbaar zijn zijn gebaseerd op de 1 : 10 extractie in droge grond. Er is geen ervaring met de bepaling van SON in veldvochtige monsters en er zijn geen gegevens om na te gaan of het SON-gehalte in veldvochtige en droge monsters verschillen. Als SON wordt gebruikt als indicator voor N-mineralisatie dan is het wenselijk om dit in hetzelfde monster te bepalen als minerale N (goedkoper en gelijktijdige schatting van direct beschikbare N en N-mineralisatie). Bij de Blgg-methode betekent dit dat ook SON in veldvochtige monsters moeten worden kunnen bepaald. Hiervoor zal aanvullend onderzoek nodig zijn.



## **Bijlage 4 Effect van verstoren, drogen van grondmonsters en de aanwezigheid van een gewas op mineralisatie**

*G.L. Velthof (Alterra)*

Volgens Cabrera en Kissel (1988) kan de mineralisatie in gedroogde en gezeefde monsters leiden tot een forse (60-300%) overschatting van de N-mineralisatie in het veld. Het drogen van grondmonster en het opnieuw bevochtigen leidt tot een flush van N- en C- mineralisatie gedurende de eerste dagen van incubatie. Haney et al. (2004) laten zien dat dit effect groter is naarmate de droogtemperatuur hoger is. In hun studie was er echter geen significant verschil tussen de N-mineralisatie in veldvochtige monsters en de N-mineralisatie bij monsters die bij 40 °C waren gedroogd en daarna weer bevochtigd. Deze laatste methode is ook toegepast bij de metingen van de potentiële mineralisatie uit figuur 6.1.

Het verstoren van monsters kan leiden tot het breken van bodemaggregaten en daardoor tot het stimuleren van mineralisatie. In het kader van Telen met Toekomst hebben Smit en Zwart (2003) een studie uitgevoerd waarin de N-mineralisatie in grondmonsters in ongestoorde ringen is vergeleken met de N-mineralisatie van gehomogeniseerde veldvochtige monsters. Het betrof onderzoek op bouwland. Uit het onderzoek bleken de verschillen in N-mineralisatie tussen ongestoorde monsters en gestoorde monsters niet consistent en klein. In een studie van Franzluebbbers et al. (1999) in de Verenigde Staten met Bermudagrass zijn verschillende combinaties van verstoring en drogen onderzocht. Het drogen en opnieuw bevochtigen van de ongestoorde monsters had geen significant effect op de N-mineralisatie gedurende 24 dagen. Het zeven van de monsters (met 2 mm) leidde tot een afname van de N-mineralisatie gedurende de incubatie van 24 dagen. Het exacte effect wordt niet gekwantificeerd, maar uit de gepubliceerde figuur wordt het effect geschat op een halvering ten opzichte van ongestoorde monsters. Niet duidelijk is waarom zeven tot een sterke verlaging van de N-mineralisatie leidt. De auteurs schreven dit effect toe aan het mengen van C-rijke bodemdeeltjes, waardoor de N-immobilisatie toenam. Of het verwijderen van wortels ook een effect had, werd niet aangegeven.

In een studie van Velthof et al. (2000) was de N-mineralisatie in grond in incubatiezakjes een factor 1,1 tot 3,2 hoger dan de berekende N-mineralisatie in een potproef met gras. Een hogere N-immobilisatie in de wortelzone werd als mogelijke verklaring gegeven. Hetzelfde effect werd door Mengel et al. (1999) gevonden. Plantenwortels scheiden C-rijke organische verbindingen uit, waardoor de N-immobilisatie in de wortelzone toeneemt (Huntjes, 1971). Dit betekent dat de aanwezigheid van een gewas kan leiden tot een lagere netto N-mineralisatie. Het soort gewas zal hierbij een rol spelen; het effect zal groter zijn in een permanent gewas met dicht wortelstelsel (zoals gras) dan in een gewas met een beperkt wortelstelsel dat slecht een bepaalde period aanwezig is (zoals aardappelen). In de periode na het scheuren van grasland als er nog geen volggewas staat, zal er geen/weinig immobilisatie in de wortelzone optreden. Dit zou tot een hoger netto

mineralisatie kunnen leiden ten opzichte van de situatie waarin wel een gewas aanwezig is.

Concluderend, drogen en verstoren kunnen leiden tot verandering in de N-mineralisatie tijdens laboratoriumstudies. Het drogen bij 40 °C en verstoring ten opzichte van veldomstandigheden hebben waarschijnlijk een beperkt effect. Het zeven van grond kan leiden tot een lagere N-mineralisatie ten opzichte van de mineralisatie onder veldomstandigheden. Waarschijnlijk leidt het verwijderen van gewasresten ook tot een lagere N-mineralisatie, maar er is geen literatuur gevonden die dit aantoont. De afwezigheid van een gewas tijdens incubatie van bodemmonsters leidt waarschijnlijk tot een hogere N-mineralisatie ten opzichte van veldomstandigheden; dit geldt met name voor grasland. Het uiteindelijk netto effect van deze factoren is moeilijk te voorspellen en zal naast genoemde factoren ook afhangen van bodemtype (kleigehalte), gewas en vochtgehalte.