

november 2004

rapport 957.03

Bemestingsadvies bij inzaaien van grasland na bouwland

ir. D.J. den Boer, NMI
ir. E.R. Boons-Prins, NMI
M.C. Hanegraaf M.Sc., NMI
ir. H.C. de Boer, P-ASG
ir. I.E. Hoving, P-ASG
dr.ir. A. van den Pol, P-ASG

praktijkonderzoek animal sciences group (P-ASG)
postbus 2176
8203 ad lelystad
runderweg 6
8219 pk lelystad
tel. (0320) 29 32 11
fax. (0320) 24 15 84
e-mail info.po.asg@wur.nl
internet www.nv.wur.nl

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

© 2004 Wageningen, Nutriënten Management Instituut NMI B.V.

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

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

Disclaimer

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

Verspreiding

ing. P.R.M. Witlox, Productschap Zuivel

5 x

Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen

10 x

Inhoud

	Pagina
Voorwoord	3
Samenvatting en conclusies	5
1 Inleiding	7
2 Werkwijze	8
2.1 Beoogde werkwijze	8
2.2 Berekeningsmethodiek en benodigde gegevens	8
2.3 Literatuuronderzoek	9
2.4 Conclusie literatuuronderzoek	9
2.5 Gevolgde werkwijze	9
3 Literatuuronderzoek	10
3.1 Proeven met (her)inzaai van grasland op kleigrond	10
3.1.1 Engeland en Wales	10
3.1.2 Gras en gras/klaver ingezaaid op bouwland op rivierklei	10
3.1.3 Gras en gras/klaver op heringezaaid grasland op de Waiboerhoeve	11
3.2 Proeven met ingezaaid grasland op zandgrond	11
3.2.1 Gras en gras/klaver ingezaaid op bouwland op De Marke	11
3.2.2 Vruchtwisselingsproeven met maïs en gras op Cranendonck	12
3.3 Wortel- en stoppelproductie	12
3.3.1 Wortel	12
3.3.2 Stoppel	14
3.4 Opbouw en kwaliteit organische stof onder bouwland en grasland	15
3.4.1 Organische stof onder bouwland en blijvend grasland	15
3.4.2 Opbouw bodemorganische koolstof en stikstof onder grasland	15
3.4.3 Samenstelling organische stof	17
3.5 Samengevat	18
4 Schatting extra N-behoefte op basis van N-opname en N-efficiëntie van heringezaaid en blijvend grasland	19
4.1 Definitie van gebruikte begrippen	19
4.2 Werkwijze	19
4.2.1 Extra N-behoefte als gevolg van lagere NLV van de bodem	19
4.2.2 Extra N-behoefte als gevolg van opbouw nieuwe zode	20
4.3 Schatting extra N-behoefte	21
4.3.1 Extra N-behoefte eerste jaar	21
4.3.2 Extra N-behoefte tweede jaar	23
4.3.3 Extra N-behoefte derde jaar	24
4.4 Discussie	24
4.5 Mogelijk advies	25
5 Extra N-behoefte op basis van N-inhoud wortels en stoppel en verschil in N-efficiëntie	26
5.1 Werkwijze	26
5.2 Stikstof in wortel en stoppel	26
5.3 De stikstofefficiëntie	27
5.4 Het stikstofleverend vermogen	28

5.4.1	Berekening extra N-behoefte in het eerste jaar na inzaaien	29
5.4.2	Berekening extra N-behoefte in het tweede jaar na inzaaien	30
5.4.3	Extra N-behoefte in het derde jaar na inzaaien	31
5.5	Voorvrucht	31
5.6	Samenvatting en mogelijk advies	32
5.6.1	Mogelijk advies	32
6	Benadering op basis van N-gift en N-opname	33
6.1	Werkwijze	33
6.2	Berekening extra N-behoefte ingezaaid bouwland	33
6.3	Mogelijk advies	34
7	Bemestingsadvies grasland na bouwland en verdeling N over de sneden	35
7.1	Voorlopig advies stikstofbemesting	35
7.1.1	Advies eerste jaar na inzaaien bouwland	35
7.1.2	Advies tweede jaar na inzaaien bouwland	36
7.1.3	Advies derde jaar na inzaaien bouwland	36
7.2	Advies bemesting met P, K en S	36
7.3	Verdeling extra N in het eerste jaar na inzaaien	36
7.3.1	Inzaaien in de nazomer	37
7.3.2	Inzaaien in het voorjaar	37
7.4	Verdeling extra N in het tweede jaar na inzaaien	37
8	Discussie en aanbeveling	38
9	Literatuur	40
Bijlagen		
1	Drogestof- en N-opbrengst en bodemanalyses van percelen gras en gras/klaver op ingezaaid bouwland op rivierklei (Elgersma & Hassink, 1997)	43
2.	Drogestofhoeveelheid en N-inhoud van wortels en stoppels van blijvend grasland van respectievelijk 8 en 15 jaar oud (Whitehead et al., 1990)	45
3	Drogestofhoeveelheid en N-inhoud van wortels en stoppels op de vruchtwisselingsproef op Cranendonck (Van Dijk et al., 1996)	46
4	Drogestofopbrengst op blijvend en heringezaaid grasland op kleigrond in Engeland	47
5	N-terugwinning (N-recovery) op ingezaaid en blijvend grasland	48

Voorwoord

Het Productschap Zuivel heeft Nutriënten Management Instituut NMI en Praktijkonderzoek van de Animal Sciences Group (P-ASG) de opdracht gegeven om op basis van literatuurgegevens een bemestingsadvies te ontwikkelen bij het inzaaien van grasland op percelen die als bouwland in gebruik zijn geweest.

Aan deze opdracht is gezamenlijk gewerkt door medewerkers van NMI en P-ASG. In dit rapport is de werkwijze beschreven door Marjoleine Hanegraaf. De literatuur is verzameld door Eltje Boons-Prins. Uit dit literatuuronderzoek bleek dat er onvoldoende informatie beschikbaar was om de beoogde werkwijze te volgen, namelijk het opstellen van een advies met behulp van de organischestofbalans. Daarom is ervoor gekozen de extra N-behoefte bij het inzaaien van grasland na bouwland te benaderen op basis van informatie over de bovengrondse stikstofrespons van gras in combinatie met de gegevens over de N-behoefte van wortels en stoppel. Hiertoe zijn drie benaderingen gevolgd. De benadering in Hoofdstuk 4 is uitgewerkt door Herman de Boer, die in Hoofdstuk 5 door Dirk Jan den Boer en die in Hoofdstuk 6 door Idse Hoving.

Op basis van deze drie benaderingen is een voorlopig advies voor de stikstofbemesting opgesteld. Dit voorlopige advies, zoals beschreven in dit rapport, is in oktober 2004 geaccordeerd door de Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen.

Dirk Jan den Boer, NMI
Projectleider

Samenvatting en conclusies

Inleiding

Jaarlijks wordt circa 50.000 ha grasland ingezaaid op bouwland, dat enkele jaren of gedurende langere tijd als zodanig in gebruik is geweest. Voor ingezaaid bouwland is er geen bemestingsadvies, in tegenstelling tot herinzaai van grasland, waarbij rekening gehouden wordt met stikstof (N) die vrijkomt uit de ondergeploegde zode. Veehouders verwachten van ingezaaid land een goede opbrengst. Op ingezaaid bouwland valt deze vaak tegen. Bouwland heeft een lager gehalte aan organische stof en daarmee ook een lager Stikstof Leverend Vermogen (NLV) dan blijvend grasland. Op percelen die lang als bouwland in gebruik zijn geweest is bovendien de kwaliteit van de organische stof anders. De gemakkelijk afbreekbare organische stof is verteerd en de meer resistente organische stof is overgebleven. Na het inzaaien van gras wordt de organische stof geleidelijk weer opgebouwd. Ook de kwaliteit van de organische stof verandert. Om de hier genoemde redenen is de N-behoefte en waarschijnlijk ook de behoefte aan fosfaat (P), kali (K) en zwavel (S) op ingezaaid bouwland hoger dan op blijvend grasland. Daarnaast is op het grasland een zode aanwezig. Deze moet op het ingezaaide bouwland nog ontwikkeld worden. Ook voor de opbouw van wortels en stoppel is N, P, K en S nodig. Het Productschap Zuivel heeft Nutriënten Management Instituut NMI en Praktijkonderzoek P-ASG opdracht gegeven een bemestingsadvies te ontwikkelen voor ingezaaid bouwland op basis van de bestaande literatuurgegevens.

Werkwijze

Aanvankelijk is ervoor gekozen om een bemestingsadvies voor N, P, K en S voor ingezaaid bouwland te ontwikkelen op basis van de organischestofbalans. Daarvoor is gecombineerde informatie nodig over de bovengrondse productie, de opbouw van wortels en stoppel, de opbouw van de organische stof in de bodem en het NLV in de eerste jaren na het inzaaien. Uit literatuuronderzoek bleek dat deze combinatie van gegevens in onvoldoende mate beschikbaar is. Hierdoor was de opstelling van het advies met behulp van de organischestofbalans niet mogelijk.

Voor N is er vervolgens voor gekozen om een voorlopig advies te ontwikkelen. Dit advies is afgeleid uit informatie over de bovengrondse N-respons van gras in combinatie met de gegevens over de N-behoefte van wortels en stoppel. Voor de ontwikkeling van dit voorlopige advies zijn drie benaderingen gevolgd. De benaderingen zijn:

1. De extra N-behoefte is gebaseerd op het verschil in N-opname en het verschil in N-efficiëntie tussen blijvend grasland en heringezaaid grasland.
2. De extra N-behoefte van ingezaaid bouwland is gebaseerd op de extra N die nodig is voor de opbouw van de wortels en de stoppel en op het verschil in N-efficiëntie tussen blijvend grasland en ingezaaid bouwland.
3. De derde benadering gaat ervan uit dat er op ingezaaid bouwland minimaal evenveel N beschikbaar moet zijn voor de opbouw van de organische stof en het NLV en voor de opbouw van wortels en stoppel als op blijvend grasland.

Voorlopig advies

Onderdeel van alle drie benaderingsmethoden is dat het NLV bepaald wordt bij het inzaaien. Hiertoe wordt een grondmonster genomen van de laag 0-10 cm na de zaaibedbereiding. Het NLV wordt dan berekend voor grasland op basis van het percentage organische N of op basis van het percentage totaal N (N-totaal). Op percelen die gedurende langere tijd als bouwland in gebruik zijn geweest is de

gemakkelijk afbreekbare organische stof verteerd. Hierdoor kan het NLV bij inzaaien van bouwland worden overschat. Door het NLV te bepalen bij het inzaaien is de extra N-behoefte als gevolg van het lagere NLV op ingezaaid bouwland bij benadering weergegeven in het advies. Om de extra N-behoefte als gevolg van het lagere NLV zo goed mogelijk te schatten én gelet op een mogelijke overschatting van het NLV bij het inzaaien is het advies om het NLV twee jaar en vier jaar na het inzaaien opnieuw te laten bepalen. Vervolgens kan het weer meegenomen worden in het standaardonderzoek eens per vier jaar.

Het advies voor met gras ingezaaid bouwland wordt dan:

Advies ingezaaid bouwland = advies blijvend grasland bij vastgesteld NLV + extra N-gift voor de opbouw van wortels en stoppel van de nieuwe graszode.

Op basis van de drie benaderingen is vervolgens geschat dat voor de opbouw van wortels en stoppel een extra bemesting nodig is van 50 kg N ha^{-1} in het eerste jaar na inzaaien en een extra gift van 25 kg N ha^{-1} in het tweede jaar. In het derde jaar wordt geen extra N-bemesting geadviseerd.

Bij inzaaien in de nazomer, waarbij nog een snede wordt geoogst, is het advies om van de $50 \text{ kg extra N ha}^{-1}$ te splitsen in een gift van 25 kg N te geven bij het inzaaien en 25 kg N voor de tweede snede van het volgende jaar. Bij inzaaien in het voorjaar is het advies om de extra N-gift te verdelen over de eerste drie sneden: 20 kg N voor snede 1, 20 kg N voor snede 2 en 10 kg N voor snede 3.

In het tweede jaar na inzaaien is het advies om de extra gift van 25 kg N ha^{-1} te geven voor de tweede snede.

Aanbeveling

Doordat een benadering met de organischestofbalans niet mogelijk bleek, was het ook niet mogelijk een aanvullend advies op te stellen voor de P-, K- en S-bemesting van met gras ingezaaid bouwland. Er kon tevens geen onderscheid worden gemaakt tussen klei en zandgrond. De opbouw van de organische stof en daarmee de behoefte aan extra N kan op klei en zand wel verschillen. Elk van de drie bovengenoemde benaderingen heeft zijn beperkingen. Om een goed beeld te krijgen van de extra behoefte aan N, P, K en S is aanvullend onderzoek nodig op klei en zand, waarbij gelijktijdig informatie verzameld wordt over de bovengrondse productie, de wortels en de stoppel en de opbouw van de organische stof in de bodem. Geadviseerd wordt dit onderzoek te laten uitvoeren.

1 Inleiding

Veehouders verwachten van nieuw ingezaaide percelen grasland een goede opbrengst. Deze opbrengst valt op ingezaaid bouwland vaak tegen. Ingezaaid bouwland is land dat voor het inzaaien enkele jaren of gedurende langere tijd als bouwland in gebruik is geweest.

Bij het gebruik als bouwland is het organischestofgehalte gedaald. Daarbij is ook de kwaliteit van de organische stof veranderd. De gemakkelijk afbreekbare organische stof is verteerd en de meer resistente organische stof is overgebleven. Door het lagere organischestofgehalte en de verandering van kwaliteit is het Stikstof Leverend Vermogen (NLV) op ingezaaid bouwland lager dan op blijvend grasland. Hierdoor is de behoefte aan stikstof (N) hoger dan op het blijvende grasland. Bovendien moet op het ingezaaide bouwland de zode (wortels en stoppel) zich nog ontwikkelen. Ook voor de opbouw van wortels en stoppel is N nodig. Voor ingezaaid bouwland is er geen bemestingsadvies, in tegenstelling tot herinzaai van grasland, waarbij de bestaande zode wordt ondergeploegd en N levert. Het Productschap Zuivel heeft Nutriënten Management Instituut NMI en Praktijkonderzoek van de Animal Sciences Group (P-ASG) opdracht gegeven een bemestingsadvies te ontwikkelen voor ingezaaid bouwland op basis van bestaande literatuurgegevens.

Aanvankelijk is ervoor gekozen om een bemestingsadvies voor N, fosfaat (P), kali (K) en zwavel (S) voor ingezaaid bouwland te ontwikkelen op basis van de organischestofbalans. Uit literatuuronderzoek bleek dat een combinatie van gegevens over de bovengrondse productie, de wortels en de stoppel en de bodem in onvoldoende mate beschikbaar is. Hierdoor was de opstelling van het advies met behulp van de organischestofbalans niet mogelijk. Een overzicht van de literatuur is gegeven in Hoofdstuk 3.

Voor N is er vervolgens voor gekozen om een voorlopig advies te ontwikkelen. Dit advies is afgeleid uit informatie over de bovengrondse N-respons van gras in combinatie met de gegevens over de N-behoefte van wortels en stoppels. Voor de ontwikkeling van dit voorlopige advies zijn drie benaderingen gevolgd. Deze zijn beschreven bij de 'Gevolgde werkwijze' (Hoofdstuk 2.5) en nader uitgewerkt in de Hoofdstukken 4, 5 en 6.

Elk van de drie bovengenoemde benaderingen heeft zijn beperkingen. Op basis van deze benaderingen is in Hoofdstuk 7 een voorlopig advies opgesteld voor de extra N-bemesting in het eerste en tweede jaar na het inzaaien van bouwland. Ook is een advies gegeven voor de verdeling van deze N over de sneden. Het opstellen van een advies voor de bemesting met P, K en S was met deze benaderingen niet mogelijk.

2 Werkwijze

2.1 Beoogde werkwijze

Gedurende de eerste jaren na inzaai van bouwland met gras neemt het gehalte aan organische stof toe als gevolg van de zich ontwikkelende graszode. Niet de wortelmasse als zodanig maar het deel van de wortels dat afsterft draagt bij aan de opbouw van (bodem)organische stof. Bodemorganische stof ontstaat dus uit de afbraak van vers organisch materiaal, dat afkomstig is van plantenresten en organische mest. Met de opbouw van organische stof wordt het verschil tussen aanvoer en afbraak van organische stof bedoeld. Bij de opbouw van de organische stof wordt N vastgelegd in het bodemleven en in de organische stof. Deze immobilisatie van N is één van de oorzaken van tegenvallende opbrengsten. Met het te ontwikkelen bemestingsadvies wordt beoogd om onder andere deze immobilisatie door een extra N-gift te compenseren. Voor de ontwikkeling van het beoogde bemestingsadvies is dan informatie nodig over de opbouw van bodemorganische stof en de N-behoefte in de eerste jaren na herinzaai voor de opbouw van wortels en stoppel en voor de opbouw van de bodemorganische stof. Hiertoe wordt een berekening gemaakt van de extra benodigde N uit gegevens over de wortelontwikkeling en de opbouw van bodemorganische stof gedurende het groeiseizoen. De resultaten zijn te gebruiken voor een verdeling van de totale extra N-gift over de sneden.

In deze studie wordt het begrip bodemorganische stof, in navolging van het concept 'effectieve organische stof', gedefinieerd als organisch materiaal dat na één jaar nog niet is verteerd. Het is bekend dat de snelheid van opbouw, behalve van de wortelontwikkeling in de graszode, mede afhangt van, bijvoorbeeld, voorvrucht en grondsoort. Hiermee wordt rekening gehouden bij het op te stellen bemestingsadvies, net zoals met verschillen in de wortelontwikkeling van gras en gras/klaver. Naast de extra N-behoefte zal in deze studie ook aandacht besteed worden aan de extra P-, K- en S-behoefte voor de opbouw van wortels en stoppels en de extra P- en S-behoefte voor de opbouw van de organische stof.

2.2 Berekeningsmethodiek en benodigde gegevens

Uit gegevens over de ondergrondse gewasontwikkeling (massa en samenstelling) kan worden berekend hoeveel N, P en S in de organische stof van wortels worden vastgelegd. In combinatie met gegevens over de grond en de organische bemesting kan de opbouw van bodemorganische stof worden berekend met het rekenmodel Minip (Mineralisation of Nitrogen en Phosphorus; Janssen, 1984). Dit levert tegelijkertijd informatie over de hoeveelheden N, P en S die bij de mineralisatie vrij komen. Kali is geen onderdeel van de bodemorganische stof, maar wel benodigd voor de vorming van wortel- en stoppelmasse.

Om een bemestingsadvies voor een bepaalde situatie te berekenen is een bij die situatie passende set van gegevens nodig over de aanwezige organische stof en de aanvoer van organische stof. In hoeverre het noodzakelijk is om voor verschillende situaties een apart bemestingsadvies op te stellen zal moeten blijken uit berekeningen op basis van verschillen in grondsoort en voorvrucht. Voor het opstellen van een bemestingsadvies na inzaai in bouwland zijn gegevens nodig over

1. grondsoort: zand en klei;
2. voorvrucht;
3. tijdstip van herinzaai (voor- of najaar); en
4. jaarlijkse boven- en ondergrondse ontwikkeling van het gras en eventueel de klaver.

2.3 Literatuuronderzoek

Een literatuurstudie is uitgevoerd om de benodigde kwantitatieve informatie te verzamelen. Hierbij is geen onderscheid is gemaakt naar het gebruik: weiden of maaien. Hierover was zeer weinig relevante informatie te vinden. Zo mogelijk zal uit de voor maaien beschikbare informatie een vertaalslag naar de situatie met weiden worden gemaakt.

Om de berekening van de organischestofopbouw te toetsen is ook gezocht naar gegevens over de ontwikkeling op jaarbasis in organischestofpercentage en -kwaliteit (C/N-ratio) in de eerste drie jaren na inzaai. Uit het literatuuronderzoek (Hoofdstuk 3) bleek echter dat de beschikbare informatie onvoldoende is. Belangrijkste knelpunt is de beperkte beschikbaarheid van gegevens over de ontwikkeling van de wortelmasse en het afsterven ervan per jaar, in de eerste drie jaren na inzaai in bouwland. Hierdoor is het niet mogelijk om de opbouw van organische stof te berekenen in een zich ontwikkelende graszode. Bovendien bleek dat in de onderzoeken waar de wortelontwikkeling is gemeten, meestal geen meting is uitgevoerd aan de bovengrondse gewasproductie.

Aan de ontwikkeling van het gehalte aan organische stof en de C/N-ratio wordt in onderzoeken die gericht zijn op de gewasproductie slechts beperkt aandacht besteed. Ook dit bood onvoldoende houvast om een berekening ten behoeve van een N-bemestingsadvies op te baseren.

2.4 Conclusie literatuuronderzoek

Belangrijke tussenconclusie in het onderzoek was dat er onvoldoende informatie beschikbaar is over de ontwikkeling van het organischestofgehalte in de graszode. Het tekort aan kennis betreft met name kwantitatieve informatie over de organische stof die afkomstig is uit een zich ontwikkelende wortelmasse. Voor het opstellen van een organischestofbalans in grasland na inzaai is hiernaar onderzoek nodig. Hierbij dient tevens de ontwikkeling in de kwaliteit (C/N-ratio) van de bodemorganische stof te worden meegenomen.

2.5 Gevolgde werkwijze

Vanwege de onmogelijkheid om een bemestingsadvies te baseren op de benodigde N voor de opbouw van de organische stof en voor de ontwikkeling van de wortels en de stoppel na inzaaien van bouwland, is ervoor gekozen om een voorlopig advies te ontwikkelen. Dit voorlopige advies wordt afgeleid uit informatie over de bovengrondse N-respons van gras in combinatie met de gegevens over de N-behoefte van wortels en stoppel.

Voor de ontwikkeling van dit voorlopige advies zijn drie benaderingen gevolgd. Aan elk van deze benaderingen is een aantal aannames verbonden. De benaderingen zijn:

1. De extra N-behoefte van ingezaaid bouwland is gebaseerd op het verschil in N-opname en het verschil in N-efficiëntie tussen blijvend grasland en heringezaaid grasland. Deze benadering is uitgewerkt in Hoofdstuk 4.
2. De extra N-behoefte van ingezaaid bouwland is gebaseerd op de extra N die nodig is voor de opbouw van de wortels en de stoppel en op het verschil in N-efficiëntie tussen blijvend grasland en ingezaaid bouwland. Deze benadering is uitgewerkt in Hoofdstuk 5.
3. De derde benadering gaat ervan uit dat er op ingezaaid bouwland minimaal evenveel N beschikbaar moet zijn voor de opbouw van de organische stof en het NLV en voor de opbouw van wortels en stoppel als op blijvend grasland. Deze benadering staat in Hoofdstuk 6.

3 Literatuuronderzoek

3.1 Proeven met (her)inzaai van grasland op kleigrond

3.1.1 Engeland en Wales

Hopkins et al. (1995) hebben op acht locaties op klei of kleiïge grond in Engeland en Wales de opbrengst van heringezaaid grasland bij verschillende N-niveaus vergeleken met die van blijvend grasland.

Het grasland was bij herinzaai 5-12 jaar oud en bevatte overwegend Engels raaigras. In de voorgaande jaren was het grasland intensief gebruikt en bemest met circa 300 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹. Het nieuwe grasland is tussen half augustus en half september opnieuw ingezaaid. Zowel van het heringezaaide als van het blijvende grasland is in het najaar van 1987 nog een snede geoogst. Deze snede was bemest met 60 kg N ha⁻¹. Gedurende drie jaren (1988, 1989 en 1990) is de drogestof (ds)- en de N-opbrengst van het heringezaaide grasland vergeleken met die van het blijvende grasland. Op beide objecten waren 5 N-niveaus aanwezig (0, 125, 250, 375 en 500 N). Dit onderzoek bevat een schat aan informatie over de bovengrondse productie bij verschillende N-niveaus. Het onderzoek bevat echter geen informatie over oogstverliezen en de hoeveelheid afgestorven wortels en stoppels per N-niveau die beschikbaar komen voor de opbouw van de organische stof in de bodem. Ook is geen informatie beschikbaar over het organischestofgehalte en het NLV van de bodem in de opeenvolgende meetjaren. De gegevens van Hopkins et. al. (1995) vormen de basis voor benadering 1 in Hoofdstuk 4.

3.1.2 Gras en gras/klaver ingezaaid op bouwland op rivierklei

Elgersma & Hassink (1997) hebben in april 1991 op zware rivierklei (66 procent lutum) bij Wageningen enkele monocultures Engels raaigras en een aantal gras/klaver mengsels ingezaaid op voormalig bouwland. Het gehalte aan organische stof was 2,4 procent en het N-gehalte van de grond 0,16 procent. Eén van de doelen van dit onderzoek was om meer inzicht te krijgen in de boven- en ondergrondse N-stromen. Hiertoe zijn gedurende 4 jaar (1992 tot en met 1995) bodem- en gewasgegevens verzameld. Op de monoculturen en op de gras/klavermengsels is geen N-bemesting toegediend. Wel is een bemesting met P en K toegepast, op basis van grondonderzoek.

De proefveldjes zijn geoogst met een Haldrup, waarbij een 5 cm hoge stoppel achterbleef.

De opbrengst op de monoculturen gras was op het ingezaaide bouwland bij geen N-bemesting zeer laag: 1,6 tot 2,1 t ds ha⁻¹ jaar⁻¹. De N-opbrengst varieerde van 26 tot 43 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹. De productie op de gras/klaverpercelen was aanzienlijk hoger. De drogestofopbrengst varieerde van 4,5 tot 11 t ds ha⁻¹ jaar⁻¹ en de N-opbrengst van 94 tot 140 kg ha⁻¹ jaar⁻¹. Meer informatie over de drogestof- en N-opbrengst staat in Bijlage 1 in de Tabellen B.1.1 en B.1.2.

C en N van de bodem

De totale hoeveelheid bodemorganisch C en bodem-N is op de verschillende objecten alleen bepaald in maart 1994. Deze hoeveelheden waren niet significant verschillend tussen gras en de gras/klavermengsels.

In de lichte fractie van de macro-organische stof (> 150 µm), de meest actieve pool van de bodemorganische stof, was de C/N-verhouding onder de gras/klavermengsels significant lager dan onder de monocultures gras. De potentiële mineralisatiesnelheid van de N onder de gras/klaver was hoger dan onder gras (Bijlage 1, Tabel B1.3).

Dit onderzoek geeft informatie over de drogestof- en N-opbrengst van enkele grasvariëteiten en een aantal gras/klavermengsels op ingezaaid bouwland gedurende vier jaren na inzaaien. Doordat er geen N-bemesting is toegepast was er alleen een nulobject aanwezig. In de bodem is vooral gekeken naar de kwaliteit van de organische stof en de mineralisatiesnelheid van C en N onder gras en gras/klaver. Jaarlijks zijn per veldje bodemmonsters genomen van de lagen 0-10 en 10-25 cm. Doordat er geen N-bemesting is gegeven kon er onder het ingezaaide grasland geen of nauwelijks vastlegging van N in de organische stof plaatsvinden. Door de zeer lage opbrengst op de grasobjecten zal de aanvoer van de organische stof uit wortels en stoppels ook laag geweest zijn. Het onderzoek geeft geen goed beeld van de opbouw van de organische stof onder gras na inzaai in voormalig bouwland.

3.1.3 Gras en gras/klaver op heringezaaid grasland op de Waiboerhoeve

Schils (2002) heeft een aantal experimenten uitgevoerd met mengsels van gras/klaver op de kleigrond van de Waiboerhoeve in Lelystad. In één van deze experimenten is de opbrengst van ingezaaid grasland bij weiden en maaien vergeleken met die van percelen ingezaaid met gras/klavermengsels. Het onderzoek is uitgevoerd in 1990-1992 op heringezaaide percelen. Tabel 3.1 geeft een overzicht van de resultaten van dit onderzoek. Er is informatie over de bovengrondse productie, maar geen informatie over N-vastlegging in wortels en stoppel. Het organischestofgehalte is bepaald in het eerste jaar en na afloop van het onderzoek. De C/N-verhouding van de organische stof is niet bekend. Voor een benadering met de organischestofbalans is er onvoldoende informatie over de opbouw van de organische stof en de N-vastlegging per jaar.

Tabel 3.1. Opbrengst, bemesting en organischestofpercentage van de bodem van percelen gras en gras/klaver op de Waiboerhoeve (kalkrijke lichte klei) in 1990-1992 (Schils, 2002).

Leeftijd	jaar	os-percentage, %	ds-productie, t ha ⁻¹	gewas	N-bemesting, kg N ha ⁻¹ jaar ⁻¹
1	1990	7,70	10,6	gras	275
2	1991		10,5		
3	1992		11,4		
4		9,50			
1	1990	6,30	9,3	gras/klaver	69
2	1991		9,9		
3	1992		11,1		
4		7,40			

3.2 Proeven met ingezaaid grasland op zandgrond

3.2.1 Gras en gras/klaver ingezaaid op bouwland op De Marke

Op De Marke zijn in 1990 en 1991 enkele proefvelden aangelegd voor vergelijking van de drogestof- en de N-opbrengst van een monocultuur gras met een gras/klavermengsel (Baan Hofman, 1999). De monocultuur gras is ingezaaid met een BG 4 grasmengsel en de gras/klaverweide is ingezaaid met een mengsel van BG 4 en witte klaver. De proefvelden zijn aangelegd op percelen die voor het inzaaien twee of meer jaren in gebruik geweest zijn als maïsland. Zowel op de monocultuur als op het gras/klavermengsel waren 5 N-trappen aanwezig (0, 110, 220, 330 en 440 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹).

Van deze proefvelden is geen informatie beschikbaar over de aanvoer van organische stof uit afgestorven wortels en stoppel en uit oogstverliezen. Ook is er onvoldoende informatie over de opbouw van de organische stof in de bodem en de N-vastlegging in de organische stof per jaar. Er is geen vergelijking van de drogestof- en N-opbrengst met die van blijvend grasland met eenzelfde N-bemesting onder dezelfde omstandigheden.

3.2.2 Vruchtwisselingsproeven met maïs en gras op Cranendonck

Op de vruchtwisselingsproeven op de zandgrond in Cranendonck (Van Dijk et al., 1996) is tussen 1987 en 1993 op een aantal objecten gras ingezaaid. Op het perceel is van 1968 tot en met 1986 continue maïs geteeld. Het organischestofgehalte in laag van 0-30 cm was 3,2 procent en het N-totaalgehalte 0,11 procent. In 1987 is op vijf objecten gras ingezaaid. Afhankelijk van het toegepaste vruchtwisselingsschema is op deze objecten gedurende vier tot twaalf jaar gras geteeld. Jaarlijks is de drogestof- en de N-opbrengst op deze objecten bepaald. De N-bemesting was respectievelijk 140, 260 en 380 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹ in het eerste jaar na inzaaien en 100, 300 en 500 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹ in het tweede en de volgende jaren na inzaaien.

Ook in 1988 en volgende jaren is op een aantal objecten gras ingezaaid na bouwland. Deze objecten kregen dezelfde behandeling als de in 1987 ingezaaide objecten.

Op een aantal objecten is in het tweede, vierde, vijfde en zesde jaar na inzaaien de N-inhoud van de wortels en de stoppel bepaald. Voorafgaand aan de bepaling is het gras zo kort mogelijk bij de grond afgesneden. Naar verwachting is de stoppel dus korter geweest dan 5 cm. De gegevens van de N-inhoud zijn verderop in dit hoofdstuk verwerkt.

Jaarlijks zijn op de grasobjecten grondmonsters genomen van de laag 0-5 cm voor het vaststellen van de chemische bodemvruchtbaarheid. Hierbij zijn onder andere het organischestofgehalte en het N-totaalgehalte bepaald.

Dit onderzoek biedt goede aanknopingspunten voor het opstellen van een organischestofbalans. Het geeft informatie over de bovengrondse productie en over de hoeveelheid N die vastgelegd wordt in wortels en stoppels (Bijlage 3). Een nadeel is dat alleen gegevens over de hoeveelheid organische stof en N-totaal bekend zijn van bodemlaag 0-5 cm. Juist op (her)ingezaaid grasland is de beworteling aanzienlijk dieper. Afgestorven wortels leveren een bijdrage aan de opbouw van de organische stof in deze lagen. Hierbij wordt N vastgelegd.

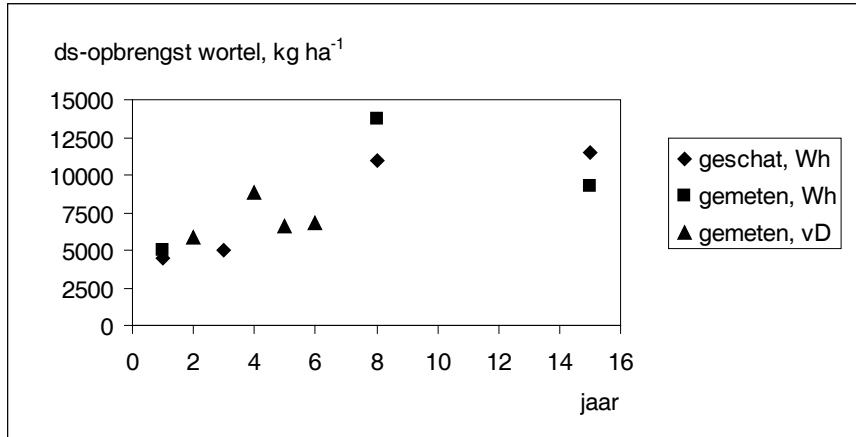
3.3 Wortel- en stoppelproductie

3.3.1 Wortel

Aan de hand van verschillende veldproeven met ingezaaid gras van verschillende leeftijden en bij verschillende N-giften hebben Whitehead et al. (1990) een schatting gemaakt van de drogestof- en N-opbrengst van de stoppel. Van Dijk et al. (1996) hebben in een vruchtwisselingsproef van gras en snijmaïs gegevens verzameld over de drogestof- en N-opbrengst bij verschillende N-trappen (100 N, 300 N en 500 N) op ingezaaid gras van verschillende leeftijd. De resultaten van Whitehead et al. en Van Dijk et al. zijn samengevoegd in de Figuren 3.1 tot en met 3.4. Enkele resultaten van de proeven van Whitehead et al. zijn weergegeven in Bijlage 2 en van Van Dijk et al. in Bijlage 3.

Whitehead et al. (1990) schatten dat de hoeveelheid droge stof in de wortels toeneemt van 4.500 kg ha⁻¹ in het eerste jaar tot 12.000 kg in jaar 8 en ouder bij een N-bemesting van 300 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹. Deze

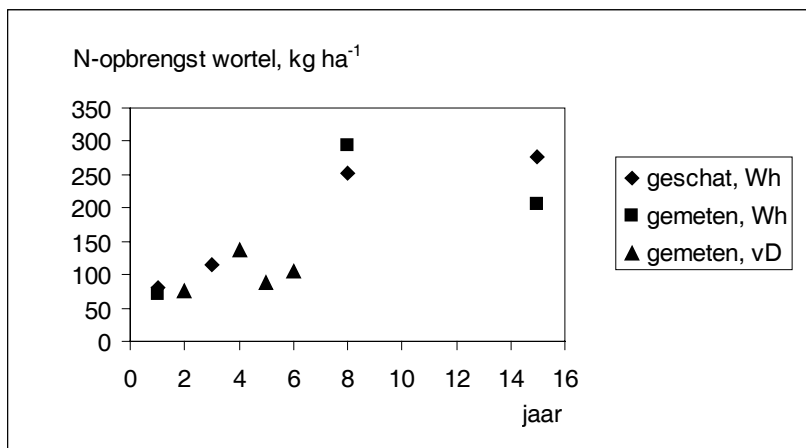
waarnemingen laten zien dat de wortelopbrengst na jaar 8 niet meer is toegenomen, maar in jaar 15 zelfs wat lager was (Figuur 3.1). Wel was de hoeveelheid organische stof in de bodem in jaar 15 duidelijk hoger dan in jaar 8. Bij de veldproef van Van Dijk et al. (1996) nam de drogestofopbrengst van de wortels van het tweede tot het vijfde jaar toe van 5 tot 7 ton ha^{-1} .



Wh = Whitehead, DS, 1990

vD = W. van Dijk et al, 1996

Figuur 3.1. Gemeten en geschatte hoeveelheid droge stof van wortels van *Lolium perenne* onder maaien (jaar 1 en 2) en beweiden (jaar 8 en 15) (Wh) en maaien (vD) (bij 300 kg N-bemesting ha^{-1} jaar⁻¹) (Boons-Prins & Wattel-Koekkoek, 2004).



Wh = Whitehead, DS, 1990

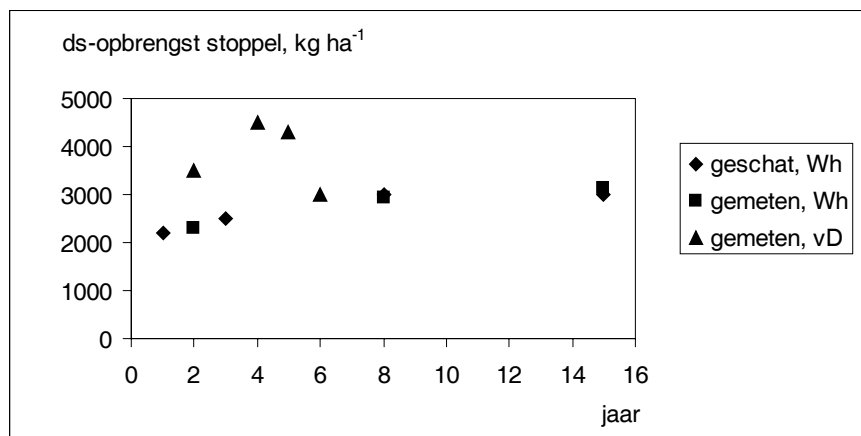
vD = W. van Dijk et al, 1996

Figuur 3.2. Gemeten en geschatte hoeveelheid N van wortels van *Lolium perenne* onder maaien (jaar 1 en 2) en beweiden (jaar 8 en 15) (Wh) en maaien (vD) (bij 300 kg N-bemesting ha^{-1} jaar⁻¹) (Boons-Prins & Wattel-Koekkoek, 2004).

De hoeveelheid N in de wortels nam toe van 77 kg ha^{-1} in jaar 1 tot 280 kg N ha^{-1} in jaar 8 en volgende jaren.

3.3.2 Stoppel

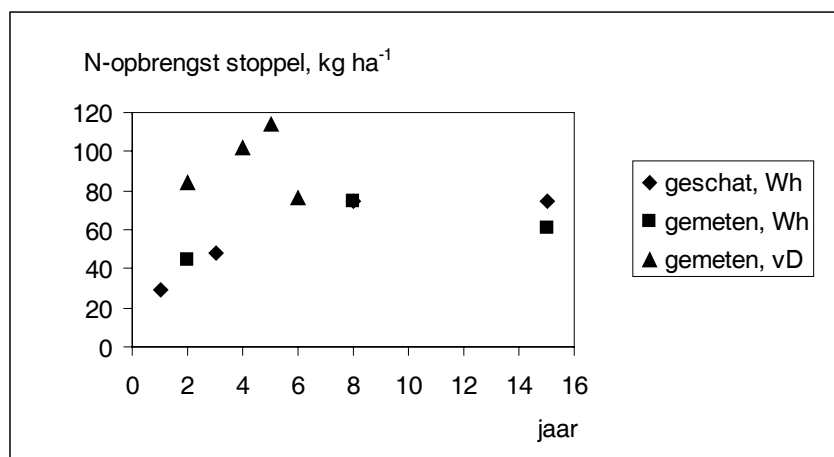
In dezelfde proeven is door Whitehead et al. en Van Dijk et al. ook naar de drogestof- en N-opbrengst van de stoppel gekeken. Bij een N-bemesting van $300 \text{ kg ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$, nam de drogestofopbrengst van de stoppel toe van 2.200 kg ha^{-1} in het eerste jaar tot 3.000 kg in jaar 8 en ouder (Figuur 3.3).



Wh = Whitehead, DS, 1990

vD = W. van Dijk et al, 1996

Figuur 3.3. Gemeten en geschatte hoeveelheid droge stof van de stoppel van *Lolium perenne* onder maaien (jaar 1 en 2) en beweiden (jaar 8 en 15) (Wh) en maaien (vD) (bij $300 \text{ kg N-bemesting ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$) (Boons-Prins & Wattel-Koekkoek, 2004).



Wh = Whitehead, DS, 1990

vD = W. van Dijk et al, 1996

Figuur 3.4. Gemeten en geschatte hoeveelheid N van de stoppel van *Lolium perenne* onder maaien (jaar 1 en 2) en beweiden (jaar 8 en 15) (Wh) en maaien (vD) (bij $300 \text{ kg N-bemesting ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$) (Boons-Prins & Wattel-Koekkoek, 2004).

De hoeveelheid N in de stoppel nam toe van 45 kg N ha^{-1} tot 85 kg N ha^{-1} (Figuur 3.4).

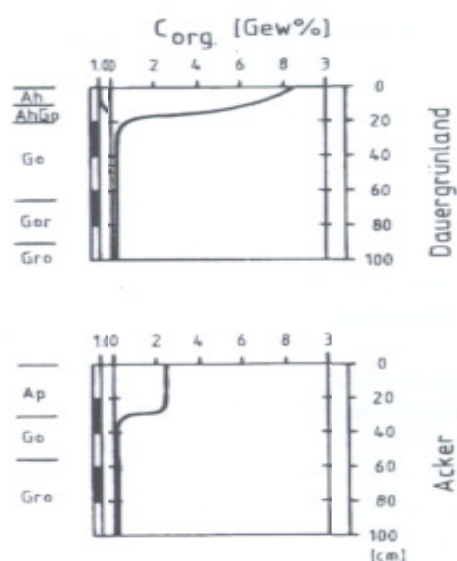
3.4 Opbouw en kwaliteit organische stof onder bouwland en grasland

Grondbewerking is onlosmakelijk verbonden met het akkerbouwsysteem. In talloze studies met veldproeven wordt aangegeven dat hierdoor het gehalte aan organische stof van de grond afneemt en de structuur van de grond verandert (Anderson & Coleman, 1985; Haas et al., 1957; Jenny, 1941; Newton et al., 1945; Clement & Williams, 1964, 1967; 't Hart, 1950; Johnston et al., 1994 en Strebel et al., 1988).

3.4.1 Organische stof onder bouwland en blijvend grasland

Strebel et al. (1988) hebben onder blijvend grasland en onder bouwland van verschillende leeftijd na scheuren (1, 2, 3, 8 en 20 jaar) fysische en chemische bodemeigenschappen bepaald.

Figuur 3.5 laat de verdeling van de organische stof zien onder blijvend grasland en onder een perceel dat 20 jaar achtereen als bouwland in gebruik is geweest.



Figuur 3.5. Opbouw van de organische stof op zandgrond onder blijvend grasland en onder bouwland 20 jaar na scheuren van het grasland.

Onder blijvend grasland bevindt nagenoeg alle organische stof zich in de laag van 0-20 cm. De laag 0-5 cm bevat 7 à 8 procent organische stof en de laag 10-20 cm 2 à 4 procent. Dieper dan 20 cm beneden de grasmatt is het organischestofgehalte bij benadering 1 procent.

Onder bouwland is het organischestofgehalte egaal verdeeld over de ploegdiepte. Dit is de bodemlaag 0-35 cm. Het organischestofgehalte is ruim 2 procent. Dit aanzienlijk lager dan onder blijvend grasland. Het gehalte aan organische N is onder bouwland lager dan onder grasland, maar er werd geen verschil in C/N-verhouding van de organische stof tussen bouw- en grasland gevonden.

3.4.2 Opbouw bodemorganische koolstof en stikstof onder grasland

Onder grasland vindt ophoping plaats van de bodemorganische koolstof en N. Verschillende onderzoekers hebben hier onderzoek naar gedaan. (Hoogerkamp, 1973; 't Hart, 1950; Hassink & Neeteson, 1991; Römkens, et al., 1999; Ryden, 1984; Clement & Williams, 1967; Garwood et al., 1977).

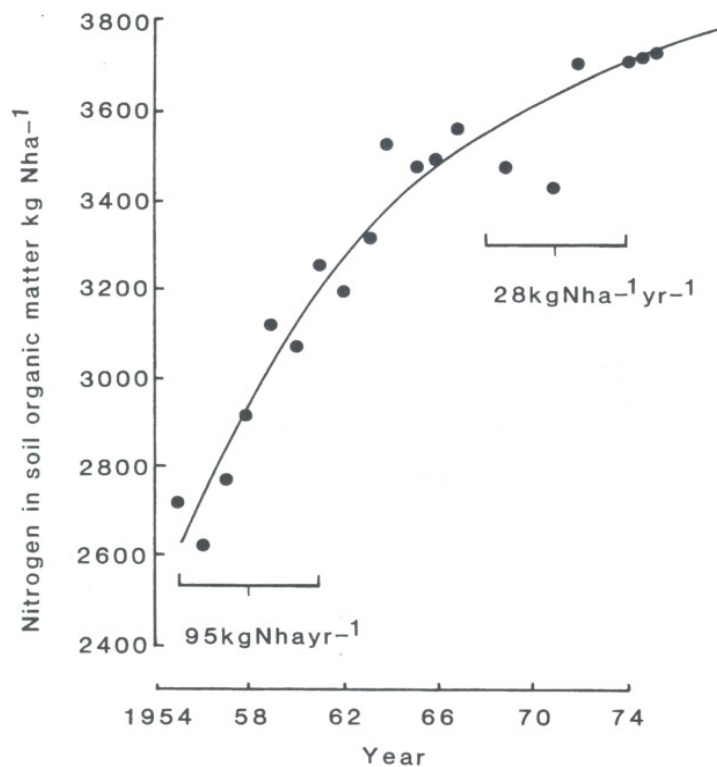
Hassink & Neeteson (1991) geven aan dat van de 260 kg N ha^{-1} die op grasland jaarlijks wordt toegevoegd aan de N-voorraad via wortel- en stoppelresten, circa 80 kg niet binnen een jaar mineraliseert. Bij beweiding neemt de jaarlijkse ophoping bovendien nog toe door de toevoer van organische N in excreta.

Hoogerkamp (1973) vond op basis van een literatuuroverzicht grote verschillen in de hoeveelheid N die jaarlijks onder grasland ophoopt. In de meeste gevallen ging het om een hoeveelheid tussen 100 en $200 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$.

Aarts (2004) ging mede op basis daarvan bij berekeningen ten behoeve de De Marke uit van een jaarlijkse ophoping van 110 kg N ha^{-1} (zandgrond). Aangenomen is dat daarvan na het scheuren in het eerste jaar 40 procent, in het tweede jaar 20 procent en in de daarop volgende jaren 40 procent beschikbaar komt voor volggewassen.

Ryden (1984) en Römken et al. (1999) hebben speciaal aandacht besteed aan de ophoping van organische stof bij de inzaai van grasland na akkerland. Ryden heeft daarbij vooral gekeken naar de toename van de hoeveelheid N, die aan de bodemorganische stof gebonden wordt, en Römken et al. naar de verandering van de verschillende groottefracties van de bodemorganische stof.

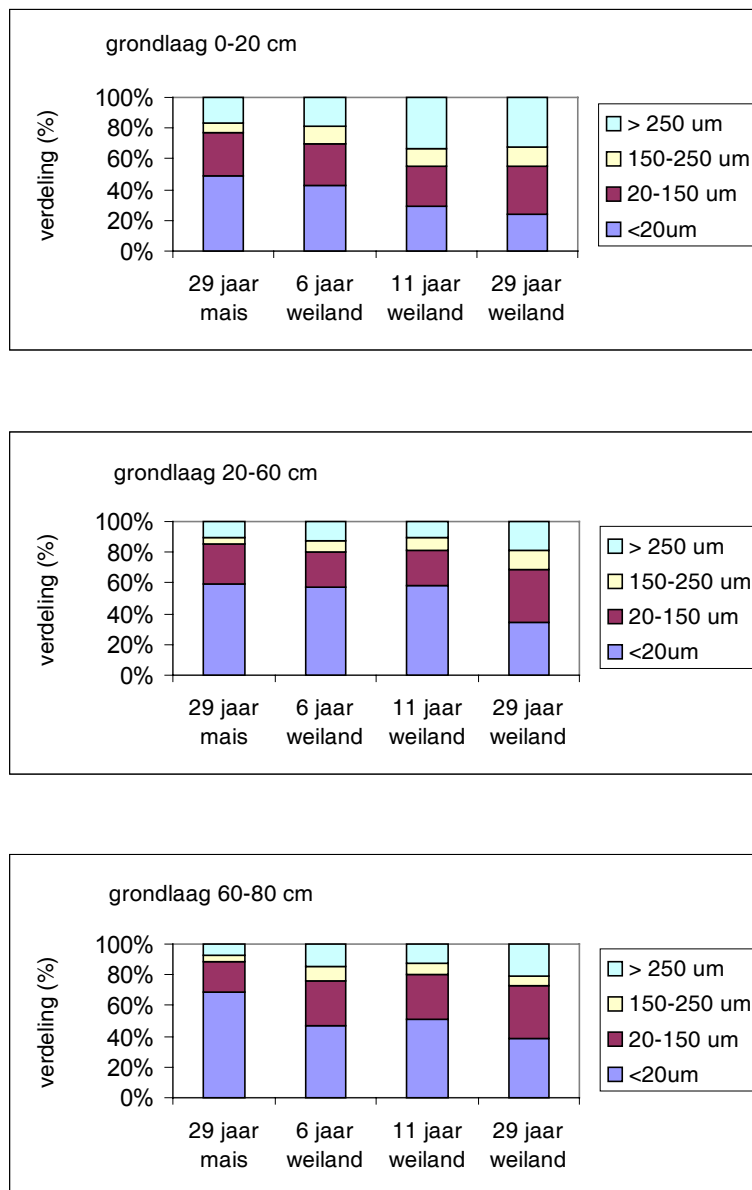
De N-ophoping onder ingezaaid gras na bouwland neemt asymptotisch toe tot een evenwichtspunt waarbij de aanvoer van organische resten in evenwicht is met verliezen en oxidatie (Figuur 3.6). Garwood et al. (1977) publiceerden dat de jaarlijkse accumulatiesnelheid van N afneemt van $95 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$ tot $28 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$ na 10 tot 15 jaar continue management van een begraasd engels raaisgras/klaver grasland met een bemesting van $45 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$. Het verloop van deze processen in de tijd en de factoren die hierop van invloed zijn, worden nog slecht begrepen,



Figuur 3.6. Toename van de hoeveelheid bodemorganische N per jaar (kg N ha^{-1}) en de toenamesnelheid per periode ($\text{kg N ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$) (naar Garwood et al. in Ryden, 1984).

3.4.3 Samenstelling organische stof

Het omzetten van grasland naar bouwland en omgekeerd van bouwland naar grasland heeft niet alleen invloed op het organischestofgehalte van de bodem maar ook op de samenstelling van de organische stof (Römken et al., 1999). Onder grasland bestaat een aanzienlijk deel van de organische stof uit de wat grovere delen, de macro-organische stof (> 250 µm). Na 29 jaar als bouwland in gebruik te zijn geweest is deze macro-organische stof grotendeels afgebroken en is de fijne fractie (< 20 µm) sterk toegenomen (Figuur 3.7). Hierdoor kan de bodem onder bouwland minder goed vocht en nutriënten vasthouden. Ook is het bouwland slempgevoeliger dan het grasland. Door inzaai van grasland komt in negen jaar tijd de medium en grove organische stof terug. Dit komt vooral van de wortels. De grove organische stof draagt bij aan het voorkomen van slempgevoeligheid. In de bovenste grondlaag (0-20 cm) was de grove organische stof in die periode maar voor 40-50 procent hersteld.



Figuur 3.7. Bijdrage van de verschillende fracties bodemorganische stof aan het totale koolstofgehalte als een functie van het landgebruik en de bemonsteringsdiepte (Römken et al., 1999).

De verschillende organischestoffracties zijn voor vier behandelingen per grondlaag gegeven in Figuur 3.7. In 1968 is een gedeelte van een perceel grasland gescheurd. Kolom één geeft de situatie weer van objecten waar vervolgens 29 jaar maïs is geteeld. De tweede kolom geeft de verdeling van de fracties weer op objecten waar van 1968-1991 maïs is geteeld en vervolgens zes jaar gras. Op de objecten in kolom drie is van 1968-1986 maïs geteeld en vervolgens elf jaar gras en kolom vier geeft de verdeling van de fracties weer onder continue grasland. Dit object is van 1968-1996 en ook de jaren daarvoor continue als grasland in gebruik geweest.

3.5 *Samengevat*

Voor het opstellen van een N-bemestingsadvies voor ingezaaid grasland op bouwland met behulp van een organischestofbalans zijn bij meerdere N-niveaus van meerdere jaren na inzaaien gegevens nodig over

- de drogestof- en de N-opbrengst in de bovengrondse productie;
- de hoeveelheid N die nodig is voor de opbouw van het wortelstelsel en de stoppel;
- de hoeveelheid organische stof en N die netto beschikbaar komt uit afgestorven wortels en stoppels en door oogstverliezen en die gebruikt wordt voor de opbouw van de organische stof in de bodem. Hierbij wordt N vastgelegd; en
- tevens is informatie nodig over de ontwikkeling van de kwaliteit van de organische stof (C/N-verhouding).

Een kortere benadering is:

Gedurende meerdere jaren na inzaaien en bij meerdere N-niveaus informatie verzamelen over

- de drogestof- en N-opbrengst in de bovengrondse productie;
- de hoeveelheid N die nodig is voor de opbouw van het wortelstelsel en de stoppel; en
- jaarlijkse informatie over de opbouw en de kwaliteit van de organische stof in de bewortelbare zone.

In dit hoofdstuk is de informatie uit de verzamelde literatuur weergegeven. Op basis hiervan is geconcludeerd dat er onvoldoende informatie beschikbaar is om met behulp van de organischestofbalans een betrouwbaar N-bemestingsadvies op te stellen. In proeven waarin veel informatie beschikbaar was over de bovengrondse productie, was er onvoldoende informatie over de jaarlijkse vastlegging van N in stoppels en wortels en de opbouw van de organische stof in de bodem. Anderzijds gaf onderzoek waarin veel gegevens beschikbaar waren over de bodem onvoldoende informatie over de bovengrondse productie. Daarom is ervoor gekozen het advies te benaderen op basis van de N-opname. Dit is nader uitgewerkt in de Hoofdstukken 4, 5 en 6.

4 Schatting extra N-behoefte op basis van N-opname en N-efficiëntie van heringezaaid en blijvend grasland

4.1 Definitie van gebruikte begrippen

Bij de uitwerking van deze benadering wordt steeds onderscheid gemaakt tussen het werkelijke NLV en het bepaalde NLV. Het werkelijke NLV is de werkelijk gemeten N-opname van het gras op onbemest grasland op jaarbasis; het bepaalde NLV is een schatting daarvan. Het bepaalde NLV wordt berekend door een bodemlaag te bemonsteren, het gehalte organische N van het monster te bepalen en vervolgens met behulp van rekenregels uit de 'Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen' (Anonymus, 2002) het stikstofleverend vermogen (NLV) van de bodem te schatten.

De formules voor berekening van het NLV zijn nogal globaal; daarom zijn bij de nauwkeurigheid van het bepaalde NLV vraagtekens te plaatsen. Bij het samenstellen van het N-bemestingsadvies wordt er echter voor gekozen om aan te sluiten bij de huidige adviesstructuur, zoals verwoord in de genoemde Adviesbasis. Mochten de rekenregels voor het NLV in de toekomst verbeterd worden, dan zal het N-bemestingsadvies voor inzaai van gras na bouwland hierdoor ook verbeteren.

4.2 Werkwijze

Een bemestingsadvies voor N bij inzaai van gras na bouwland is te realiseren door de veronderstelde extra N-behoefte, in vergelijking met blijvend grasland, op te splitsen in twee delen:

- Een extra N-behoefte als gevolg van een lagere NLV van de bodem; en
- Een extra N-behoefte als gevolg van de opbouw van een nieuwe graszode.

Aangenomen wordt dat de zuivere extra N-behoefte van een nieuwe zode niet wezenlijk zal verschillen tussen de zode van blijvend grasland en de zode van grasland ingezaaid na bouwland.

4.2.1 Extra N-behoefte als gevolg van lagere NLV van de bodem

Vergeleken met blijvend grasland is het NLV van bouwland gemiddeld lager. Tijdens het gebruik van een perceel als bouwland breekt er netto meer organische stof af dan er aangevoerd wordt. Hierdoor daalt het gehalte aan organische stof, zeker wanneer komend uit een situatie met blijvend grasland. De makkelijk afbreekbare organische stof wordt eerst afgebroken. De overblijvende organische stof is resistenter tegen afbraak. Als gevolg van het lagere gehalte en een grotere resistentie tegen afbraak zal het NLV van bouwland gemiddeld lager zijn dan het NLV van blijvend grasland. Bij inzaai van gras na bouwland dient hiervoor gecorrigeerd te worden met een extra N-gift.

Met de extra N-behoefte van gras na bouwland als gevolg van een lagere NLV van de bodem kan in principe rekening gehouden worden door een bepaling van het NLV en het volgen van de advisering in de Adviesbasis. Bij een lagere NLV geeft de Adviesbasis automatisch een hoger advies voor N-bemesting. Hierdoor wordt gecorrigeerd voor het lagere NLV van bouwland.

Een belangrijk voordeel van deze aanpak is dat het NLV voor ieder perceel specifiek berekend kan worden. Hierdoor wordt een belangrijk deel van het extra N-advies voor gras na bouwland op maat bepaald.

Een punt van onzekerheid is echter het verschil in samenstelling van de organische stof tussen bouwland en blijvend grasland. Omdat de organische stof in bouwland resistenter tegen afbraak is, kan bij eenzelfde gehalte organische N en eenzelfde berekende NLV, het werkelijke NLV van bouwland lager zijn dan het werkelijke NLV van blijvend grasland. Het NLV van bouwland wordt in dat geval dus overschat. Het NLV van 'oud' bouwland is doorgaans laag. Aangenomen wordt dat deze overschatting daarom van geringe betekenis zal zijn voor het N-aanbod van het gras.

Met de bepaling van het NLV wordt al voor een groot deel rekening gehouden met de extra N-behoefte van gras na bouwland. Het is aan te bevelen om het NLV vóór inzaai van het gras te bepalen, en vervolgens na twee jaar en na vier jaar. Daarna kan het NLV, volgens de gebruikelijke frequentie, eens in de vier jaar bepaald worden.

De 'Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen' (Anonymus, 2002) heeft een NLV van 50 als ondergrens. Mocht de berekende NLV van het bouwland lager uitvallen, dan zou hiervoor gecorrigeerd kunnen worden door het verschil te delen door een N-werkingscoëfficiënt van bijvoorbeeld 0,6 en deze berekende hoeveelheid als extra N-gift te geven. Extra giften als gevolg van deze situatie zullen echter relatief klein zijn, en gezien de onzekerheden in de berekening van het NLV lijkt het niet zinvol om een dergelijke correctie door te voeren. Bij een NLV lager dan 50 wordt daarom aanbevolen een NLV van 50 aan te houden.

4.2.2 Extra N-behoefte als gevolg van opbouw nieuwe zode

Bruikbare onderzoeksgegevens van inzaai van gras na bouwland werden niet gevonden. Een eventuele extra N-behoefte van de nieuwe zode kan echter ook ingeschat worden met behulp van gegevens uit onderzoek naar herinzaai van grasland. Hierbij wordt aangenomen dat de zuivere extra N-behoefte van de nieuwe zode niet wezenlijk zal verschillen tussen herinzaai van grasland en inzaai van grasland na bouwland. Om bruikbaar te zijn dient de onderzoeksopzet bij herinzaai zowel een niet-gescheurde, niet-bemeste controle (N0) als ook een gescheurde en heringezaaide, niet-bemeste controle te bevatten. Vergelijking van de N-opbrengst van de N0-velden van het blijvende grasland en van het gescheurde, nieuw ingezaaide grasland geeft een indicatie van het verschil in NLV. Als het verschil in NLV bekend is, kan met behulp van bemeste objecten geschat worden of de nieuwe graszode een extra N-behoefte heeft, en hoe groot deze behoefte is. Als van de bemeste objecten de N-opbrengst van de nieuwe zode na correctie voor het verschil in NLV nog steeds lager is dan de N-opbrengst van blijvend grasland, dan is er sprake van een extra N-behoefte van de nieuwe graszode.

Een complicatie bij deze aanpak is dat, bij een extra N-behoefte van de nieuwe zode, ook de nieuwe zode op de onbemeste controle een extra N-behoefte heeft. Hierdoor kan het NLV van nieuw grasland onderschat worden (omdat een deel van de N 'verdwijnt' in de opbouwende zode).

Resultaten van onderzoek naar herinzaai met voldoende gegevens zijn zeer schaars. De enige momenteel bruikbaar geachte set gegevens is afkomstig van Hopkins et al. (1995). Hopkins et al. vergeleken op acht locaties, verspreid over het Verenigd Koninkrijk, gedurende drie jaar de N-opbrengst van blijvend en heringezaaid grasland. Er was sprake van een onbemeste controle en vier N-niveaus (Tabel 4.1). Alle behandelingen lagen per locatie in viervoud. Het grasland lag op klei- en kleiige grond, was 5-12 jaar oud, werd gedomineerd door Engels raaigras (*Lolium perenne*) met daarnaast *Agrostis*- en *Poa*-soorten. In voorgaande jaren was het grasland intensief gebruikt met N-giften van circa 300 kg ha⁻¹ jaar⁻¹. Het nieuwe grasland werd in 1987 tussen half augustus en half september opnieuw

ingezaaid. Zowel van het heringezaaide als van het blijvende grasland werd in het najaar van 1987 nog één snede gemaaid. Deze snede was bemest met 60 kg N ha⁻¹ uit kunstmest. De objecten met blijvend en heringezaaid grasland werden steeds gelijk behandeld. Een overzicht van de N-opbrengsten vanaf 1988 is gegeven in Tabel 4.1. Een overzicht van de drogestofopbrengsten is gegeven in Bijlage 4.

Tabel 4.1. Stikstofopbrengst (kg ha⁻¹ jaar⁻¹) van blijvend en heringezaaid grasland en de relatieve (%) stikstofopbrengst van nieuw grasland vergeleken met blijvend grasland bij vijf stikstofniveaus gedurende drie jaar na inzaai.

N-niveau, kg ha ⁻¹ jaar ⁻¹	1988			1989			1990		
	<i>oud</i>	<i>nieuw</i>	%	<i>oud</i>	<i>nieuw</i>	%	<i>oud</i>	<i>nieuw</i>	%
0	131	101	77	104	88	85	83	75	90
125	202	193	96	169	161	95	139	133	96
250	285	285	100	238	252	106	207	210	101
375	358	376	105	294	316	107	264	271	103
500	398	422	106	326	351	108	302	315	104

Bron: Hopkins et al. (1995)

4.3 Schatting extra N-behoefte

Achtereenvolgend wordt nu de extra N-behoefte van de nieuwe zode per volledig productiejaar geschat voor het eerste, tweede en derde jaar na herinzaai.

4.3.1 Extra N-behoefte eerste jaar

In het eerste jaar nam als gevolg van herinzaai de N-opbrengst van de onbemeste controle af van 131 tot 101 kg ha⁻¹ (Tabel 4.1). Deze daling kan door drie factoren veroorzaakt zijn, namelijk

- verplaatsing van organische stof naar grotere diepte als gevolg van grondbewerking. Hierdoor kan de N-mineralisatie trager verlopen;
- afbraak van organische stof als gevolg van grondbewerking bij herinzaai; en
- een extra N-behoefte van de nieuwe zode.

Uit Hopkins et al. (1995) blijkt dat het zaaibed in de nazomer van 1987 bereid was met een rotorkoep. Omdat een rotorkoep een geringe werkdiepte (5-10 cm) heeft, mag aangenomen worden dat de organische stof grotendeels in de bovenste bodemlaag gebleven is. Verplaatsing van organische stof naar grotere diepte, met als gevolg een tragere N-mineralisatie uit de organische stof, heeft daarom waarschijnlijk slechts in geringe mate bijgedragen aan de daling van de N-opbrengst van de onbemeste controle. De exacte bijdrage is niet te kwantificeren vanwege het ontbreken van de benodigde gegevens.

Grondbewerking kan leiden tot afbraak van organische stof en daarmee tot een daling van het NLV. Uit gegevens van Velthof (2004) blijkt dat als gevolg van grondbewerking bij herinzaai het gehalte N-totaal in bodemlaag 0-30 cm op zware zeelei met 20 procent kan dalen. Of en in hoeverre een daling van het gehalte organische stof heeft bijgedragen aan de lagere N-opbrengst op de onbemeste controle kon niet gekwantificeerd worden vanwege het ontbreken van de daarvoor benodigde gegevens.

De daling van de N-opbrengst op de onbemeste controle kan ook veroorzaakt zijn door een extra N-behoefte van de nieuwe zode, waardoor de N-opbrengst lager was dan het werkelijke N-leverend

vermogen (een deel van de N op de onbemeste controle verdween in dat geval in de zode en droeg niet bij aan de N-opbrengst). Uit de gegevens van het tweede en derde volledige productiejaar na inzaai blijkt dat het verschil in N-opbrengst op het onbemeste object afnam. De N-opbrengst van het heringezaaide grasland was in het eerste, tweede en derde volledige productiejaar respectievelijk 30, 16 en 8 kg N ha⁻¹ lager of relatief 23, 15 en 10 procent lager dan de N-opbrengst van het blijvende grasland (Tabel 4.1). Omdat er geen N gegeven werd, kan er nauwelijks sprake zijn geweest van een opbouw van het NLV van het nieuwe grasland. Indirect kan daarom geconcludeerd worden dat een deel van de lagere N-opbrengst op de onbemeste controle op het nieuwe grasland het gevolg was van een extra N-behoefte van de nieuwe graszode, die in de loop van de drie jaren afnam.

Om de extra N-behoefte van de nieuwe zode te schatten, kan uit drie mogelijke scenario's worden gekozen, te weten

1. de daling in N-opbrengst op het onbemeste object was een werkelijke daling van het NLV van de bodem;
2. de daling in N-opbrengst op het onbemeste object was volledig het gevolg van een extra N-behoefte van de nieuwe zode; en
3. de daling in N-opbrengst op het onbemeste object was voor een deel het gevolg van een daling van het NLV van de bodem en voor een ander deel het gevolg van een extra N-behoefte van de nieuwe zode.

Als scenario 1 opgetreden is, heeft een nieuwe graszode geen extra N-behoefte. Scenario 1 is echter minder waarschijnlijk. Het verschil in N-opbrengst van de onbemeste controle tussen blijvend en nieuw ingezaaid grasland nam af in de loop van drie jaar. Dit wijst impliciet op een afnemende N-behoefte van het nieuw ingezaaide grasland. Ook scenario 2 is minder waarschijnlijk; een deel van de daling in N-opbrengst op de onbemeste controle is het gevolg geweest van afbraak en verplaatsing van organische stof. Scenario 3 is het meest waarschijnlijk.

Bij het optreden van scenario 1 was een bepaling van het NLV voldoende geweest om te corrigeren voor het lagere N-leverende vermogen van de bodem. Stel dat scenario 2 opgetreden is, hoeveel extra N had er dan gegeven moeten worden om voor de extra N-behoefte van de nieuwe zode te corrigeren?

Hiervoor dient eerst de relatie tussen N-gift en N-opbrengst bepaald te worden. Regressie leverde de volgende vergelijkingen op:

$$\text{N-opbrengst blijvend grasland} = -0,0003 \cdot \text{Ngift}^2 + 0,7166 \cdot \text{Ngift} + 126,5 \quad (R^2 = 0,9958)$$

$$\text{N-opbrengst nieuw grasland} = -0,0004 \cdot \text{Ngift}^2 + 0,8726 \cdot \text{Ngift} + 97,1 \quad (R^2 = 0,9967)$$

Bij een gemiddelde, gangbare gift van 300 kg N ha⁻¹ was de N-opbrengst op blijvend grasland volgens de vergelijking 314 kg N ha⁻¹. Op het heringezaaide grasland bedroeg de N-opbrengst 323 kg N ha⁻¹. De N-opbrengst zonder bemesting was respectievelijk 127 en 97 kg N ha⁻¹. Op het blijvende grasland was de schijnbare N-terugwinning $((314-127)/300) \cdot 100 = 62$ procent. Op het heringezaaide grasland was de schijnbare N-terugwinning $((323-97)/300) \cdot 100 = 75$ procent. Nieuw ingezaaid grasland lijkt dus efficiënter om te gaan met gegeven N.

De grotere N-behoefte van de nieuwe zode had gecorrigeerd kunnen worden door de N-gift van 300 kg met $(126,5-97,1)/0,75 = 39$ kg N ha⁻¹ te verhogen tot 339 kg N ha⁻¹. De N-opbrengst van de nieuwe zode

was dan 347 kg N ha^{-1} geweest, ofwel $((347/314)-1)*100 = 11$ procent hoger dan de N-opbrengst van het blijvende grasland.

Om te corrigeren voor de grotere N-behoefte van de nieuwe zode had er dus een extra N-gift van $((339/300)-1)*100 = 13$ procent gegeven moeten worden. Het is echter minder waarschijnlijk dat scenario 2 opgetreden is. Scenario 3, een mix van een lagere NLV van de bodem en een grotere N-behoefte van de nieuwe zode, is meer waarschijnlijk. Daaruit kan geconcludeerd worden dat de N-gift in het eerste volledige productiejaar bij een jaargift van 300 kg N ha^{-1} met minder dan 39 kg N of 13 procent verhoogd dient te worden.

De extra N-behoefte van de nieuwe zode in het eerste jaar zou ook geschat kunnen worden met behulp van de volgende redenering: op de onbemeste controle van het nieuwe grasland kon het NLV niet hoger worden, omdat er geen N gegeven werd. Toch nam het verschil in N-opbrengst tussen nieuw grasland en blijvend grasland af van 23 procent in het eerste jaar tot 10 procent in het derde jaar. Deze afname is daarom vooral te wijten aan een afnemende extra N-behoefte van de nieuwe zode. De werkelijke daling van het NLV in het eerste jaar na inzaai kan dan geschat worden op circa 10 procent (verschil in NLV in derde jaar), ofwel $0,1*126,5 = 12,7 \text{ kg N}$; de extra N-behoefte van de nieuwe zode kan dan geschat worden op $(126,5-97,1) - 12,7 = 16,7 \text{ kg N}$. De extra benodigde N-gift wordt dan geschat op $16,7/0,75 = 22 \text{ kg N}$.

Bij bepaling van de extra N-behoefte van het nieuwe grasland in het tweede volledige productiejaar kan dezelfde aanpak gevolgd worden als in het eerste volledige productiejaar.

4.3.2 Extra N-behoefte tweede jaar

N-opbrengst blijvend grasland = $-0,0004*Ngift^2 + 0,6358*Ngift + 101,1$ ($R^2 = 0,9976$)

N-opbrengst nieuw grasland = $-0,0005 Ngift^2 + 0,7802*Ngift + 82,7$ ($R^2 = 0,9948$)

Bij een gift van 300 kg N ha^{-1} was de N-opbrengst op blijvend grasland 256 kg N ha^{-1} . Op het heringezaaide grasland bedroeg de N-opbrengst 272 kg N ha^{-1} . De N-opbrengst zonder bemesting was respectievelijk 101 en 83 kg N ha^{-1} . De schijnbare N-terugwinning was op blijvend grasland $((256-101)/300) *100 = 52$ procent. Op het heringezaaide grasland was de schijnbare N-terugwinning $((272-83)/300)*100 = 63$ procent. Ook in het tweede volledige productiejaar ging nieuw ingezaaid grasland blijkaar efficiënter om met de gegeven N.

De grotere N-behoefte van de nieuwe zode had gecorrigeerd kunnen worden door de N-gift van 300 kg N ha^{-1} met $(101,1-82,7)/0,63 = 29 \text{ kg N ha}^{-1}$ te verhogen tot 329 kg N ha^{-1} . Bij deze N-gift bedroeg de N-opbrengst van de nieuwe zode 285 kg N ha^{-1} , ofwel $((285/256)-1)*100 = 11$ procent hoger dan de N-opbrengst van de bestaande zode.

Om te corrigeren voor de grotere N-behoefte van de nieuwe zode had er dus een extra N-gift van $((329/300)-1)*100 = 10$ procent gegeven moeten worden. Omdat scenario 3 waarschijnlijker is dan scenario 2, kan geconcludeerd worden dat de N-gift in het tweede volledige productiejaar bij een jaargift van 300 kg N ha^{-1} met hooguit 29 kg N of 10 procent verhoogd dient te worden.

Bij het volgen van de alternatieve benadering kan de werkelijke daling van het NLV in het tweede jaar na herinzaai geschat worden op circa 10 procent, ofwel $0,1*101,1 = 10,1 \text{ kg N}$; de extra N-behoefte van de

nieuwe zode kan dan geschat worden op $(101,1 - 82,7) - 10,1 = 8,3$ kg N. De extra benodigde N-gift valt dan te schatten op $8,3/0,63 = 13$ kg N.

Bij bepaling van de extra N-behoefte van het nieuwe grasland in het derde volledige productiejaar kan dezelfde aanpak gevolgd worden als in het eerste en tweede volledige productiejaar.

4.3.3 Extra N-behoefte derde jaar

N-opbrengst blijvend grasland = $-0,0002 \cdot \text{Ngift}^2 + 0,5578 \cdot \text{Ngift} + 79,7$ ($R^2 = 0,9969$)

N-opbrengst nieuw grasland = $-0,0002 \cdot \text{Ngift}^2 + 0,595 \cdot \text{Ngift} + 70,9$ ($R^2 = 0,9962$)

Bij een gift van 300 kg N ha^{-1} was de N-opbrengst op blijvend grasland 229 kg N ha^{-1} . Op het heringezaaide grasland bedroeg de N-opbrengst 231 kg N ha^{-1} . De N-opbrengst zonder bemesting was respectievelijk 80 en 71 kg N ha^{-1} . Op het blijvende grasland was de schijnbare N-terugwinning $((229 - 80)/300) \cdot 100 = 50$ procent. Op het heringezaaide grasland was de schijnbare N-terugwinning $((231 - 71)/300) \cdot 100 = 53$ procent. In het derde jaar was er nog maar weinig verschil tussen de N-efficiëntie van blijvend en nieuw ingezaaid grasland.

De grotere N-behoefte van de nieuwe zode had gecorrigeerd kunnen worden door de gift van 300 kg N ha^{-1} met $(79,7 - 70,9)/0,53 = 17 \text{ kg N ha}^{-1}$ te verhogen tot 317 kg N ha^{-1} . Bij deze N-gift bedroeg de N-opbrengst van de nieuwe zode 239 kg N ha^{-1} , ofwel $((239/229) - 1) \cdot 100 = 4$ procent hoger dan de N-opbrengst van de bestaande zode.

Om te corrigeren voor de grotere N-behoefte van de nieuwe zode had er dus een extra N-gift van $((317/300) - 1) \cdot 100 = 6$ procent gegeven moeten worden. Omdat scenario 3 waarschijnlijker is dan scenario 2, kan geconcludeerd worden dat de N-gift in het derde volledige productiejaar bij een jaargift van 300 kg N ha^{-1} met hooguit 17 kg N of 6 procent verhoogd dient te worden.

Bij het volgen van de alternatieve benadering kan werkelijke daling van het NLV geschat worden op circa 10 procent, ofwel $0,1 \cdot 79,7 = 8,0 \text{ kg N}$; de extra N-behoefte van de nieuwe zode kan dan geschat worden op $(79,7 - 70,9) - 8,0 = 0,8 \text{ kg N}$. De extra benodigde N is dan $0,8/0,5 = 1,5 \text{ kg N}$, een verwaarloosbaar kleine hoeveelheid.

4.4 Discussie

De extra benodigde N-gift als gevolg van een extra N-behoefte van de nieuwe, zich ontwikkelende graszode, bedraagt maximaal respectievelijk 39 , 29 en $17 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$ of 13 , 10 en 6 procent in de eerste drie jaar. Op basis van deze afname mag verwacht worden dat er in latere jaren nauwelijks nog een extra N-behoefte is.

De genoemde extra N-giften zijn waarschijnlijk aan de ruime kant, omdat bij de berekening aangenomen is dat de daling van de N-opbrengst op de onbemeste controlevelden volledig het gevolg was van een extra N-behoefte van de nieuwe zode. Dit is onwaarschijnlijk; een deel van de daling is veroorzaakt door afbraak en verplaatsing van organische stof. Als de alternatieve benadering gebruikt wordt voor het schatten van de werkelijke daling van het NLV en de werkelijke extra N-behoefte, dan wordt de extra benodigde N-gift voor opbouw van de graszode geschat op respectievelijk 22 , 13 en $2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$.

De belangrijkste minpunten van de gevolgde aanpak zijn:

- a. Het gras is ingezaaid op gescheurd grasland tussen half augustus en half september 1987. In het najaar van 1987 is er nog een snede geoogst.
- b. De N-opbrengst van de behandelingen is pas in 1988 gemeten. Een deel van de extra N-behoefte van de nieuwe graszode kan echter al in het najaar van 1987 zijn ingevuld.
- c. Bij de gescheurde, onbemeste controle kan in het voorjaar van 1988 nog een hoeveelheid N in de bodem aanwezig zijn geweest. In dat geval wordt het werkelijke NLV van de gescheurde controle in 1988 overschat.
- d. Het NLV van de onbemeste, heringezaaide controle kan ook zijn onderschat, omdat bij een extra N-behoefte van een nieuwe zode ook het gras op de controle een extra N-behoefte heeft.

Het is niet goed in te schatten wat het eindeffect van deze mogelijkheden op de nauwkeurigheid van de schatting is.

Bij inzaai van grasland wordt meestal een lichte eerste snede geoogst van maximaal 1,5 ton ds ha⁻¹. De bemesting van de eerste snede kan daarop afgestemd worden. Een lichte eerste snede correspondeert met de opbrengstklasse 'licht weiden' in de Adviesbasis. Bij een NLV van 50 resulteert dit in een advies van 106 kg N ha⁻¹. Omdat deze gift behoorlijk ruim is, gezien het opbrengstdoel, kan de berekende extra N-gift beter niet voor de eerste snede gegeven worden, maar verdeeld worden over de tweede en derde snede. Dit wordt gedaan om een slechte N-benutting te voorkomen.

Voor de volgende sneden kan het advies in de Adviesbasis aangehouden worden, gegeven het bepaalde NLV. Wanneer uitgegaan wordt van een extra gift van 22 kg N ha⁻¹ in het eerste jaar kan deze worden verdeeld over de tweede en derde snede na inzaai, respectievelijk 11 en 11 kg N ha⁻¹. In het tweede jaar na inzaai kan de extra gift van 13 kg worden toegediend voor de eerste snede. Vanaf het derde jaar hoeft geen extra N meer gegeven te worden.

Een punt van aandacht bij de inzaai van gras na bouwland is de eventuele hoeveelheid rest-N in de bodem en de hoeveelheid N die door gewasresten nageleverd wordt. In principe dient deze hoeveelheid bij inzaai bepaald te worden en in mindering gebracht te worden op de N-gift voor de eerste snede.

4.5 Mogelijk advies

Het advies voor de N-bemesting van grasland ingezaaid na veeljarig bouwland zou er op basis van de N-opname en N-efficiëntie op blijvend en heringezaaid grasland bij de genoemde aannames en gevolgde analyse nu als volgt uit kunnen zien:

- Bepaal het NLV vóór inzaai en vervolgens na twee jaar en na vier jaar; daarna eens in de vier jaar, zoals geadviseerd in de Adviesbasis.
- Volg het bemestingsadvies voor blijvend grasland in de Adviesbasis bij het bepaalde NLV.
- Bemest de eerste snede voor 'licht weiden' (maximale opbrengst van 1500 kg ds ha⁻¹).
- Eventuele rest-N en nalevering door gewasresten in mindering brengen op de bemesting van de eerste snede.
- Verhoog het advies in het eerste volledige productiejaar met 11 kg N voor de tweede en 11 kg N ha⁻¹ voor de derde snede.
- Verhoog het advies in het tweede volledige productiejaar met 13 kg N ha⁻¹ voor de eerste snede.

Als het achterwege blijven van een (deel van de) meeropbrengst van nieuw gras geaccepteerd wordt, kan de extra N-gift in de eerste twee jaren komen te vervallen.

5 Extra N-behoefte op basis van N-inhoud wortels en stoppel en verschil in N-efficiëntie

Bij inzaaien van grasland na bouwland is er geen ondergewerkte zode, die N kan leveren. Daarom is ervoor gekozen om naast de benadering in Hoofdstuk 4 de extra N-behoefte ook te benaderen vanuit de N-inhoud van de wortels en de stoppel en het verschil in N-efficiëntie tussen blijvend en ingezaaid grasland.

5.1 Werkwijze

Onder bouwland wordt verstaan land dat meerdere jaren als bouwland in gebruik is geweest. Dit bouwland heeft een lager organischestofgehalte en NLV dan blijvend grasland. Hierdoor is de N-behoefte op ingezaaid bouwland hoger.

Een tweede verschil tussen ingezaaid en blijvend grasland is de ontwikkeling van de zode. Op blijvend grasland is een zode aanwezig. Op het ingezaaide bouwland moeten het wortelstelsel en de zode zich nog ontwikkelen. Hiervoor is extra N nodig.

Een derde verschil in N-behoefte kan zijn een verschil in N-opname door het gewas tussen blijvend en ingezaaid grasland.

Voor het opstellen van een advies voor ingezaaid bouwland is

- ervan uitgegaan dat het NLV van de grond wordt bepaald bij het inzaaien. Bij een lager NLV geeft de Adviesbasis automatisch een hoger advies voor de N-bemesting. Hierdoor wordt gecorrigeerd voor de lagere NLV van bouwland. Doordat de organische stof op bouwland resistenter is dan op blijvend grasland, wordt het NLV van het ingezaaide bouwland mogelijk wat overschat en de extra N-behoefte onderschat;
- de extra N-behoefte voor de opbouw van wortels en stoppel geschat op basis van literatuurgegevens over de N-inhoud van wortels en stoppel én het verschil in N-efficiëntie tussen blijvend en ingezaaid grasland; en is
- uitgegaan van een gelijke N-opname door het gewas op blijvend en ingezaaid grasland bij een bemestingsniveau van $300 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$. In de proeven van Hopkins et al. (Tabel 4.1) geldt dit bij benadering bij 250 kg N ha^{-1} . Bij een hogere N-bemesting was de N-opname op het ingezaaide grasland hoger. De N-behoefte is dan ook hoger.

Het advies voor ingezaaid bouwland is dan:

Advies ingezaaid bouwland = Advies blijvend grasland bij vastgesteld NLV + extra N-behoefte voor de opbouw van wortels en stoppel.

5.2 Stikstof in wortel en stoppel

De wortels en stoppel van blijvend grasland bevatten ruim 350 kg N ha^{-1} (Figuren 3.2 en 3.4). De hoeveelheid N in de wortels nam toe van 77 kg N in jaar 1 tot circa 280 kg N ha^{-1} in jaar 8 na inzaaien (Hoofdstuk 3.3.1). De hoeveelheid N in de stoppel nam toe van 45 kg in jaar 1 tot 85 kg N ha^{-1} in jaar 8 na inzaaien (Hoofdstuk 3.3.2).

In het eerste jaar na inzaai bevatten stoppel en wortel dan ruim 120 kg N ha^{-1} ($77+45 \text{ kg N}$). Dit neemt geleidelijk toe tot ruim 350 kg N ha^{-1} in jaar 8 na inzaaien ($280+85 \text{ kg N}$).

De toename van de hoeveelheid N in wortel en stoppel van jaar 1 tot en met 5 na inzaaien is geschat via een logaritmische en lineaire benadering. Hiervoor is gebruik gemaakt van de gegevens van Whitehead et al. en die van Van Dijk et al. (Hoofdstukken 3.3.1 en 3.3.2). De resultaten zijn weer gegeven in Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Hoeveelheid N (kg N ha⁻¹) in wortels plus stoppel van grasland in jaar één na inzaaien en de toename ervan in volgende jaren.

Jaar na inzaaien	logaritmische benadering	lineaire benadering	aanhouden voor advies
1	113 (53+60)*	152 (83+69)	120
2	64 (55+9)	18 (16+2)	60
3	38 (32+6)	18 (16+2)	40
4	27 (23+4)	18 (16+2)	-
5	21 (18+3)	18 (16+2)	-

tussen haakjes: N in wortels + stoppel

De logaritmische benadering, waarbij de hoeveelheid extra vastgelegde N in wortels en stoppel afneemt bij het toenemen van de leeftijd van de zode, gaf de hoogste verklaarde variantie (R²). Dit is ook het meest logisch.

Voor de berekening van de extra N-behoefte voor het opbouwen van wortels en stoppel is voor jaar 1 na inzaaien uitgegaan van een N-inhoud van 120 kg N ha⁻¹, voor jaar 2 van een extra N-inhoud van 60 kg N en voor jaar 3 van een extra N-inhoud van 40 kg N ha⁻¹. Voor het vierde en de volgende jaren na inzaaien is niet meer gerekend met een extra N-inhoud. In de eerste drie jaren na inzaaien wordt dan in totaal 220 kg N vastgelegd in wortels en stoppel.

5.3 De stikstofefficiëntie

Vanuit meerdere proeven is bekend dat nieuw ingezaaid grasland een hogere N-terugwinning heeft dan grasland dat al enkele jaren is ingezaaid en dan oud grasland. Het gras heeft een diepere beworteling. De N-terugwinning is gelijk aan de N-opbrengst van het bemeste object minus de N-opbrengst van het onbemeste object. Dit verschil wordt gedeeld door de N-gift.

In formule:

$$\text{N-terugwinning} = \text{Nopbrengst} (N_1 - N_0) / \text{Ngift}$$

In Tabel 5.2 is de N-terugwinning gegeven voor een aantal proeven op klei en zand voor het eerste jaar na inzaaien en voor blijvend grasland. Tevens is de N-gift vermeld. Een korte beschrijving van de afzonderlijke proeven is gegeven in Bijlage 5.

Tabel 5.2. N-terugwinning (in %) op klei en zand in jaar 1 na inzaaien en op blijvend grasland en de N-bemesting (kg N ha⁻¹).

Grondsoort	omschrijving	N-gift	ingezaaid grasland	blijvend grasland
klei	Hopkins, Engeland	300	75	62
	Nij Bosma Zathe, 2003	295	77	69
	NxP onderzoek, Bommelerwaard	300	--	54
zand	Aver Heino, 2003	295	60	47
	Cranendonck, 2003	295	50	43
	De Marke, 1992	220	78	--
	De Marke, 1992	330	70	--
	Cranendonck, vruchtwisseling	260	74	67
	NxP onderzoek, Ureterp	300	--	62

Bij de berekeningen van de extra N-behoefte voor ingezaaid bouwland is geen onderscheid gemaakt tussen klei en zand. Voor het eerste jaar na inzaaien is gerekend met een N-terugwinning van 75 procent en voor blijvend grasland met een N-terugwinning van 60 procent.

De N-terugwinning in het tweede jaar na inzaaien is voor een aantal proeven op klei en zand gegeven in Tabel 5.3. De resultaten van de afzonderlijke proeven zijn vermeld in Bijlage 5.

Tabel 5.3. N-terugwinning (in %) op klei en zand in jaar 2 na inzaaien en op blijvend grasland en de N-bemesting (kg N ha⁻¹).

Grondsoort	omschrijving	N-gift	ingezaaid grasland	blijvend grasland
klei	Hopkins, Engeland	300	63	52
	NxP onderzoek, Bommelerwaard	300	--	54
zand	De Marke, 1993	330	78	--
	Cranendonck, vruchtwisseling	300	69	67
	NxP onderzoek, Ureterp	300	-	62

Voor het tweede jaar na inzaaien is gerekend met een N-terugwinning van 70 procent en voor blijvend grasland met een N-terugwinning van 60 procent. Er is geen onderscheid gemaakt tussen klei en zand. Naar verwachting is het verschil in N-terugwinning tussen het derde jaar na inzaaien en blijvend grasland gering (Hoofdstuk 4.3.3). Hiermee is niet verder gerekend.

5.4 *Het stikstofleverend vermogen*

Zoals eerder aangegeven is de N-behoefte op ingezaaid en blijvend grasland afhankelijk van het NLV van de grond. Het NLV hangt samen met het organischestofgehalte. Bij een laag gehalte aan organische stof is het NLV lager dan bij een hoger gehalte aan organische stof.

Het gehalte aan organische stof hangt onder andere af van het aantal jaren dat een perceel als bouwland in gebruik is geweest. Figuur 3.5 laat zien dat op zandgrond op een perceel dat 20 jaar als bouwland in gebruik is geweest het organischestofgehalte circa 2 procent is. Op een perceel blijvend grasland op dezelfde zandgrond is het organischestofgehalte 7 à 8 procent.

Op een perceel dat gedurende enkele jaren als bouwland in gebruik is geweest zal het organischestofgehalte en ook het NLV dichter bij dat van blijvend grasland liggen.

Kwantitatieve gegevens over het aantal jaren dat een perceel op een melkveebedrijf als bouwland in gebruik is en het bijbehorende organischestofgehalte en NLV bij inzaaien zijn nauwelijks beschikbaar. Daartoe is de dataset van de Koeien & Kansen bedrijven geraadpleegd (Bakker & Den Boer, 2004). De resultaten staan in Tabel 5.4.

Tabel 5.4. Gemiddeld NLV op percelen gras die 1 tot 5 jaar bouwland zijn geweest in vergelijking tot het gemiddeld NLV op grasland op de overeenkomstige Koeien & Kansen bedrijven.

Grondsoort	aantal percelen	gemiddeld NLV op ingezaaid bouwland	gemiddeld NLV op blijvend grasland	verschil	gemiddeld jaren bouwland
zand	15	108	125	17	1,5
klei en löss	9	109	125	16	1,7

Op de Koeien & Kansen bedrijven waren op zandgrond 15 percelen aanwezig die één tot vijf jaar als bouwland in gebruik zijn geweest. Gemiddeld was dit anderhalf jaar. Op klei en löss waren 9 percelen aanwezig die gemiddeld 1,7 jaar als bouwland in gebruik waren. Het NLV van het ingezaaide bouwland op een bedrijf is vergeleken met het gemiddelde NLV (in 1999) van de blijvend graslandpercelen op hetzelfde bedrijf. Het NLV op het blijvende grasland was gemiddeld 125 en op het ingezaaide bouwland 108 op zandgrond en 109 op klei.

Het NLV op het ingezaaide bouwland op de Koeien & Kansen bedrijven ligt daarmee gemiddeld dicht bij dat van blijvend grasland dan dat van een perceel dat gedurende langere tijd als bouwland in gebruik is geweest.

5.4.1 Berekening extra N-behoefte in het eerste jaar na inzaaien

De extra N-behoefte is berekend voor drie situaties.

- In situatie 1 is uitgegaan van een NLV op blijvend grasland van 150 (humus 4 à 5 procent) en een NLV op het ingezaaide bouwland van 50 (humus circa 2 procent).
- In situatie 2 is uitgegaan van een NLV op blijvend grasland van 150 en een NLV op ingezaaid bouwland van 100 (humus 3 à 4 procent).
- In situatie 3 is gerekend met het gemiddelde NLV van het ingezaaide en blijvende grasland op de Koeien & Kansen bedrijven.

De resultaten van de berekening staan in Tabel 5.5.

Tabel 5.5. Berekening extra N-gift op grasland na bouwland in het eerste jaar na inzaaien voor drie situaties. N-advies, -opname en -behoefte in kg N ha⁻¹.

Omschrijving	situatie 1	situatie 2	situatie 3
NLV blijvend grasland	150	150	125
NLV ingezaaid grasland	50	100	109
N-advies blijvend grasland	334	334	347
N-advies ingezaaid grasland	382	359	355
N-opname blijvend grasland	200 (0,6*334)	200 (0,6*334)	208 (0,6*347)
N-opname ingezaaid grasland	286 (0,75*382)	269 (0,75*359)	266 (0,75*355)
verschil	86	69	58
extra N-behoefte ingezaaid grasland	120-86 = 34	120-69 = 51	120-58 = 62
extra N-gift, kg N ha ⁻¹	34/0,75 = 45	51/0,75 = 68	62/0,75 = 83

Bij de berekeningen is

- uitgegaan van een gelijke N-opname op ingezaaid en blijvend grasland;
- ervan uitgegaan dat bemest wordt volgens het advies op basis van het vastgestelde NLV;
- rekening gehouden met de hogere N-efficiëntie op het ingezaaide grasland. Op het ingezaaide bouwland is gerekend met een N-terugwinning van 75 procent en op het blijvend grasland met 60 procent. Door de betere terugwinning van de gegeven N hoeft er minder N te worden bijgestrooid om de extra N-behoefte te dekken. In situatie 1 is dit 86 kg N;
- uitgegaan van een N-inhoud van wortels en stoppel van 120 kg N ha⁻¹ in jaar 1. De extra N-behoefte is dan 120 - 86 = 34 kg N ha⁻¹; en
- gerekend met een N-benutting van 75 procent. De extra N-gift bij een benutting van 75 procent is dan 34 / 0,75 = 45 kg N ha⁻¹.

Bij deze benadering varieert de extra N-gift van 45 kg N ha⁻¹ op het grasland dat het langst als bouwland in gebruik is geweest tot 83 kg op grasland dat één of enkele jaren als bouwland in gebruik is geweest. De laatste situatie zal het meest voorkomen op melkveebedrijven.

5.4.2 Berekening extra N-behoefte in het tweede jaar na inzaaien

De extra N-behoefte in het tweede jaar na inzaaien is berekend voor dezelfde situaties als in het eerste jaar na inzaaien. De resultaten van de berekening staan in Tabel 5.6.

Tabel 5.6. Berekening extra N-gift op grasland na bouwland in het tweede jaar na inzaaien voor drie situaties. N-advies, -opname en -behoefte in kg N ha⁻¹.

Omschrijving	situatie 1	situatie 2	situatie 3
NLV blijvend grasland	150	150	125
NLV ingezaaid grasland	50	100	109
N-advies blijvend grasland	334	334	347
N-advies ingezaaid grasland	382	359	355
N-opname blijvend grasland	200 (0,6*334)	200 (0,6*334)	208 0,6*347)
N-opname ingezaaid grasland	267 (0,7*382)	251 (0,7*359)	249 (0,7*355)
verschil	67	51	41
extra N-behoefte ingezaaid grasland	60-67 = - 7	60-51 = 9	60-41 = 19
extra N-gift, kg N ha ⁻¹	0	9/0,70 = 13	19/0,70 = 27

Bij de berekeningen is

- uitgegaan van een gelijke N-opname op ingezaaid en blijvend grasland;
- ervan uitgegaan dat bemest wordt volgens het advies op basis van het vastgestelde NLV;
- rekening gehouden met de hogere N-efficiëntie op het ingezaaide grasland. Op het ingezaaide bouwland is in het tweede jaar gerekend met een N-terugwinning van 70 procent en op het blijvend grasland met 60 procent;
- uitgegaan van een extra N-inhoud van wortels en stoppel van 60 kg N ha⁻¹ in jaar 2; en
- voor de extra N-gift gerekend met een N-benutting van 70 procent.

De extra te strooien N varieert van 0 tot 27 kg N ha⁻¹ in jaar 2 na inzaaien. De hoogste gift wordt ook nu geadviseerd voor ingezaaid grasland dat één of meerdere jaren als bouwland in gebruik is geweest.

5.4.3 Extra N-behoefte in het derde jaar na inzaaien

De extra N-inhoud van de wortels en de stoppel in het derde jaar na inzaaien bedraagt 40 kg N ha⁻¹. Bij de schatting van de betere N-efficiëntie op het ingezaaide grasland is ervan uitgegaan dat de N-terugwinning in het derde jaar na inzaaien maar in beperkte mate hoger zal zijn dan op blijvend grasland. Ook bij een beperkt betere terugwinning is 40 kg N snel terugverdiend. In deze studie is er daarom vanuit gegaan dat in het derde jaar na inzaaien geen extra N meer wordt gegeven, maar dat wordt bemest op basis van het NLV dat twee jaar na het inzaaien opnieuw is bepaald.

5.5 Voorvrucht

Bij het berekenen van de extra N-gift voor de eerste jaren na het inzaaien van bouwland is geen rekening gehouden met de N-nalevering door de voorvrucht die op het bouwland heeft gestaan. De nawerking van in voorgaande jaren gegeven dierlijke mest is opgenomen als N_{org} in het NLV van de grond. De vraag is in hoeverre dit ook het geval is met de N-mineralisatie uit de ondergeploegde resten van de voorvrucht. Mogelijk moet hier afzonderlijk rekening mee worden gehouden. In Tabel 5.7 is de potentiële N-mineralisatie berekend met behulp van het programma Minip (Janssen, 1985) voor een viertal voorvruchten.

Tabel 5.7. Potentiële N-mineralisatie uit verschillende voorvruchten op ingezaaid bouwland.

Voorvrucht	kg N in voorvrucht	tijdstip onderwerken	N-mineralisatie (maart-oktober), kg N ha ⁻¹
snijmaïs	51	september	19
granen	44 (triticale)	augustus	18
aardappelen	86	september	31
bieten	132	oktober	47

Op melkveebedrijven zal meestal snijmaïs als voorvrucht worden geteeld. De N-mineralisatie hiervan is 19 kg N ha⁻¹.

5.6 Samenvatting en mogelijk advies

In dit hoofdstuk is de extra N-behoefte van ingezaaid bouwland geschat op basis van de N-inhoud van de wortels en de stoppel en het verschil in N-efficiëntie tussen ingezaaid grasland en blijvend grasland. Hierbij is gewerkt met de volgende uitgangspunten, te weten

- een gelijke N-opname door het gewas op ingezaaid en blijvend grasland;
- bij het inzaaien wordt het NLV van de bodem bepaald. De extra N-behoefte als gevolg van een lager NLV is dan opgenomen in het advies; en
- op blijvend grasland is een zode aanwezig. Deze moet zich nog ontwikkelen op ingezaaid bouwland. Hiervoor is extra N nodig.

Het advies voor ingezaaid bouwland is dan gelijk aan het advies voor grasland bij vastgesteld NLV plus de extra N voor ontwikkeling van wortels en stoppel.

De extra N-behoefte voor de opbouw van wortels en stoppel is 120 kg N ha⁻¹ in het eerste jaar na inzaaien, 60 kg N ha⁻¹ in het tweede jaar en 40 kg N ha⁻¹ in het derde jaar.

Ingezaaid grasland gaat efficiënter om met de gegeven N. De N-terugwinning in het eerste jaar is 75 procent en in het tweede jaar 70 procent. De N-terugwinning op blijvend grasland is 60 procent. In het derde jaar is het verschil in N-terugwinning tussen ingezaaid en blijvend grasland beperkt. De extra opgenomen N door een betere N-terugwinning op ingezaaid land kan in mindering worden gebracht op de extra N-behoefte voor de opbouw van de wortels en de stoppel.

5.6.1 Mogelijk advies

In het eerste jaar na inzaaien varieert de hoeveelheid extra te strooien N tussen 45 en 83 kg N ha⁻¹. Dit is afhankelijk van het verschil in NLV tussen het ingezaaide en het blijvende grasland.

De voorvrucht op melkveebedrijven zal meestal snijmaïs zijn. Indien rekening gehouden wordt met een potentiële N-mineralisatie uit deze voorvrucht van 19 kg N ha⁻¹ dan varieert de extra te strooien hoeveelheid N tussen 26 en 64 kg ha⁻¹. Een extra N-gift van 50 kg N ha⁻¹ in het eerste jaar na inzaaien lijkt dan redelijk.

In het tweede jaar na inzaaien varieert de extra te geven hoeveelheid N tussen 0 en 27 kg N ha⁻¹. Gedacht kan worden aan een extra gift van 25 kg N ha⁻¹ in het tweede jaar na inzaaien.

In het derde jaar wordt geen extra N-gift geadviseerd. Aan het einde van het tweede jaar wordt het NLV opnieuw bepaald. De N-gift is dan gebaseerd op het advies bij dit NLV.

6 Benadering op basis van N-gift en N-opname

In deze benadering is ervan uitgegaan dat het verschil tussen N-gift en N-opname op het ingezaaide grasland niet kleiner mag zijn dan het verschil op blijvend grasland. Op het ingezaaide grasland is dan evenveel N beschikbaar voor de opbouw van het wortelstelsel en voor compensatie van de N-verliezen in afgestorven plantenwortels en stoppel als op blijvend grasland. De N uit afgestorven plantenwortels en stoppel wordt gedeeltelijk vastgelegd bij de opbouw van de organische stof.

6.1 Werkwijze

Ook bij deze benadering is ervan uitgegaan dat het NLV bepaald wordt bij het inzaaien. De extra N-behoefte als gevolg van een lager NLV is dan opgenomen in het advies.

Er is gerekend met dezelfde N-terugwinningspercentages als in Hoofdstuk 5: 75 procent op ingezaaid grasland in het eerste jaar en 70 procent in het tweede jaar na inzaaien. Op het blijvend grasland is gerekend met een N-efficiëntie van 60 procent.

Het verschil tussen N-gift en N-opname is berekend voor dezelfde drie situaties als in Hoofdstuk 5. Dit waren

- situatie 1: Blijvend grasland met NLV 150 en ingezaaid bouwland met NLV 50;
- situatie 2: Blijvend grasland met NLV 150 en ingezaaid bouwland met NLV 100; en
- situatie 3: Het gemiddelde NLV van het ingezaaide en blijvende grasland op de Koeien & Kansen bedrijven. Blijvend grasland met NLV 125 en ingezaaid bouwland met NLV 109.

6.2 Berekening extra N-behoefte ingezaaid bouwland

De extra N-behoefte is gebaseerd op een gelijk verschil tussen N-gift en N-opname op blijvend grasland en ingezaaid grasland. De resultaten van de berekening voor het eerste jaar na inzaaien zijn weergegeven in Tabel 6.1.

Tabel 6.1. Extra N-behoefte en N-gift op ingezaaid bouwland in het eerste jaar na inzaaien voor drie situaties, kg N ha⁻¹.

Situatie	N-gift	N-opname	verschil
1	NLV 150	200	134
	NLV 50	286	96
	extra N-behoefte		38
	extra N-gift		38/0,75 = 51
2	NLV 150	200	134
	NLV 100	269	90
	extra N-behoefte		44
	extra N-gift		44/0,75 = 59
3	NLV 125	208	139
	NLV 109	266	89
	extra N-behoefte		50
	extra N-gift		50/0,75 = 66

De berekening voor het tweede jaar na inzaaien is gegeven in Tabel 6.2.

Tabel 6.2. Extra N-behoefte en N-gift op ingezaaid bouwland in het tweede jaar na inzaaien voor drie situaties, kg N ha⁻¹.

Situatie	N-gift	N-opname	verschil	
1	NLV 150	334	200	134
	NLV 50	382	267	115
	extra N-behoefte			19
	extra N-gift			19/0,7 =27
2	NLV 150	334	200	134
	NLV 100	359	251	108
	extra N-behoefte			26
	extra N-gift			26/0,7 = 37
3	NLV 125	347	208	139
	NLV 109	355	249	106
	extra N-behoefte			33
	extra N-gift			33/0,7 =47

6.3 Mogelijk advies

De op deze wijze benaderde extra N-bemesting varieert in het eerste jaar na inzaaien van 51 tot 66 kg N ha⁻¹. Indien rekening gehouden wordt met de N-nalevering uit bijvoorbeeld de snijmaïsstoppel varieert de extra N-gift van 32 tot 47 kg N ha⁻¹.

De extra N-gift in het tweede jaar varieert van 27-47 kg N ha⁻¹.

7 Bemestingsadvies grasland na bouwland en verdeling N over de sneden

De extra N-behoefte op ingezaaid bouwland is op drie manieren benaderd. In dit hoofdstuk is een voorlopig advies opgesteld op basis van deze drie benaderingen.

7.1 Voorlopig advies stikstofbemesting

Onderdeel van alle drie benaderingsmethoden is dat het NLV bepaald wordt bij het inzaaien. Hiertoe wordt een grondmonster genomen van de laag 0-10 cm na de zaaibedbereiding. Het NLV wordt dan berekend voor grasland op basis van het percentage organische N of op basis van het percentage totaal N (N-totaal). De formules voor de berekening zijn weergegeven in de Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen (Anonymus, 2002).

Op percelen die gedurende langere tijd als bouwland in gebruik zijn geweest is de gemakkelijk afbreekbare organische stof verteerd. Hierdoor kan het NLV bij inzaaien van bouwland worden overschat. Door het NLV te bepalen bij het inzaaien is de extra N-behoefte als gevolg van het lagere NLV op ingezaaid bouwland bij benadering weergegeven in het advies. Om de extra N-behoefte als gevolg van het lagere NLV zo goed mogelijk te schatten én gelet op een mogelijke overschatting van het NLV bij het inzaaien is het advies om het NLV twee jaar en vier jaar na het inzaaien opnieuw te laten bepalen.

Het advies voor ingezaaid bouwland wordt dan:

Advies ingezaaid bouwland = advies blijvend grasland bij vastgesteld NLV + extra N-gift voor de opbouw van wortels en stoppel.

Om het ingezaaide bouwland adequaat te kunnen bemesten is het advies om het NLV te laten bepalen bij het inzaaien en na twee en vier jaar na het inzaaien.

Vervolgens kan de bepaling van het NLV weer meegenomen worden bij het standaardonderzoek eens in de vier jaar.

7.1.1 Advies eerste jaar na inzaaien bouwland

Benadering 1

Op basis van het onderzoek van Hopkins et al. (1995) op kleigrond op heringezaaid en blijvend grasland is de extra N-bemesting in het eerste jaar na inzaaien geschat op 22-39 kg N ha⁻¹. Een belangrijk aandachtspunt bij deze benadering is dat het grasland was heringezaaid in augustus 1987. Het was bemest met 60 kg N ha⁻¹ en er is in het najaar nog een snede geoogst. Het eerste meetjaar was 1988. Dit betekent dat een deel van de wortels en stoppel al was gevormd in het jaar voorafgaande aan het eerste meetjaar. Indien 50 procent van de wortels en stoppel al was gevormd in het voorgaande jaar dan zou de extra N-gift in het eerste jaar na inzaaien twee keer zo groot moeten zijn, namelijk 44-78 kg N ha⁻¹.

Benadering 2

Op basis van de N-inhoud van de wortels en de stoppel en het verschil in N-efficiëntie tussen ingezaaid en blijvend grasland varieert de extra te geven N-gift afhankelijk van het NLV tussen 45 en 83 kg N ha⁻¹.

Indien rekening gehouden wordt met de potentiële N-mineralisatie uit de voorvrucht (bij snijmaïs 19 kg N ha⁻¹) dan varieert de extra N-gift tussen 25 en 63 kg N ha⁻¹.

Benadering 3

Bij de benadering dat op ingezaaid en blijvend grasland een gelijke hoeveelheid N in het profiel beschikbaar moet zijn voor de opbouw van wortels en stoppel en voor compensatie van de N-verliezen in afgestorven wortels en stoppel varieert de extra N-gift van 51 tot 66 kg N ha⁻¹. Indien rekening gehouden wordt met een N-nalevering van de voorvrucht van 19 kg N varieert de extra N-gift van 32 tot 47 kg N ha⁻¹.

Op basis van de bovengenoemde drie benaderingen is het voorlopige advies een extra gift van 50 kg N ha⁻¹ in het eerste jaar na het inzaaien van bouwland.

7.1.2 Advies tweede jaar na inzaaien bouwland

Op basis van benadering 1 varieert de extra N-gift in het tweede jaar na inzaaien van bouwland van 13 tot 29 kg N ha⁻¹.

Bij benadering 2 varieert de extra N-gift voor het tweede jaar na inzaaien van bouwland tussen 0 en 27 kg N ha⁻¹.

Bij benadering 3 varieert de extra N-gift van 27 tot 47 kg N ha⁻¹.

Op basis van de drie benaderingen is het voorlopige advies een extra gift van 25 kg N ha⁻¹ in het tweede jaar na het inzaaien van bouwland.

7.1.3 Advies derde jaar na inzaaien bouwland

In deze studie is er vanuit gegaan dat in het derde jaar na inzaaien geen extra N meer wordt gegeven, maar dat bemesting plaatsvindt op basis van het NLV dat twee jaar na het inzaaien opnieuw is bepaald.

7.2 *Advies bemesting met P, K en S*

Zoals eerder aangegeven was het de bedoeling het bemestingsadvies voor ingezaaid bouwland te ontwikkelen met behulp van de organischestofbalans. Voor de opbouw van de organische stof is niet alleen N nodig maar ook P en S. Kali (K) is geen bestanddeel van de organische stof, maar speelt wel een rol bij de vorming van de wortels en stoppel. Aangezien voor een benadering met de organischestofbalans onvoldoende informatie in de literatuur beschikbaar was is deze benadering vervallen. Hierdoor is er ook geen aanvullend advies voor de bemesting met P, K en S op ingezaaid bouwland opgesteld. Aangeraden wordt voorlopig het advies voor blijvend grasland op basis van grondonderzoek te volgen.

7.3 *Verdeling extra N in het eerste jaar na inzaaien*

Voor de verdeling van de extra N-gift in het eerste jaar na inzaaien is onderscheid gemaakt tussen inzaaien in de nazomer, augustus of begin september, waarbij nog één snede wordt geoogst en inzaaien in het voorjaar.

7.3.1 Inzaaien in de nazomer

Bij inzaaien van bouwland in de nazomer, augustus of begin september, is ervan uitgegaan dat er in dat jaar nog een snede wordt geoogst. Aangezien een belangrijk deel van de vorming van de wortels en stoppel plaatsvindt in de eerste sneden na inzaaien **is het advies om van de extra te geven 50 kg N in het eerste jaar na inzaaien 25 kg N te geven bij het inzaaien en 25 kg N voor de tweede snede van het volgende jaar.**

Gekozen is voor de tweede snede omdat het advies voor de eerste snede al ruim is en de bemesting vaak vroeg in het voorjaar plaatsvindt. Er kunnen dan nog verliezen plaatsvinden.

Indien bij inzaaien in het najaar geen snede meer kan worden geoogst het advies volgen voor inzaaien in het voorjaar.

7.3.2 Inzaaien in het voorjaar

Ook bij inzaaien in het voorjaar vindt een belangrijk deel van de vorming van de wortels en de stoppel plaats in de eerste sneden na inzaaien van het bouwland. **Het advies is om de extra 50 kg N te verdelen over de eerste drie sneden: 20 kg N voor snede één, 20 kg N voor snede twee en 10 kg N voor snede drie.**

Inzaaien van bouwland met gras zal niet vroeg in het voorjaar plaatsvinden. De kans op verliezen van N door uitspoeling is dan klein. Bij inzaaien van bouwland geldt het advies voor blijvend grasland. Het advies is afhankelijk van het gebruik. Voor de eerste snede is dit een lichte weidesnede of lichte maaisnede. Naast deze N-gift wordt dan voor de eerste snede in het voorjaar 20 kg N ha⁻¹ extra gegeven voor de vorming van wortels en stoppel.

7.4 *Verdeling extra N in het tweede jaar na inzaaien*

Het advies is de extra N-bemesting van 25 kg N ha⁻¹ te geven voor de tweede snede. Een andere mogelijkheid is deze te verdelen over de tweede en de derde snede.

8 Discussie en aanbeveling

In de literatuur bleek onvoldoende informatie beschikbaar te zijn voor het ontwikkelen van een bemestingsadvies op ingezaaid bouwland met behulp van een organischestofbalans. Daarom is ervoor gekozen een voorlopig advies te ontwikkelen. Dit voorlopige advies is afgeleid uit informatie over de bovengrondse N-respons van gras in combinatie met de gegevens over de N-behoefte van wortels en stoppels.

Voor de ontwikkeling van dit voorlopig advies zijn drie benaderingen gevolgd:

- Benadering 1. De extra N-behoefte is gebaseerd op het verschil in N-opname en het verschil in N-efficiëntie tussen blijvend grasland en heringezaaid grasland.
- Benadering 2. De extra N-behoefte van ingezaaid bouwland is gebaseerd op de extra N die nodig is voor de opbouw van de wortels en de stoppel en op het verschil in N-efficiëntie tussen blijvend grasland en ingezaaid bouwland.
- Benadering 3. De derde benadering gaat ervan uit dat er op ingezaaid bouwland minimaal evenveel N beschikbaar moet zijn voor de opbouw van de organische stof en het NLV en voor de opbouw van wortels en stoppel als op blijvend grasland.

Elk van deze drie benaderingen heeft zijn beperkingen.

De belangrijkste beperkingen bij benadering 1 zijn:

- a. Het gras is ingezaaid op gescheurd grasland tussen half augustus en half september 1987. In het najaar van 1987 is er nog een snede geoogst.
- b. De N-opbrengst van de behandelingen is pas in 1988 is gemeten. Een deel van de extra N-behoefte van de nieuwe graszode kan echter al in het najaar van 1987 zijn ingevuld.
- c. Bij de gescheurde, onbemeste controle kan in het voorjaar van 1988 nog een hoeveelheid N in de bodem aanwezig zijn geweest. In dat geval wordt de werkelijke NLV van de gescheurde controle in 1988 overschat.

Bij benadering 2 is een gelijke N-opname op ingezaaid bouwland en blijvend grasland als uitgangspunt genomen. Indien de N-opname op het ingezaaide grasland hoger is, dan is de extra N-behoefte onderschat. Verder is op ingezaaid bouwland gerekend met een N-efficiëntie van 75 procent in het eerste jaar en van 70 procent in het tweede jaar na inzaaien. Op het blijvende grasland is gerekend met 60 procent. Indien het verschil in efficiëntie 5 procent minder is, dan is de extra N-behoefte bij benadering 20 kg N ha^{-1} hoger.

Benadering 3 heeft als uitgangspunt dat er een gelijke hoeveelheid N in de bodem beschikbaar moet zijn voor de opbouw van wortels en stoppel en de opbouw van de organische stof op het ingezaaide bouwland en op het blijvende grasland. Niet zeker is dat de extra N-behoefte op het ingezaaide bouwland hiermee is afgedekt.

Er was onvoldoende informatie beschikbaar om vast te stellen of er een afzonderlijk advies nodig is bij het inzaaien van gras/klaver op bouwland. Het voorlopig advies is daarom om bij het inzaaien van gras/klaver op een perceel bouwland dezelfde extra N-bemesting te geven als bij het inzaaien van gras.

Aanbeveling

Doordat een benadering met de organischestofbalans niet mogelijk bleek, was het ook niet mogelijk een aanvullend advies op te stellen voor P, K en S voor ingezaaid bouwland. Er was tevens onvoldoende

informatie beschikbaar om onderscheid te maken tussen klei en zandgrond. De opbouw van de organische stof en daarmee de behoefte aan extra N kan op klei en zand echter wel verschillen. Om een goed beeld te krijgen van de extra behoefte aan N, P, K en S is aanvullend onderzoek nodig op klei en zand, waarbij gelijktijdig informatie verzameld wordt over de bovengrondse productie, de wortels en stoppel en de opbouw van de organische stof in de bodem. Geadviseerd wordt dit onderzoek te laten uitvoeren.

9 Literatuur

- Aarts HFM (2004) Persoonlijke mededeling. Wageningen UR, PRI.
- Anonymus (2002) Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen. Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen.
- Anderson DW & Coleman DC (1985) The dynamics of organic matter in grassland soils. *Journal of Soil and Water Conservation*, 211-216.
- Baan Hofman T (1999) De groei van gras en witte klaver op 'De Marke', bemest met kunstmest en runderdrijfmest. Onderzoek op proefvelden, 1990-1994. AB, Wageningen UR, rapport 104, 41 pp.
- Bakker RF & Den Boer DJ (2004) Niet gepubliceerde data. Project Koeien & Kansen.
- Boons-Prins ER & Wattel-Koekkoek EJW (2004) Literature survey of the non-harvested N dynamics in plant and soil after grassland resowing. NMI-report 787.03 in press, 66 pp.
- Clement CR & Williams TE (1964) Leys and organic matter. I. The accumulation of organic carbon in soils under different leys. *Journal of Agricultural Sciences* 63, 377-383.
- Clement CR & Williams TE (1967) Leys and organic matter. II. The accumulation of nitrogen in soils under different leys. *Journal of Agricultural Sciences* 69, 133-138.
- Elgersma A & Hassink J (1997) Effects of white clover (*Trifolium repens* L.) on plant and soil nitrogen and soil organic matter in mixtures with perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Plant and Soil* 197, 177-186.
- Garwood EA, Tyson KC & Clement CR (1977) A comparison of yield and soil conditions during 20 years of grazed grass and arable cropping. Technical Report 21, Hurley, The Grassland Research Institute.
- Haas HJ, Evans CE & Miles EF (1957) Nnitrogen and carbon changes in Great Plains soils as influenced by cropping and soil treatments. Technical Bulletin, 1164, US Department of Agriculture, Washington DC, 111 pp.
- Hassink J & Neeteson JJ (1991) Effect of grassland management on the amounts of soil organic N and C. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 39, 225-236.
- Hart LM 't (1950) Organische stof en grasland. *Landbouwkundig Tijdschrift*, 62, 532-542.
- Hoogerkamp M (1973) De ophoping van organische stof onder grasland en de invloed hiervan op de opbrengst van grasland en akkerbouwgewassen. Rapport Instituut voor Biologisch en Scheikundig onderzoek van landbouwgewassen, Wageningen, 235 pp.
- Hopkins A, Murray PJ, Bowling PJ, Rook AJ & Johnson J (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.
- Hopkins A (2000) A Review of Grassland Production and Fertilizer Response Data with Reference to the Basis for Management Agreements. (Technical Report carried out under Project BD1438 for MAFF Chief Scientists Group based on the results of grassland production experiments at sites throughout England and Wales). IGER North Wyke, Devon, Groot-Brittanie.
- Janssen BH (1984) A simple method for calculating decomposition and accumulation of young soil organic matter. *Plant and soil* 76, 297-304.
- Jenny H (1941) Factors of soil formation. McGraw-Hill, New York, NY.
- Johnston AE, McEwen J, Lande PW, Hewitt MV, Poulton PR & Yeoman DP (1994) Effects of one to six year old ryegrass-clover leys on soil nitrogen and on the subsequent yields and fertilizer nitrogen requirements of the atabel sequence winter wheat, potatoes, winter wheat, winter beans (*Vicia faba*) grown on a sandy loam soil. *Journal of Agricultural Science* 122, 73-89.

- Newton JD, Wyatt FA & Brown AI (1945) Effects of cultivation and cropping on the chemical composition of some western Canada Prairie Province soils, Part III. *Science in Agriculture* 26, 718-738.
- Römkens PFAM, Van der Plicht J & Hassink J (1999) Soil organic matter dynamics after the conversion of arable land to pasture. *Biology and Fertility of Soils* 28, 277-284.
- Ryden JC (1984) The flow of nitrogen in grassland. The Grassland Research Institute, Hurley, Paper read for the Fertiliser Society, 43 pp.
- Schils R (2002) White clover utilisation on dairy farms in the Netherlands. Wagenigen University, Thesis, 147 pp.
- Strebel O, Böttcher J, Eberle M & Aldag R (1988) Quantitative und qualitative Veränderungen im A-Horizont von Sandböden nach Umwandlung von Dauergrünland in Ackerland. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde* 151, 5, 341-347.
- Van Dijk W, Baan Hofman T, Nijssen K, Everts H, Wouters AP, Lamers JG, Alblas J & Van Bezooijen J (1996) Effecten van maïs- en grasvruchtwisseling. Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteelt in de Vollegrond, Verslag nr. 217, 140 pp.
- Velthof G (2004) Niet geplubliceerde gegevens. WUR, Alterra.
- Whitehead DC, Bristow AW & Lockyer DR (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.

Bijlage 1. Drogestof- en N-opbrengst en bodemanalyses van percelen gras en gras/klaver op ingezaaid bouwland op rivierklei (Elgersma & Hassink, 1997)

Tabel B1.1. Drogestofopbrengst ($t\ ha^{-1}$) van gras (Lp) en klaver (Tr) in mengsels en monoculturen van gras (B = Berlet, C = Condesa). BA, BG en BR staan voor Barlet gemengd met respectievelijk Alice, Gwenda en Retor. CA, CG en CR staan voor Condesa gemengd met respectievelijk Alice, Gwenda en Retor.

	1992		1993		1994		1995	
	gras	klaver	gras	klaver	gras	klaver	gras	klaver
BA	3	11	3,4	9,0	5,0	6,1	4,1	7,9
BG	3,7	8,9	4,6	7,4	5,9	3,6	4,8	7,9
BR	3,9	8,5	4,5	4,5	4,7	2,3	4,5	6,1
B	2		1,7		2,1		2,1	
CA	3,0	11,3	3,4	9,1	5,2	6,1	4,9	7,7
CG	3,9	8,5	4,8	7,1	5,1	3,5	4,9	7,4
CR	3,9	7,6	4,4	4,4	4,3	2,4	4,4	5,0
C	1,7		1,6		1,7		2,0	

Tabel B1.2. Geoogste hoeveelheid N ($kg\ ha^{-1}$) in gras (Lp) en klaver (Tr) in mengsels en monoculturen.

	1992		1993		1994		1995	
	gras	klaver	gras	klaver	gras	klaver	gras	klaver
BA	87,4	480,0	111,4	378,9	109,7	222,9	111,4	324,0
BG	109,7	411,4	137,1	312,0	106,3	138,9	128,6	325,7
BR	118,3	380,6	118,3	193,7	85,7	89,1	113,1	246,9
B	42,9		30,9		27,4		30,9	
CA	94,3	505,7	106,3	392,6	111,4	26,3	120,0	312,0
CG	113,1	375,4	140,6	305,1	96,0	140,6	126,9	306,9
CR	120,0	342,9	116,6	188,6	82,3	94,3	106,3	202,3
C	32,6		24,0		25,7		27,4	

Tabel B1.3. Gemiddelde waarde van bodemeigenschappen in de bovenste 10 cm onder monoculturen gras (gemiddelde van 2 behandelingen) en onder mengsels van gras/klaver (gemiddelde van 6 behandelingen).

Eigenschappen	monoculture gras				gras/klavermengsel			
	nov 93	mar 94	nov 94	nov 95	nov 93	mar 94	nov 94	nov 95
totale organische stof, mg kg ⁻¹								
C	-*	17,0	-	-	-	16,0	-	-
N	-	1,65	-	-	-	1,70	-	-
C:N		10,4				9,4		
lichte macro-organische stof								
C	730	988	524	-	491	512	341	-
N	18,5	21,2	10,7	-	23,3	20,4	10,3	-
C:N	39,6	46,8	49,0		20,7**	24,8	33,3	
mineralisatie, mg kg ⁻¹ dag ⁻¹								
N	-0,04	0,02	-0,06	-0,09	0,26	0,79	0,40	0,39
C	10,0	19,9	9,6	8,1	10,9	17,2	12,2	7,6

* - = niet bepaald

** getallen in vet geven een significant ($P < 0,05$) verschil tussen grasmonoculturen en gras/klavermengsels.

Bijlage 2. Drogestofhoeveelheid en N-inhoud van wortels en stoppels van blijvend grasland van respectievelijk 8 en 15 jaar oud (Whitehead et al., 1990)

Tabel B2.1. Drogestof- en N-inhoud van stoppel, wortels en de oogstverliezen op blijvend grasland van 8 en 15 jaar oud.

	Drogestofhoeveelheid, kg ha ⁻¹ gemiddeld (range)	N-inhoud, kg ha ⁻¹ gemiddeld (range)	N in droge stof, %	N-gehalte, g kg ⁻¹ ds
stoppel				
experiment 1*	2950 (1890-4140)	75 (39-108)	2,63 (1,69 – 3,07)	25,42
experiment 2**	3130 (1420-5550)	61 (30-109)	2,06 (0,83 – 2,97)	19,94
wortel tot 30 cm				
experiment 1	13690 (11330-16470)	293 (243-349)	2,15 (1,97 – 2,49)	21,40
experiment 2	9270 (7820-12540)	205 (146-289)	2,21 (1,86-2,37)	22,11
oogstverliezen				
experiment 1	700 (220-1580)	17 (4-36)	2,33 (1,91-2,96)	24,29
experiment 2	303 (62-560)	6 (1-12)	1,81 (1,53 – 2,23)	19,80

*experiment 1:

grassoort: Lolium perenne

geschiedenis: begraasd weiland

leeftijd: 8 jaar

bodem: goed ontwaterde leem

stoppelhoogte: 5 cm

kunstmest: 300 kg N ha⁻¹

**experiment 2:

grassoort: Lolium perenne

geschiedenis: begraasd weiland

leeftijd: 15 jaar

bodem: slecht ontwaterde leem

stoppelhoogte: 5 cm

kunstmest: 300 kg N ha⁻¹

grondmonsters: 15 cm doorsnede, 30 cm diepte

Bijlage 3. Drogestofhoeveelheid en N-inhoud van wortels en stoppels op de vruchtwisselingsproef op Cranendonck (Van Dijk et al., 1996)

Tabel B3.1 . N-gehalte (mg kg^{-1}), drogestofopbrengst (ton ha^{-1}) en N-inhoud (kg ha^{-1}) van de ondergespitte biomassa (stoppel+wortels) in maart. Gemiddelde van de jaren 1990 tot en met 1993.

Biomassa is onderverdeeld in stoppels (st) en wortels (w).

Leeftijd zode		N-gehalte			drogestofopbrengst			N-inhoud		
		N1*	N2	N3	N1	N2	N3	N1	N2	N3
2 ^e jaars + meerjarig	st	22	24	28	3,41	3,52	3,16	74	83	87
	w	12	14	18	6,72	6,46	5,09	78	92	91
	st+w	15	18	22	10,14	9,98	8,25	152	175	178
2 ^e jaars	st	21	24	28	3,47	3,53	3,37	74	84	93
	w	11	13	15	5,94	5,92	4,35	65	77	64
	st+w	15	17	20	9,41	9,46	7,72	138	161	157
meerjarig	st	22	24	28	3,36	3,51	2,95	75	83	82
	w	12	15	20	7,50	7,00	5,82	91	107	117
	st+w	15	18		10,86	10,51	8,77	165	189	199
verschil	st				-0,11	-0,02	-0,41	1	-2	-11
meerj./2 ^e jaars	w				1,56	1,07	1,47	26	30	53
	st+w				1,46	1,05	1,05	27	28	42

* N1 = 100 kg N; N2 = 300 kg N en N3 = 500 kg N ha^{-1} jaar⁻¹

Bijlage 4. Drogestofopbrengst op blijvend en heringezaaid grasland op kleigrond in Engeland

Tabel B4.1. Drogestofopbrengst (ton ha⁻¹ jaar⁻¹) van oud en nieuw grasland bij vijf stikstofniveaus gedurende drie jaar na inzaai

N-niveau, kg ha ⁻¹ jaar ⁻¹	1988			1989			1990		
	oud	nieuw	%	oud	nieuw	%	oud	nieuw	%
0	7,0	5,5	79	5,5	4,8	87	4,4	3,6	83
125	10,4	10,5	101	8,5	8,5	100	7,2	7,0	97
250	13,3	14,0	106	10,6	11,3	106	9,4	9,4	100
375	14,8	15,7	106	11,4	12,6	110	10,3	10,5	102
500	15,0	16,0	107	11,5	12,8	111	10,6	10,8	102

Bron: Hopkins et al. (2000)

Bijlage 5. N-terugwinning (N-recovery) op ingezaaid en blijvend grasland

Onderzoek Hopkins et al., Engeland (1995)

Uit onderzoek van Hopkins op 8 locaties op kleigrond is de N-terugwinning berekend van heringezaaid en blijvend grasland (Hoofdstuk 4). De gemiddelde N-terugwinning voor acht locaties bij een bemesting met 300 kg N ha⁻¹ is weergegeven in Tabel B5.1.

Tabel B5.1. Gemiddelde N-terugwinning (in %) op grasland in de eerste drie jaren na herinzaai en op blijvend grasland op klei in Engeland bij 300 kg N ha⁻¹.

Jaar na herinzaai	ingezaaid grasland	blijvend grasland	verschil
1	75	62	13
2	63	52	11
3	53	50	3

Onderzoek Wageningen Universiteit op Nij Bosma Zathe, Aver Heino en Cranendonck (2003)

Wageningen Universiteit heeft in september 2002 grasland gescheurd en opnieuw ingezaaid op de locaties Nij Bosma Zathe (klei), Aver Heino (zand) en Cranendonck (zand).

Er waren 4 N-bemestingsniveaus: 0, 165, 295 en 455 kg N ha⁻¹.

De N-terugwinning is per locatie berekend voor het eerste jaar na inzaaien voor blijvend grasland bij de bemesting van 295 kg N ha⁻¹.

Tabel B5.2. N-terugwinning (in %) op drie locaties in het eerste jaar na inzaaien (2003) en van blijvend grasland bij 295 N ha⁻¹.

Locatie	ingezaaid grasland	blijvend grasland	verschil
Aver Heino (zand)	60	47	13
Cranendonck (zand)	50	43	7
Nij Bosma Zathe (klei)	77	69	8

Onderzoek op De Marke

Op De Marke is in het najaar van 1991 proefveld 1180 ingezaaid met een monocultuur gras.

Er waren 4 N-bemestingsniveaus: 0, 220, 320 en 440 kg N ha⁻¹.

De N-terugwinning is voor jaar 1, 2 en 3 na inzaaien berekend voor de verschillende N-bemestingsniveaus.

Tabel B5.3. N-terugwinning (in %) in jaar 1, 2 en 3 na inzaaien van een monocultuur gras op zandgrond.

Stikstofgift, kg N ha ⁻¹	jaar 1 (1992)	jaar 2 (1993)	jaar 3 (1994)
220	78	79	76
330	70	78	65
440	70	81	65

De N-terugwinning was in het eerste en tweede jaar na inzaaien hoger dan in het derde jaar.

Er is geen vergelijking met blijvend grasland.

Maïs-gras vruchtwisseling op Cranendonck

Op Cranendonck is maïs-gras vruchtwisselingsonderzoek uitgevoerd van 1987 tot 1993.

Er waren drie N bemestingsniveaus. Deze waren voor eerstejaars gras: N1 = 140, N2 = 260 en N3 = 380. Voor het tweede en volgende jaren was de N-bemesting: N1 = 100, N2 = 300 en N3 = 500.

Er was geen nul-niveau.

De N-terugwinning is als volgt berekend:

$$N\text{-terugwinning} = (\text{Nopbr } N_{2,3} - \text{Nopbr } N_1) / \text{Nkm}(N_{2,3} - N_1)$$

De gemiddelde N-terugwinning over de jaren 1989-1991 is voor jaar 1, 2 en 3 na inzaaien en voor veeljarig grasland (> 7 jaar gras) gegeven in Tabel B5.4.

Tabel B5.4. Gemiddelde N-terugwinning (in %) van 1989 tot en met 1991 in de eerste jaren na inzaaien en op objecten die langer dan 7 jaar gras waren.

Object	N2 (260-300N)	N3 (380-500N)
jaar 1	74	67
jaar 2	69	61
jaar 3	76	60
langer dan 7 jaar gras	67	54

Onderzoek naar NxP-interactie op zandgrond in Ureterp

In Ureterp heeft van 1995 tot en met 2000 een maaiproefveld gelegen met de N-bemestingsniveaus van 0, 150, 300 en 450 kg N ha⁻¹ en verschillende P-trappen. De N-terugwinning is berekend voor de objecten 150, 300 en 450 N bij een adequate P-voorziening (200 kg P₂O₅ ha⁻¹ jaar⁻¹). Het perceel was in augustus 1993 opnieuw ingezaaid. Het is in 1994 in gebruik geweest als bedrijfsperceel. De gemiddelde N-terugwinning is berekend voor de jaren 1997 tot en met 2000. Dit is jaar 4 tot en met 7 na inzaaien en kan beschouwd worden als blijvend grasland.

Tabel B5.5. Gemiddelde N-terugwinning (in %) in jaar 4-7 na inzaaien op zandgrond in Ureterp.

Stikstofbemesting, kg N ha ⁻¹	N-terugwinning
150	49
300	62
450	65

De N-terugwinning in jaar 4-7 na inzaai was bij 300 kg N ha⁻¹ gemiddeld 62 procent. Opvallend is de toenemende N-terugwinning bij de stijgende N-bemesting op dit maaiproefveld.

Onderzoek naar NxP-interactie op rivierklei in de Bommelerwaard

In de Bommelerwaard heeft van 1996 tot en met 2000 een maaiproefveld gelegen met de N-bemestingsniveaus van 0, 150, 300 en 450 kg N ha⁻¹ en verschillende P-trappen. De N-terugwinning is berekend voor de objecten 150, 300 en 450 N bij een adequate P-voorziening (200 kg P₂O₅ ha⁻¹ jaar⁻¹). Het perceel is in 1994 opnieuw ingezaaid. Het is in 1995 in gebruik geweest als bedrijfsperceel. Bij de berekening van de N-terugwinning is het eerste droge proefjaar 1996 buiten beschouwing gelaten. De gemiddelde N-terugwinning is berekend voor de jaren 1997 tot en met 2000. Dit is langer dan 2 jaar na inzaaien.

Tabel B5.6. Gemiddelde N-terugwinning (in %) van 1997 tot en met 2000 op grasland ouder dan 2 jaar op rivierklei in de Bommelerwaard.

Stikstofbemesting, kg N ha ⁻¹	N-terugwinning
150	30
300	54
450	64

De lage N-terugwinning bij 150 kg N ha⁻¹ is toe te schrijven aan de extreem lage terugwinning op dit object in 1998. Indien dit jaar buiten beschouwing wordt gelaten dan is de terugwinning op dit object 39 procent.

De gemiddelde N terugwinning bij 300 N was 54 procent.

Ook op dit proefveld op de kleigrond was er een stijging van de N-terugwinning bij toenemende N-bemesting.