



Optimalisering van de stikstof- voorziening

in de biologische groenteteelt

- een bundeling van bestaande kennis -

Marleen Zanen (Louis Bolk Instituut)

Chris Koopmans (Louis Bolk Instituut)

Romke Postma (Nutriënten Management Instituut)

Terry van Loon (Nutriënten Management Instituut)

April 2003



LOUIS BOLK INSTITUUT



Deze studie is uitgevoerd met financiële steun van:



Colofon

©Louis Bolk Instituut, 2003.

Foto's: vnl. Anna de Weert, LBI

Vormgeving: Fingerprint, Driebergen

Nutrienten 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

www.nmi-agro.nl

Deze publicatie is telefonisch te bestellen onder nummer LB 09 bij

Louis Bolk Instituut

Hoofdstraat 24

3972 LA Driebergen

Tel.: (343) 52 38 68

Fax: (0343) 51 56 11

e-mail: info@louisbolk.nl

www.louisbolk.nl



Voorwoord

Stikstofvoorziening in de biologische teelt van vollegrondsgroentegewassen komt uit de praktijk en het onderzoek naar voren als een belangrijk knelpunt voor de verdere ontwikkeling van de sector.

In deze publicatie wordt, op grond van literatuuronderzoek en commentaar van adviseurs en boeren, een overzicht gegeven van de bestaande kennis en de hiaten rondom stikstofoptimalisatie, op een manier die zowel voor telers als voor onderzoekers en voorlichters toegankelijk probeert te zijn.

Graag willen wij hierbij Jan Bokhorst en Geert-Jan van der Burgt (Louis Bolk Instituut), Tonnis van Dijk (Nutriënten Management Instituut), Coen ter Berg (Coen ter Berg Advies) hartelijk bedanken voor hun bijdrage aan de totstandkoming van deze publicatie. Ook is dankbaar gebruik gemaakt van de visie en meningen van diverse personen uit het onderzoek, de voorlichting en de praktijk van de biologische landbouw en de werkgroep van Biologische Open Teelten van Platform Biologica.

Marleen Zanen (Louis Bolk Instituut)

Chris Koopmans (Louis Bolk Instituut)

Romke Postma (Nutriënten Management Instituut)

Terry van Loon (Nutriënten Management Instituut)

April 2003



Inhoud

1. Inleiding 6

- 1.1 Biologische vollegrondsgroenteteelt 7
- 1.2 Doel 7
- 1.3 Regelgeving 7
- 1.4 Stand van zaken 8
- 1.5 Leeswijzer 8
 - Literatuur 8

2. Bodem en bemesting 10

Deel I: Bodem 11

- 2.1 Inleiding 11
- 2.2 Bodemtypen 11
- 2.3 Bodemvruchtbaarheid 11
- 2.4 Bodemleven 11
- 2.5 Stikstoflevering uit organische stof 12
- 2.6 Stikstofverliezen 15

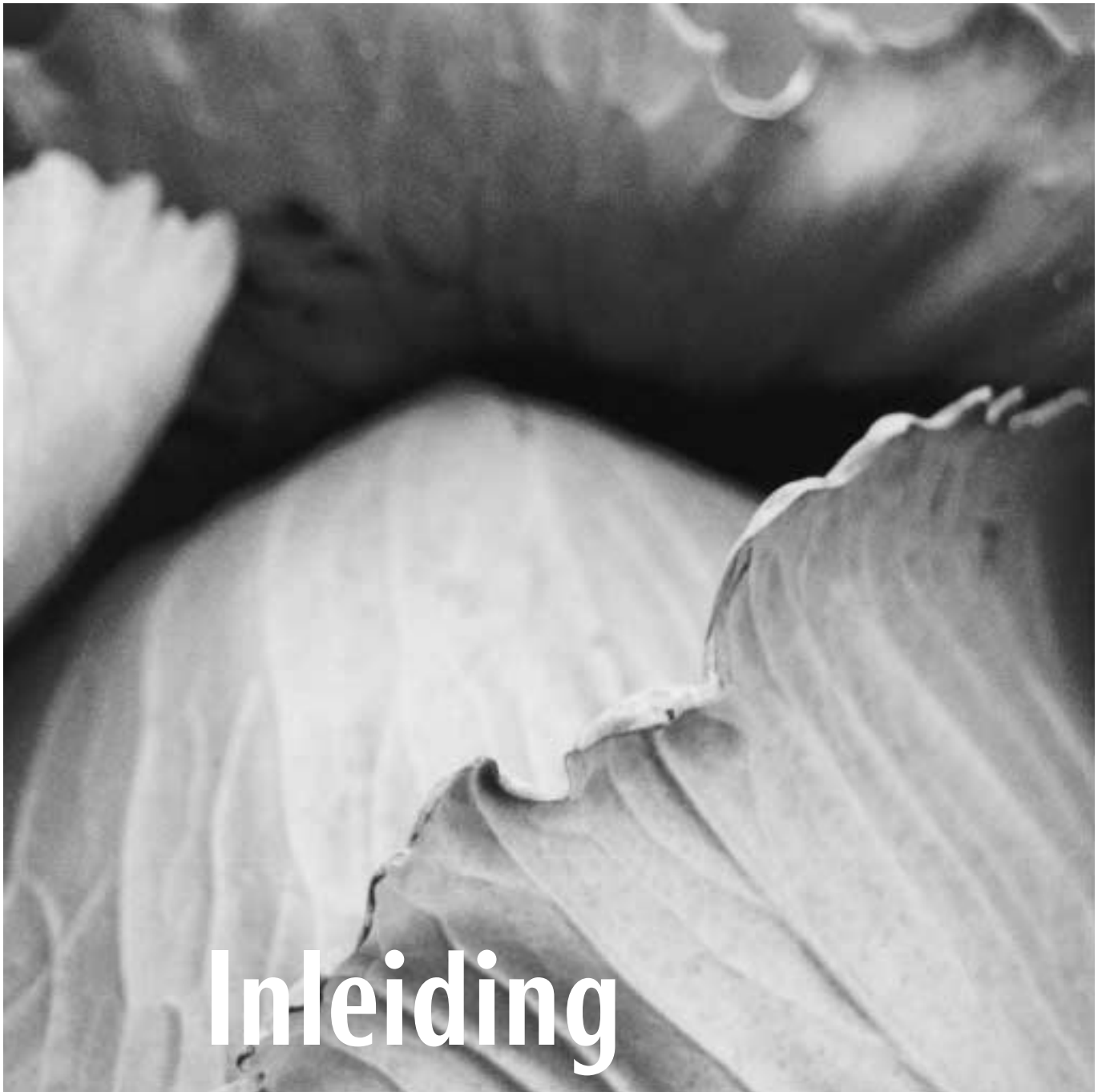
Deel II: Bemesting 16

- 2.7 Bemesting in de biologische landbouw: verbeteren van de bodem 16
- 2.8 Stikstoflevering uit verschillende mestsoorten 16
- 2.9 Inzet van snelwerkende meststoffen 17
- 2.10 Stockless farming 17
- 2.11 De rol van gewasresten in de stikstofvoorziening 18
- 2.12 Najaars- of voorjaarstoediening? 18
 - Literatuur 20

3. Groenbemesters 22

- 3.1 Inleiding 23
- 3.2 Keuze van de groenbemester 23
- 3.3 Bodemstructuur 24
- 3.4 Vrijkomen van stikstof uit de groenbemester 24
- 3.5 Overdracht van stikstof op het volggewas 25
- 3.6 Beschikbare stikstof uit de bodem 26
- 3.7 Beste onderwerktijdstip 27
- 3.8 Gevolgen voor bodemziekten 27
- 3.9 Slakken 29
- 3.10 Onkruidonderdrukkend effect 29
- 3.11 Groenbemesters onder dekvrucht 29
 - Literatuur 30

4. Mogelijkheden van bijbemesting	32
4.1 Inleiding	33
4.2 N-voorziening	33
4.3 N-bijmestsystemen op basis van grondonderzoek	33
4.4 N-bijmestsystemen op basis van gewasonderzoek	35
4.5 Rekenmodellen als basis voor N-bijbemesting	35
4.6 N-bemesting in de biologische groenteteelt	36
4.7 Verdere ontwikkeling van NBS op basis van grondonderzoek	37
4.8 Mogelijkheden voor bijbemesting in de praktijk	38
4.9 Toedieningstechnieken	40
4.10 Is bijbemesting in de biologische landbouw gewenst?	40
Literatuur	41
5. Teeltaanwijzingen voor de vollegrond	42
5.1 Inleiding	43
5.2 Gewaseigenschappen	43
5.2.1 Groeiperiode en oogststadium	43
5.2.2 Bewortelingsintensiteit	43
5.2.3 Rassenkeuze	43
5.2.4 Stikstofgift en behoefte binnen MINAS	44
5.3 Biologische teelten	44
5.3.1 Biologische teelt van prei	44
5.3.2 Biologische teelt van sla	46
5.3.3 Biologische teelt van spruitkool	49
5.3.4 Biologische teelt van andere koolgewassen	51
5.3.4.1 Sluitkool	52
5.3.4.2 Bloemkool en Broccoli	52
Literatuur	54
6. Knelpunten en oplossingsrichtingen	56
6.1 Inleiding	57
6.2 Bodemkundige indicatoren en streefwaarden	57
6.3 Onduidelijkheid over hoeveelheid en tijdstip van N die vrijkomt uit organische mest, groenbemesters en gewasresten	57
6.4 Voorjaars- en najaarstekort aan werkzame stikstof	58
6.5 Hoe is de nutriënten voorziening veilig te stellen bij afname van mestbeschikbaarheid?	59
6.6 Kleinschalige, intensieve bedrijven op zandgrond	59



Inleiding

- 1.1 Biologische vollegrondsgroenteteelt**
- 1.2 Doel**
- 1.3 Regelgeving**
- 1.4 Stand van zaken**
- 1.5 Leeswijzer**
 - Literatuur**



Inleiding

1.1 Biologische vollegrondsgroenteteelt

Biologische landbouw staat sterk in de belangstelling. Het totaal aantal biologische bedrijven is in 2002 gestegen tot ca. 1560 (1,7% van het totaal aantal landbouw bedrijven). Ruim 700 daarvan zijn akker- en tuinbouwbedrijven (Eko-monitor, september, 2002).

Gespecialiseerde groenteteeltbedrijven hebben vaak een intensieve vruchtwisseling met veeleisende gewassen. Een van de knelpunten bij de teelt van veel vollegrondsgroenten vormt de stikstofvoorziening. De bijsturingmogelijkheden in bemesting zijn voor de biologische teelt, anders dan in de gangbare, beperkt. In de gangbare teelt kan relatief gemakkelijk worden bijgestuurd met snelwerkende kunstmest. De biologische teler is voor zijn stikstofvoorziening vooral afhankelijk van de juiste keuze wat betreft de organische meststof, groenbemester, gewasrotatie, toedieningstechniek en de juiste timing ervan.

1.2 Doel

Het doel van deze studie, uitgevoerd in opdracht van het Productschap Tuinbouw, is het bundelen van bestaande kennis omtrent de stikstofvoorziening van biologische vollegrondsgroenteteelt in Nederland en het buitenland en het zichtbaar maken van de lacunes in kennis.

1.3 Regelgeving

Bemesting wordt sterk gestuurd door de regelgeving. In de biologische landbouw is het gebruik van biologische mest, sinds 1992, in principe verplicht, maar bij gebrek aan biologische mest mag, bij ontheffing, gangbare mest worden gebruikt (zij het met een aantal beperkingen omtrent herkomst). GFT-compost, bloed- en beendermeel en restproducten uit de suikerindustrie zijn nog toegestaan, maar het gebruik hiervan staat onder druk omdat de herkomst gangbaar is. Op termijn zullen telers toe moeten groeien naar het gebruik van alleen biologische mest. Sinds 2002 moet minimaal 20% van de te gebruiken organische mest van biologische oorsprong zijn (SKAL).

Het gebruik van mest wordt in Nederland gereguleerd door het Mineralenaangiftesysteem (MINAS). MINAS heeft tot doel de verliezen van stikstof (N) en fosfaat (P_2O_5) naar het grond- en oppervlaktewater te beperken en is een gevolg van de toenemende milieueisen die de samenleving stelt aan de landbouw. De achterliggende gedachte is dat de kans op verliezen toeneemt naarmate de N- en P-aanvoer de afvoer via de oogstproducten verder overtreft. Om dit te ontmoedigen wordt een heffing opgelegd als op bedrijfsniveau het verschil tussen aan- en afvoer de vastgestelde normen overschrijdt: uitgaande van een forfaitaire afvoer van 65 kg P_2O_5 /ha en een onvermijdbaar verlies van 25 kg P_2O_5 /ha komt dat dan op een toegestane aanvoer van 90 kg P_2O_5 /ha (zie tabel 1.1). De verwachting is dat in de toekomst de norm voor het onvermijdbaar verlies verder naar beneden zal gaan. Naast de MINAS-regels is

Tabel 1.1: Meststoffenregelgeving voor 2003

Aanvoer per ha	Afvoer per ha
Maximaal 90 kg P_2O_5	65 kg P_2O_5 25 kg P_2O_5 onvermijdbaar verlies 165 kg N
Maximaal 225 kg N op droge zandgronden	+60 kg N overschot op droge zandgrond
Maximaal 265 kg N op overige gronden	+100 kg N overschot op overige gronden
Totaal 170 kg N uit organische mest (EU-norm)	

de Europese norm voor de aanvoer van stikstof uit dierlijke mest op 170 kg N per hectare gesteld (Verordening (EEG) nr. 2092/91).

1.4 Stand van zaken

Het afstemmen van de bemesting op een optimale productie en bodemvruchtbaarheid, met daarbij de milieu-eisen als randvoorwaarde, is voor biologische vollegrondsgroenteteelt-bedrijven niet altijd even eenvoudig. Op het ene bedrijf lukt dit beter dan op het andere. Uit het project Biologische landbouw, Innovatie en Omschakeling (BIOM), uitgevoerd op bedrijven verdeeld over de 5 regio's die de belangrijkste akkerbouw en groenteteelt-gebieden van Nederland bestrijken (Wijnands et al., 2002), komt het volgende beeld naar voren:

Wat betreft de mogelijkheden om mest aan te voeren bleek fosfaat (P_2O_5) de beperkende factor. Bij de geringe afvoer van fosfaat die in de biologische landbouw wordt gerealiseerd (gemiddeld zo'n 40 kg/ha (Koopmans & v.d Burgt, 2001)) en het maximale overschot binnen MINAS van 25 kg P_2O_5 per ha, zou de aanvoer beperkt dienen te blijven tot 40-65 kg P_2O_5 . Ook al ligt de wettelijke norm op 90 kg. Dat is niet veel. Uit berekeningen van Bernaerts (2003), op basis van de resultaten uit BIOM, bleek een gebrek aan stikstof al snel behoorlijke financiële gevolgen te hebben voor de teler: Rode kool heeft ca. 8 kg N nodig voor een ton product. Dit product levert per ton ca. € 350 op. Stel dat de opbrengst door N-gebrek achter blijft, dan kost elke kilogram N die het gewas tekort komt meer dan € 40. Om voldoende stikstof aan te voeren om aan de gewasbehoefte te voldoen dient de N/P verhouding van de gebruikte meststoffen zo ruim mogelijk te zijn. Deze is bij dunne mest veel hoger dan bij vaste mestsoorten. Drijfmest levert echter weer nauwelijks een bijdrage aan de, in de biologische landbouw zo belangrijke, bodemvruchtbaarheid.

Het aandeel vlinderbloemigen als hoofdgewas in het bouwplan van biologische akkerbouw- en groenteteeltbedrijven varieerde per regio van 15 tot 25% met een landelijk gemiddelde van 20%. Groenbemesters worden amper gebruikt. Het gebruik van vlinderbloemige groenbemesters is beperkt tot ca. 4% van de beteelde oppervlakten.

Bij toetsing van het bemestingsbeleid van de BIOM-bedrijven aan de MINAS 2003 normen op bedrijfsniveau, bleek over de periode 2000-2001, maar 55% van de bedrijven aan de fosfaataanvoernormen te kunnen voldoen als van de forfaitaire afvoercijfers werd uitgegaan. De stikstofnorm was daarentegen maar voor een enkeling een probleem. Aan de EU-stikstof- aanvoernorm uit dierlijke mest bleek 80% van de bedrijven te kunnen voldoen. Op gewasniveau echter, bleek de beschikbaarheid van stikstof een belangrijk knelpunt en vertoonden de meeste bedrijven grote onevenwichtigheden in de afstemming van aanbod en vraag.

1.5 Leeswijzer

De opbouw van deze literatuurstudie is als volgt: Hoofdstuk 2 is verdeeld in twee delen; Bodem (I) en Bemesting (II). Dit hoofdstuk geeft achtergrondinformatie over processen in de bodem en verschillende aspecten van bemesting. De stikstofmineralisatie en het verminderen van stikstofverliezen staan centraal in deel I. Meststofkeuze en toedieningstijdstip komen o.a. aan bod in deel II.

Zoals eerder genoemd is fosfaat de beperkende factor bij de aanvoer van organische meststoffen. De bemesting wordt gebaseerd op de stikstofbehoefte van de gewassen, maar met de aanvoer van organische mest komt ook veel fosfaat als bijproduct binnen waardoor bedrijven in de knel komen met MINAS. Voor de biologische teler vormen mestkeuze (§2.8) en (stikstofbindende) groenbemesters de voornaamste sturingsmogelijkheid voor de balans in N en P_2O_5 . Hoofdstuk 3 geeft een overzicht van de kennis op het gebied van groenbemesters en de knelpunten.

Hoofdstuk 4 behandelt de mogelijkheden van bijbemesting in de biologische teelt. Zoals gezegd staan biologische telers minder mogelijkheden ter beschikking voor een optimale stikstofgift. Als bij biologische telers de mest eenmaal is uitgereden, is ingrijpen veel moeilijker geworden. Een extra bemesting is

mogelijk, bijvoorbeeld met bloedmeel of verenmeel. In theorie zou ook een extra bemesting met dunne mest of de vloeibare fractie daarvan mogelijk zijn, maar toediening daarvan in een groeiend gewas kan alleen met technisch geavanceerde middelen. Deze en andere zaken worden besproken in dit hoofdstuk.

Hoofdstuk 5 haakt in op de toenemende vraag naar informatie over biologische teeltwijzen van groentegewassen in de praktijk. In dit hoofdstuk wordt voor een aantal, voor de biologische sector, belangrijke gewassen een overzicht gegeven van bestaande kennis en knelpunten wat betreft de stikstofoptimalisatie op teeltniveau. Ter illustratie wordt per gewas een aantal bemestingsscenario's besproken, gebaseerd op een modelstudie.

De belangrijkste knelpunten die uit deze literatuurstudie naar voren kwamen zijn weergegeven in hoofdstuk 6. Vijf belangrijke thema's voor de verdere ontwikkeling en stikstofoptimalisatie in de biologische groenteteelt worden hierin kort beschreven. Een groot deel van de knelpunten die in de hoofdstukken 2 t/m 5 zijn genoemd komt in dit hoofdstuk terug onder één van de thema's. Voor ieder thema wordt kort een aantal oplossingsrichtingen aangegeven.

Literatuur

Bernaerts, S., 2003. N-gebrek komt teler duur te staan. *Ecoland* nr.2: 18-19.

Biologica, 2002. *Ekomonitor* 13, september 2002, Utrecht.

Koopmans, C.J. & G.J. van der Burgt (eds), 2001. *Mineralenbenutting in de biologische landbouw – een integrale benadering* – Louis Bolk Instituut, Driebergen.

Wijnands, F.G., J.J. Schröder, W. Sukkel & R. Booij (eds), 2002. *Themaboek "Biologisch bedrijf onder de loep" – 'biologische akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt in perspectief'*-, rapport PPO 303, Lelystad.



Bodem en bemesting

Deel I: Bodem

- 2.1 Inleiding**
- 2.2 Bodemtypen**
- 2.3 Bodemvruchtbaarheid**
- 2.4 Bodemleven**
- 2.5 Stikstoflevering uit organische stof**

Deel II: Bemesting

- 2.6 Stikstofverliezen**
- 2.7 Bemesting in de biologische landbouw: verbetering van de bodem**
- 2.8 Stikstoflevering uit verschillende mestsoorten**
- 2.9 Inzet van snelwerkende meststoffen**
- 2.10 Stockless farming**
- 2.11 De rol van gewasresten in de stikstofvoorziening**
- 2.12 Najaars- of voorjaarstoediening?**
- Literatuur**



2 Bodem en bemesting

Deel I: Bodem

2.1 Inleiding

Bij de optimalisatie van de stikstofvoorziening in de biologische groenteteelt gaat het vooral om verbetering van de stikstoflevering uit organische stof (mineralisatie) en het zoveel mogelijk beperken van stikstofverliezen (denitrificatie, uitspoeling en ammoniak-vervluchtiging). Bij bemestingsvraagstukken speelt de bodem een belangrijke rol. In de relatief intensieve groenteteelt dragen gewassen en gewasresten vaak maar beperkt bij aan de bodemopbouw en wordt de rol van mest en compost belangrijk voor instandhouding van een goede bodemvruchtbaarheid. Organische stof vormt de basis voor de bodemvruchtbaarheid. Een duurzame bodemvruchtbaarheid, zowel fysisch (lucht- en waterhuishouding), chemisch (mineralenvoorziening) als biologisch (bodemleven), is onmisbaar voor een succesvolle biologische teelt. In de volgende paragrafen zal nader worden ingegaan op diverse thema's rond bodem en bemesting die een rol spelen in het zoeken naar een optimale stikstofvoorziening voor het gewas. Aan het eind van iedere paragraaf volgt een opsomming van de knelpunten.

2.2 Bodemtypen

De eigenschappen van de bodem en de optimale bemesting zijn sterk aan elkaar gekoppeld. In de praktijk van de bemesting vraagt iedere grond om een apart oordeel. Zo is het op kalkrijke gronden moeilijk om een voldoende hoog humusgehalte te krijgen. De afbraak van organische stof (mineralisatie) is er, door de hoge pH, overheersend. Daardoor treedt weinig stabiele humusvorming op en wordt de structuur van de bodem gemakkelijk vernield, vooral bij de oogst van hakvruchten in de herfst. Op de lichtere gronden zonder veel kalk, is verslemping een probleem. Zandgronden houden moeilijk mineralen vast en de kans op uitspoeling ervan is er groter. Kalkarme gronden kennen weer heel andere problemen. De ondergrond is vaak verdicht. Het ontbreken van kalk geeft structuurproblemen in de bouwvoor met als gevolg dat de zwaardere gronden alleen nog maar voor grasland geschikt zijn. Omdat de bodems zuurder zijn verloopt de humusopbouw meestal goed. Stikstof wordt eerder vastgelegd of ingebouwd in humusstoffen (immobilisatie). Een overzicht van verschillende bodemtypen in Nederland is te vinden in het handboek Mest en Compost (Bokhorst & ter Berg, 2001). Uit het voorgaande blijkt de noodzaak voor 'bemestingsadvies op maat'.

2.3 Bodemvruchtbaarheid

Bodemvruchtbaarheid is een essentieel begrip in de biologische landbouw. Telers moeten deze behouden of verhogen door een goed opgezette vruchtopvolging en door een uitgebalanceerde bemesting. Over de precieze betekenis van bodemeigenschappen voor de stikstoflevering is nog heel weinig bekend. In o.a. Zwitserland wordt gewerkt aan het verband tussen het effect van bemesting, gewasrotatie en het bodemleven op de gezondheid van het gewas (Berner et al., 2002). Bodemvruchtbaarheid is uit te drukken in streefwaarden voor N, P, K en organische stof, door kwaliteit en kwantiteit van het bodemleven en door middel van bodemfysische eigenschappen. Voor de gangbare landbouw zijn veel van deze streefwaarden beschikbaar.

- *Voor de biologische landbouw bestaat in veel gevallen nog behoefte aan goede bodemkundige streefwaarden en aanvullende indicatoren voor bodemkwaliteit voor uiteenlopende bodems en bedrijfstypes.*

2.4 Bodemleven

De plant is voor haar groei aangewezen op de beschikbaarheid van minerale voedingsstoffen. Organisch materiaal, zoals vaste mest en gewasresten, moet in de bodem worden omgezet in een voor de plant opneembare vorm. Hierin speelt het bodemleven een belangrijke rol. De activiteit van het bodemleven levert ook een bijdrage aan het behoud van de bodemstructuur en bevordert de doorluchting en bewortelbaarheid van de bodem. Uit recentelijk gepresenteerd Zwitsers onderzoek (Mäder et al.,

2002), waarbij biologisch- en gangbaar bewerkte bodems over een periode van 21 jaar werden vergeleken, bleken biologische bodems een hogere biologische activiteit te hebben. Er werd een positieve correlatie tussen bodemaggregaatstabiliteit en microbiologische biomassa gevonden. Ook tussen aggregaatstabiliteit en de biomassa aan regenwormen was de correlatie positief. Ook in Duits onderzoek (Gattinger et al., 2002) werd een grotere microbiologische massa gevonden op biologisch-dynamische en biologische bedrijven dan op gangbare bedrijven. Uit Amerikaans onderzoek blijkt dat het gebruik van organische mest leidt tot een verhoging van de bodemactiviteit bij omschakeling van gangbaar bemeste bodems (Werner & Dindal, 1990). Deze auteurs geven een overzicht van de diversiteit aan bodemorganismen en hun rol in de bodem. Bokhorst & Koopmans (2001) geven een aantal praktische aanwijzingen voor de verzorging van het bodemleven. Met name bemesting en vruchtwisseling dienen gericht te zijn op instandhouding en ontwikkeling van het bodemleven. Bodembiologische en -chemische methoden, zoals de bodemademhaling via CO₂ productie en stikstofbepaling door de CaCl₂-methode, worden beschreven in Bokhorst & Koopmans (2001).

Over de precieze rol van het bodemleven voor de omzetting van dierlijke mest en de benutting van dierlijke mest door het gewas bestaat nog onduidelijkheid. Uit het bovengenoemde langdurig Zwitsers onderzoek bleek weliswaar meer N mineralisatie op te treden op biologisch beheerde gronden, maar voor de omzetting en benutting van dierlijke mest leek dit geen betekenisvol gevolg te hebben (Langmeijer et al., 2001).

Met name in Amerika wordt gewerkt aan de ontwikkeling van handzame en participatieve methoden om de bodemkwaliteit in beeld te brengen. Een voorbeeld is de testkit voor bodemkwaliteit (Doran & Parkin, 1996). De testkit is samengesteld uit een aantal veldanalysemethoden. Door relatief eenvoudige metingen kunnen o.a. bodemademhaling, regenwormen populatie, infiltratiesnelheid, bodemdichtheid, vochtgehalte, verslemping en aggregaatstabiliteit, pH, elektrische geleidbaarheid en bodemniëtraat in de bovenste grondlaag worden bepaald. De tot nu toe behaalde resultaten zijn veelbelovend en telers zijn enthousiast. Het grootste knelpunt zit in de tijd die nodig is voor het uitvoeren van de analyse (Ditzler & Tugel, 2002; Doran & Parkin, 1996). Op het Louis Bolk Instituut wordt momenteel gewerkt aan de ontwikkeling van een test-kit voor bodembepalingen onder Nederlandse condities (Koopmans & Brands, in prep.).

- *Welke technieken het best gehanteerd kunnen worden om een evenwichtig bodemleven te beoordelen en wat hiervoor de beste indicatoren zijn is niet voldoende duidelijk.*
- *Daarnaast is er vooralsnog onduidelijkheid over de functionele betekenis van het bodemleven voor de stikstoflevering.*

2.5 Stikstoflevering uit organische stof

Biologische teeltsystemen zijn voor hun nutriëntenvoorziening afhankelijk van

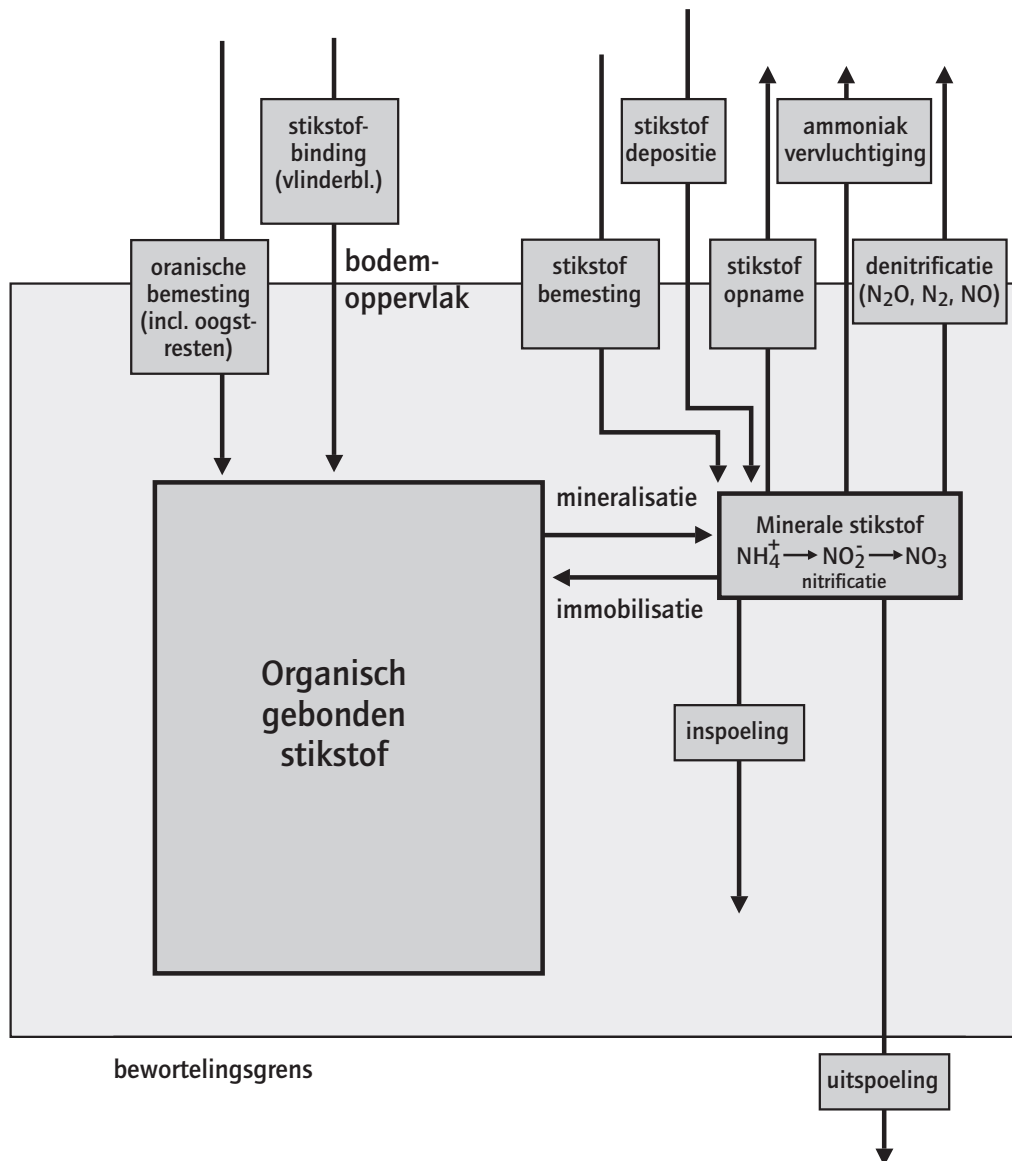
- organische meststoffen;
- de levering van nutriënten uit de bodem.

In organische meststoffen zijn de nutriënten voor het grootste deel aanwezig in organische verbindingen. Voordat deze nutriënten beschikbaar zijn voor gewassen is er eerst een proces van mineralisatie

N-mineralisatie is het proces waarbij, tijdens de afbraak van organische stof, organische stikstof (N_{org}) wordt omgezet in ammonium. Ammonium wordt vervolgens omgezet in nitraat (nitrificatie, zie figuur 2.1). Mineralisatie treedt op als de bodemtemperatuur in de loop van april is gestegen tot ruim boven de 10°C met een piek rond mei (v.d. Werf 1992; Scheller, 1993), tot aan het begin van de winter in november-december.

noodzakelijk (figuur 2.1).

De plant kan stikstof opnemen in nitraatvorm (NO₃⁻) en in ammoniumvorm (NH₄⁺). De meeste planten nemen stikstof in nitraatvorm op, ammonium wordt in de bodem onder aërobe omstandigheden omge-



Figuur 2.1. De stikstofhuishouding in de bodem (naar Scharpf & Wehrmann 1991).

zet in nitraat. De werking van organisch gebonden stikstof is veel trager. Een deel van deze stikstof is direct beschikbaar en een ander deel is na vertering pas in de loop van het eerste jaar of nog later beschikbaar. De mineralisatie van verse organische materialen, zoals gewasresten en groenbemesters, kan worden afgeleid uit de relatieve hoeveelheden koolstof en stikstof (C en N) die ze bevatten: Hoe lager de C/N-verhouding van verse organische stof, hoe meer N er snel door N-mineralisatie kan vrijkomen (Titulaer, 1994). Tabel 2.1 geeft een paar voorbeelden van C/N-verhoudingen bij verschillende mestsoorten. Aangezien er binnen een mestsoort vaak een grote variatie in samenstelling wordt aangetroffen, dienen de getoonde waarden slechts als indicatie.

Tabel 2.1: C/N-verhouding van een aantal meststoffen in kg per 1000 kg product.

Mest	C/N
Champost	21,0
Vaste rundvee grup	12,2
Rundvee drijfmest	1,4

Bron: Bokhorst & Ter Berg, 2001.

Zwart et al. (1999) wijzen ook op het belang van het vezelgehalte en de hoeveelheden oplosbaar C en N die meststoffen bevatten. Hoeveel stikstof er nu werkelijk vrij komt uit organisch materiaal hangt af van de fysische bodemopbouw, de activiteit van het bodemleven (met name micro-organismen), hoeveel en in welke vorm de organische stof aanwezig is en in belangrijke mate van de weersomstandigheden (Hassink, 1995).

De laatste auteur verrichtte belangrijk werk in het onderzoek naar de mineralisatie in graslanden. Hij maakte daarbij onderscheid in drie verschillende organische stoffracties: licht, middelzwaar en zwaar. Voor graslanden toonde hij aan dat het gehalte aan stikstof in de lichte fractie een groot deel van de stikstofmineralisatie verklaarde en dat die relatie onafhankelijk was van de textuur van de bodem. Uit onderzoek van Zwart et al. (1999) in akkerbouwsystemen bleek slechts een matig verband tussen stikstof in de lichte fractie en de hoeveelheid die mineraliseerde. Ook metingen naar de mineralisatie onder veldcondities, met behulp van ingegraven pvc-buisjes, bleek geen geschikte methode. Op het Louis Bolk Instituut is gewerkt aan een eenvoudige incubatiemethode om de stikstofmineralisatie van biologische percelen te schatten. Hierbij werd de minerale stikstof gemeten en vergeleken met de stikstofmineralisatie volgens het model Nitrogen Dynamics In Ecological Agriculture (NDICEA). Ook wordt er gewerkt aan een methode om via het gehalte opgeloste organische stikstof de mineralisatie van de bodem te bepalen (Koopmans et al., 2001).

Door de bodem los te maken, zure gronden te bekalken, water te geven bij droogte en door te draineren bij hoge grondwaterstanden wordt de mineralisatie versterkt. Ook het toedienen van stikstofrijke mest, zoals verse mest of kippenmest, en vlinderbloemigen bevorderen de mineralisatie. Koolstofrijke bemesting, zoals potgrond en oud gras, hebben juist een remmend effect op de mineralisatie.

De organischestofafbraak die haalbaar en wenselijk is voor een optimale mineralenbenutting hangt af van het bodemtype en het gebruik van de grond. Als zeer globale indicatie kan zowel voor zand als zavelgrond een ideale waarde van 3% worden aangehouden. De afbraak is hoger op lichtere gronden, bij een hoge pH-waarde en bij veel en intensieve bewerking van de grond. Op een zwaardere, kalkloze grond met relatief weinig bewerking kan met een afbraak van 2% gerekend worden (Bokhorst & Koopmans, 2001).

De hoeveelheid stikstof die geleverd wordt door een onbemeste grond, wordt het stikstofleverend vermogen genoemd. De stikstoflevering vindt onder meer plaats door mineralisatie van organische stof. Over de grootte van het stikstofleverend vermogen van gronden bestaat nog weinig literatuur en een directe meetmethode is niet voorhanden. Er bestaat echter wel een aantal schattingsmethoden. Eén manier is om de grond, bij constante temperatuur en gelijkblijvend vochtgehalte, gedurende een aantal weken in een pot weg te zetten. De hoeveelheid stikstof die daarbij vrijkomt is een maat voor de stikstoflevering uit de bodem. Het nadeel is dat de behandeling van de grond anders is dan die van de grond in de bouwvoor en niet noodzakelijkerwijs met de veldsituatie overeen zal komen. Een andere manier is om de stikstofopname te bepalen van een gewas dat is geteeld op een onbemest stuk grond, zonder nalevering door gewasresten. De stikstofopname is dan een maat voor de stikstofmineralisatie van de bodem. Deze methode is niet erg praktisch en daarom ongeschikt voor inzet op bedrijfsniveau. Om toch meer zicht op de stikstoflevering uit de bodem te krijgen is het mogelijk rekenregels toe te passen. Nog een stap verder gaat het toepassen van computermodellen zoals het model NDICEA. Koopmans & v.d. Burgt (2001) en Koopmans & Heeres (2003) kwamen daarmee tot goede voorspellingen.

- *Er zijn verschillende methoden om tot een voorspelling van stikstofmineralisatie te komen. Het model NDICEA heeft bewezen een goede voorspelling te kunnen doen, maar de koppeling van het model naar de praktijk behoeft meer aandacht.*
- *De stikstoflevering door de bodem zou verder moeten worden onderzocht. Stikstoflevering door de bodem verschilt per bedrijf en per perceel. Gerichte bemesting is dus van belang, maar wel vanuit inzicht in wat de bodem kan leveren.*

2.6 Stikstofverliezen

Door denitrificatie, uitspoeling en ammoniakvervluchtiging kan stikstof gedurende de teelt verloren gaan (figuur 2.1). Denitrificatie is de omzetting van nitraat (NO_3) in stikstofgas (N_2) of stikstofdioxide (NO_2). Het is een microbiologisch proces dat optreedt onder zuurstofloze of zuurstofarme omstandigheden bij de afbraak van organische stof. De grootte van denitrificatie wordt vooral bepaald door de hoeveelheden organische stof, minerale stikstof en vocht. Zo hebben veengronden een hoger gehalte aan mineraliseerbare organische koolstof en stikstof dan zandgronden en daardoor een hogere denitrificatieactiviteit (Corré, 1996). In de biologische landbouw zal door het gebruik van organische mest en de teelt van gewassen met veel gewasresten zoals bloemkool (tot 30 kg N/ha nalevering in het eerste jaar), de denitrificatie versterkt worden. Vaak is de structuur op biologisch beheerde gronden echter beter (Mäder et al., 2002) en daardoor zal de denitrificatie weer verminderen omdat er meer zuurstof in de grond aanwezig is (Bokhorst & Koopmans, 2001).

Nitraatuitspoeling is een fysisch proces, waar stikstof in minerale vorm, voornamelijk als nitraat (NO_3^-), aan bloot staat. Stikstof in organische vorm (eiwit of humus) is minder gevoelig voor dit proces. Uitspoeling in de vollegrondsgroenteteelt treedt voornamelijk op als gevolg van het niet volledig benutten van de minerale stikstof in de bodem tijdens het groeiseizoen en door het aanvoeren van minerale stikstof na of ver voor het groeiseizoen. Zo wordt drijfmest op kleigronden al vaak ver voor het groeiseizoen toegediend vanwege risico's op structuurschade. Ook vaste mest wordt vaak vroeg toegediend om de N tijdig te laten vrijkomen. In beide situaties bestaat de kans op verliezen in de periode tussen aanwending en opname. In paragraaf 2.12 wordt nader ingegaan op het effect van voorjaars- en najaars-toediening van mest. Vooral op lichtere gronden is uitspoeling van nitraat naar het grondwater een probleem. Op diverse proefbedrijven werden metingen gedaan aan de nitraatuitspoeling per teelt (Leeuwen & Wijnands, 1998; Vereijken et al., 1998). Zaaierij, knolselderij en peulvruchten kwamen daarbij naar voren als gewassen met een hoog uitspoelingsrisico. Tussen bedrijven werden echter grote verschillen gevonden. Dit verschil is o.a. toe te schrijven aan de invloed van de zwaarte van de grond. Een bedrijf op zware grond blijft ondanks het hoge uitspoelingsrisico ruim onder de norm. De gehanteerde norm voor uitspoeling zou volgens Goossensen & Meeuwissen (1990), moeten worden verfijnd naar de zwaarte van de grond. Nitraatuitspoeling is te verminderen door de inzet van groenbemesters als vanggewassen (hoofdstuk 3) en de juiste gewasopvolging. Daarbij dient de beworteling van het gewas goed in het oog te worden gehouden!

Ammoniakvervluchtiging uit verse, organische mest kan zowel optreden bij de mestopslag als na toediening op het land. De verliezen na toediening zijn vooral hoog als de mest niet wordt ondergewerkt. Bij een goed compostingsproces en het gebruik van gecomposteerde mest zal de ammoniakvervluchtiging na toediening beperkt kunnen worden. Bokhorst & Ter Berg (2001) geven hiervoor diverse aanwijzingen in hun handboek 'Mest en compost'. Een aantal knelpunten rond stikstofverliezen zijn:

- *De slechte afstemming in de tijd tussen de vraag van het gewas en het aanbod van snel opneembare stikstof.*
- *De rol van de beworteling m.b.t. stikstofefficiëntie en veredeling naar meer efficiënte rassen.*
- *De inzet van groenbemesters om verliezen tegen te gaan.*
- *Ammoniakvervluchtiging door verkeerd gebruik van verse mest.*



Deel II: Bemesting

2.7 Bemesting in de biologische landbouw: verbetering van de bodem

Het belangrijkste verschil tussen de bemesting in de gangbare en biologische landbouw is het bemestingsdoel. Naast het verkrijgen van een optimale kwaliteitsproductie met minimale nutriëntenverliezen, is bemesten vooral ook een manier om de bodemvruchtbaarheid te verzorgen en op peil te houden. Voor dit laatste is m.n. de koolstof in de vorm van koolhydraten belangrijk als voeding (meststoffen met een hoge C/N-verhouding, zoals compost) voor de talrijke bodemorganismen. In het algemeen is de bemesting primair gericht op het vruchtbaar houden van de bodem en pas daarna op het voeden van het gewas.

2.8 Stikstoflevering uit verschillende mestsoorten

Uit diverse onderzoeken komt naar voren dat het gebruik van vaste mest of groenbemesters over het algemeen leidt tot een toename van organische stof en positieve effecten op bodemeigenschappen (o.a. Schjonning et al., 2002; Mäder et al., 2002). Met vaste mestsoorten wordt naar verhouding minder N aangevoerd (lage N/P-verhouding) dan met drijfmestsoorten. De verhouding in N-aanvoer uit vaste mest en drijfmest is echter per bedrijf wisselend. Vaste mest wordt door biologische telers als positief ervaren door het humusopbouwende karakter. Met name runderpotstalmest heeft een heel gunstige N/P-verhouding, ook m.b.t. MINAS (§1.3). Geitenmest en kippenmest kunnen fosforrijk zijn. Dit geldt ook voor grupstalmest. Door het hoge strogehalte in runderpotstalmest is de C/N-verhouding hoog en wordt stikstof goed vastgelegd door het bodemleven. Daarnaast levert deze mest een grote bijdrage aan de opbouw van organische stof in de bodem. Biologische mest heeft vaak een lager stikstofgehalte (door minder eiwit in het voer) en dus een hogere C/N verhouding dan gangbare mest (Bokhorst & Ter Berg, 2001). De hoeveelheid stikstof die vrijkomt uit organische mest is echter moeilijk te synchroniseren met de behoefte aan stikstof van het gewas (Pang & Letey, 2000). Een tweede knelpunt is de beperkte beschikbaarheid van biologische (runderpotstal)mest (De Wit & Prins, 2002; Schröder & Van Leeuwen-Haagsma, 2002).

Gecomposteerde mestsoorten, die overwegend koolstofrijk zijn, hebben door hun bijdrage aan de humusvorming een positief effect op de bodemstructuur en het vochthoudend vermogen van de bodem. In de toekomst zal ook biologische drijfmest waarschijnlijk een belangrijke plaats gaan innemen. Hoe deze meststof ingezet gaat worden in de biologische landbouw en wat de mogelijkheden en potenties ervan zijn is nog onduidelijk. Ook over de efficiëntie en de kosten (m.n. van het transport en de handel) zijn nog veel vragen onbeantwoord (Bokhorst & Koopmans, 2001). Uit de praktijk is gebleken dat verse mest of drijfmest aanleiding kunnen geven tot anaërobe omstandigheden in de bodem. Vooral in de afgelopen natte jaren was dit een veel voorkomend verschijnsel.

Naast dierlijke mestsoorten wordt een groot aantal plantaardige compostsoorten op de markt aangeboden. Grofweg zijn deze in twee groepen te verdelen: groencompostsoorten (zoals humusaarde) en GFT-compost. De variatie in kwaliteit en samenstelling van compost is zeer groot. Alleen compostsoorten die het predikaat 'zeer schone compost' krijgen mogen in de biologische landbouw worden gebruikt (www.minlnv.nl). Een overzicht van verschillende meststoffen wordt gegeven in "Bemesting –biologische land- en tuinbouw –" van Hendriks (2000) en in "Mest en Compost" (Bokhorst & Ter Berg, 2001). Momenteel wordt er door verschillende onderzoeksinstituten gewerkt aan de stikstoflevering uit verschillende bemestingsbronnen (o.a. Marcelis, 2003; Welles, 2003).

Een goede inschatting van de stikstof die in de loop van de tijd uit verschillende bronnen vrijkomt is noodzakelijk wanneer men aan optimalisatie van de stikstofvoorziening wil werken. In de loop der jaren zijn er verschillende methoden ontwikkeld om, ondanks de complexiteit van het systeem, telers toch

behulpzaam te zijn bij het nemen van een beslissing rond de bemesting. De methoden lopen uiteen van relatief eenvoudige rekenregels tot ingewikkelde computermodellen. Het model NDICEA kwam, samen met het model XCLNCE, bij een vergelijkend onderzoek als beste voorspeller naar voren (Koopmans & Heeres, 2002).

Belangrijke knelpunten wat betreft meststoffen zijn o.a.:

- *De beschikbaarheid van met name biologische, vaste meststoffen met een gunstige N/P-verhouding.*
- *De mogelijkheden voor het gebruik van drijfmest in de biologische landbouw.*
- *Meer aandacht voor bodemspecifieke bemesting is gewenst.*
- *Het thema voedselveiligheid gaat een steeds prominentere rol spelen in de landbouw. In delen van Amerika zijn drijfmest en bloedmeel in de biologische landbouw al verboden. De vraag is in hoe verre gecomposteerde mest hier uitkomst kan bieden.*

2.9 Inzet van snelwerkende meststoffen

Ook wanneer er op een bedrijf aan alle bemestingsaspecten aandacht is besteed, kan een gewas een periode met voedingsgebrek doormaken. Een nat jaar met extreme uitspoeling of een koud voorjaar met gebrekkige bodemactiviteit zijn van die momenten. Dan kan een hulpmeststof uitkomst bieden. Er is echter maar een beperkt aantal hulpmeststoffen en bodemverbeteraars aanvullend toegelaten in de biologische landbouw (zie hoofdstuk 4).

In de praktijk veelgebruikte, stikstofrijke hulpmeststoffen zijn bloedmeel en verenmeel. Het gebruik van dergelijke hulpmeststoffen, afkomstig uit de gangbare landbouw, komt het imago van de biologische landbouw niet ten goede. Hulpmeststoffen die mogelijk in de toekomst belangrijker zullen worden zijn stikstofrijke meststoffen van plantaardige oorsprong. Voorbeelden hiervan zijn meststoffen gebaseerd op sojaschroot (Naturel N8, prosol) of moutkiemen (Monterra Malt) en Vinasse, maar daarbij is de prijs vaak weer een probleem. In hoofdstuk 4 wordt uitgebreider ingegaan op de inzet van hulpmeststoffen in de biologische teelt.

- *Snelwerkende meststoffen, afkomstig uit de gangbare landbouw, komen het imago van de biologische landbouw niet ten goede. Voor voldoende productie zijn deze meststoffen in de praktijk echter regelmatig nodig.*
- *Over de effecten op de lange termijn (>5 jaar) van bemesting met snelwerkende meststoffen versus die van gecomposteerde meststoffen op de bodemvruchtbaarheid is nog weinig bekend.*
- *In de praktijk leidt het gebruik van snelwerkende meststoffen vaak tot een bedrijfsstijl waarin het gebruik van bodemverbeteraars, zoals compost en groenbemesters, niet meer op de eerste plaats komt.*
- *De werking van hulpmeststoffen in relatie tot hun prijs per kg stikstof en hun kwaliteit dient verder onderzocht te worden.*

2.10 Stockless farming

Onder andere in Denemarken wordt onderzoek gedaan naar gewasrotaties voor zogenaamde 'stockless farming systems' (zonder input vanuit de veehouderij). Met het stikstofsimulatiemodel DAISY worden redelijke resultaten verkregen, maar een aantal belangrijke processen - zoals het effect van bodembewerking - wordt nog buiten beschouwing gelaten (Müller et al., 2002). Philipps (2001) geeft een kort overzicht van wat er de laatste jaren op het gebied van 'stockless farming' gedaan is en beschrijft een meerjarig experiment, uitgevoerd door Elm Farm Research Centre in Engeland. De belangrijkste vraag daarbij was wat het effect van 'stockless farming' op het behoud van het organische-stofgehalte en de fosfaat en kalium niveaus in de bodem zou zijn. Uit het onderzoek bleek het organische-stofgehalte van de bodem behoorlijk af te nemen (van 3,02 tot 2,42 %). Hoewel deze afname vooral te wijten was aan de omschakeling van een bedrijf met veehouderij input, naar een bedrijf zonder veehouderij input, werd toch geconcludeerd dat langduriger gebruik van groenbemesters en het gebruik van compost meer aandacht verdienen bij 'stockless farming' systemen. Aan fosfaat- en kalium bleek, bij bijbemesting met ruw fosfaat, op kleigronden, geen gebrek. Door het LBI wordt onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden van 'stockless farming' in de akkerbouw.

- *Met name het op peil houden van het organischestofgehalte van de bodem bij 'stockless farming systemen' vraagt meer aandacht.*
- *In hoeverre biedt 'stockless farming' een rendabele oplossing vanuit economisch oogpunt?*
- *Wat zijn de gevolgen van 'stockless farming' systemen op de ontwikkeling van aaltjes en schimmels in de bodem?*

2.11 De rol van gewasresten in de stikstofvoorziening

Van de meeste gewassen wordt maar een deel met de oogst afgevoerd. De niet-geogoste delen vormen, voor zover ze op het land achterblijven, een potentiële bron van minerale stikstof. Zoals uit tabel 2.2 blijkt, kan de hoeveelheid stikstof die achterblijft in de gewasresten aanzienlijk zijn.

Tabel 2.2: Stikstofnalevering in het eerste jaar van een aantal gewassen.

Gewas	Nalevering van stikstof in het eerste jaar
	(kg N/ha)
Bloemkool	20-30
Graanstro	0
Kropsla	0-5
Prei	0
Spinazie	0
Spruitkool	35-55
Stamslaboon	10-15
Witte kool	30-40

Bron: Bokhorst & Ter Berg, 2001

Bij gewassen die vroeg in de herfst worden geogost bestaat het gevaar dat een groot deel van de stikstof uitspoelt. Om deze stikstof op te vangen kan na de teelt van het hoofdgewas nog een groenbemester worden in gezaaid. Hoofdstuk 3 gaat hier nader op in. Rond de inzet van gewasresten zijn nog veel vragen onbeantwoord. Een aantal wordt hieronder als knelpunt voor verdere ontwikkeling naar voren gebracht:

- *Wat is de nalevering van gewasresten op langere termijn en hun effect op de opbouw van de bodemvruchtbaarheid?*
- *Welke rol spelen ondergrondse plantendelen (wortelresten) bij de stikstoflevering en de organische stoftoevoer? Wat is de rol van de bewortelingsdiepte hierbij?*
- *Hoe kunnen gewasresten worden ingezet als managementinstrument bij de optimalisatie van de stikstofvoorziening?*

2.12 Najaars- of voorjaarstoediening?

Of er problemen optreden met de N-voorziening hangt niet alleen af van de gebruikte meststof, maar zeker ook van de timing van de bemesting. Vaste mestsoorten geven hun N laat af als ze strorijk zijn (hoge C/N-verhouding) en pas laat in de winter of het voorjaar zijn uitgereden. Aan de andere kant moeten meststoffen met veel gemakkelijk beschikbare N niet al te vroeg in het voorjaar worden gegeven, omdat de N dan al verloren gaat voordat sprake kan zijn van opname door een gewas.

De belangrijkste reden om akkers op kleigrond in het najaar te bemesten wordt gevormd door de nadelige gevolgen voor de structuur van de grond door het uitrijden van de mest in het voorjaar. Het najaar is uit oogpunt van stikstofbenutting echter het minst gunstige moment om mest op het land te brengen: Door ammoniakemissie, denitrificatie en uitspoeling gaat stikstof verloren. Uit diverse publicaties (o.a. Gorissen et al.,1999) komt naar voren dat het benuttingspercentage van de stikstof uit drijfmest toegediend op kleigronden in het najaar, maximaal zo'n 20% is. Dat een verschuiving van het uitrijtijd-

stip van herfst naar voorjaar, de N-benutting ook kan verbeteren, laat zich illustreren met de resultaten van een driejarige veldproef op rivierklei (tabel 2.3):

Tabel 2.3: Drogestofopbrengst en N-benuttingspercentage (Apparent Nitrogen Recovery) van snijmaïs bij herfst- en voorjaarstoediening van gangbare runderdrijfmest (30 m³/ha).

	Toedieningstijdstip	Gemiddelden 1994-1996
Drogestofopbrengst (t DS/ha)	Drijfmest in herfst	10,5
	Drijfmest in voorjaar	12,5
schijnbare N-benutting (ANR, %)	Drijfmest in herfst	16
	Drijfmest in voorjaar	36

Bron: Gorissen et al., 1999.

Hoe groot de verliezen zijn hangt af van de weersomstandigheden, het tijdstip van toediening, de hoeveelheid en de aard van de mest en van de grondsoort. In onderzoek van o.a. Beckwith et al. (1998) kwam naar voren dat de verliezen groter waren naarmate de toediening vroeger plaats vond (tabel 2.4):

Tabel 2.4: Percentage stikstofuitspoeling (uitgedrukt als percentage van de aanvoer) na toediening van gangbare dunne varkensmest en stalrest in herfst en winter op zandgrond.

Periode van toediening	Dunne varkensmest	Stalrest
September	23%	4%
Oktober	27%	6%
November	13%	2%
December	3%	0%
Januari	4%	0%

Bron: Beckwith et al., 1998.

Uit onderzoek (De Willigen et al., 2002) komt naar voren dat met name de neerslag in de herfst en vroege winter bepaalt hoeveel uitspoelingsverliezen er optreden. Zoals ook blijkt uit tabel 2.4 kunnen er, met name bij het gebruik van dunne mest, aanzienlijke verliezen optreden in de orde van tientallen procenten. Daar waar op zandgrond drijfmesttoediening in het voorjaar standaard wordt toegepast bestaat er op kleigrond veel huiver vanwege de kans op structuurschade. Onderzoeksresultaten geven een wisselend beeld. Uit onderzoek van Titulaer (1997) op kleigrond bij aardappel en suikerbiet bleek dat voorjaarstoediening leidde tot een aanzienlijk betere benutting van N. Deze proeven werden echter uitgevoerd op lichte kleigronden, waar geen sprake was van structuurschade als gevolg van mesttoediening. Bij onderzoek op zware rivierklei met maïs als gewas was dit wel het geval en pakte voorjaarstoediening niet veel beter uit dan herfsttoediening (De Willigen et al., 2002).

- *Onderzoeksresultaten wat betreft voorjaars- en najaarstoediening geven een wisselend beeld.*
- *Onderzoeksresultaten over het precieze effect van bemesting, bodembewerking en gewassen op bodemstructuur zijn schaars.*

Literatuur

- Beckwith, C.P., J. Cooper, K.A. Smith & M.A. Shepherd, 1998. Nitrate leaching loss following application of organic manures to sandy soils in arable cropping. I. Effect on application time, manure type, overwinter crop cover and nitrification inhibition. *Soil Use and Management* 14: 123-130.
- Berner, A., S. Gloor, J. Fuchs, L. Tamm & P. Mader, 2002. Healthy soils – Healthy Plants. In: Proceedings 14th IFOAM Organic World Congress, Victoria, Canada, p.6
- Bokhorst, J. & C.J. Koopmans, (eds) 2001. Bemesting en bodemgebruik in de biologische landbouw – stand van zaken en knelpuntenanalyse, Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Bokhorst, J. & C. ter Berg, (eds) 2001. Handboek Mest en Compost, Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Corré, W.J., 1996. Stikstofverlies door denitrificatie op blijvend grasland op De Marke, rapport 14. DLO ...?
- Ditzler, C.A. & A.J. Tugel, 2002. Soil Quality Field Tools – Experiences of USDA-NRCS Soil Quality Institute. *Agronomy Journal* 94: 33-38.
- Doran, J.W. & T.B. Parkin, 1996. Quantitative Indicators of Soil Quality: A Minimum Data Set. In: *Methods for Assessing Soil Quality*, SSSA Special Publication 49. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA. 25-37.
- Gattinger, A., A. Embacher, C. Emmerling, A. Fließbach & M. Schloter, 2002. Microbial Community Analyses in Organically and Conventionally Managed Soil Ecosystems. In: Proceedings 14th IFOAM Organic World Congress, Victoria, Canada, p.41.
- Goossens, F.R. & P.C. Meeuwissen, 1990. Advies van de commissie stikstof. Commissie van deskundigen. Min. LNV, VROM, V&W, Landbouwschap, Centrale Landbouworganisaties, p.102.
- Gorissen, A., J.J. Schröder, O. Oenema & A.P. Whitmore, 1999. Deskstudie najaars-toediening dierlijke mest op kleigrond. Rapport 95, AB-DLO, Wageningen.
- Hassink, J., 1995. Organic matter dynamics and N mineralization in grassland soils. Proefschrift Landbouwuniversiteit Wageningen.
- Hendriks, R., 2000. Bemesting – biologische land- en tuinbouw - . Ontwikkelcentrum, Ede.
- Koopmans, C.J. & G.J. van der Burgt (eds) 2001. Mineralen benutting in de biologische landbouw – een integrale benadering – Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Koopmans, C.J. & E. Heeres, 2002. Stikstof en organische stof – dynamiek in biologische teelten - . Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Langmeijer, M., A. Oberson, M. Kreuzer, P. Mäder, D. Dubois & E. Frossard, 2001. Does the farming system affect the nitrogen fertiliser value of animal manure? INRA 11th.
- Marcelis, L. 2003. Stikstofvoorziening in teelten onder glas. *Ekoland* 1: 24-25.
- Leeuwen, W. van, & F. Wijnands, 1998. Biologisch bedrijf heeft moeite met bemestingseisen. Oogst landbouw, 2 januari 1998.
- Mäder, P., A. Fließbach, D. Dubois, L. Gunst, P. Fried & U. Niggli, 2002. Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science*, vol 296, may 2002, 1694-1697.
- Müller, T., L.S. Jensen, J. Magid, N.E. Nielsen, S. Hansen & K. Thorup-Kristensen, 2002. Catch crops in organic farming systems without livestock husbandry-model simulations. In: Proceedings 17th WCSS, 14-21 august, Thailand. Paper no. 830.
- Pang, X.P., & J. Letey, 2000. Organic farming: challenge of timing nitrogen availability to crop nitrogen requirements. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64: 247-253.
- Pronk, A.A., J.J. Schröder & R. Booiij. 2002. Verslag van de workshop 'Bodemkwaliteit', 20 sept. 2002, Wageningen. WUR-PRI rapport nr. 54.
- Scheller, E., 1993. Die Stickstoff-versorgung der Pflanzen aus dem Stickstoffwechsel des Bodens. Ein Beitrag zu einer Pflanzenernährungslehre des Organischen Landbaus. *Ökologie & Landbau* 4.
- Schjonning, P., S. Elmholt, L. Munkholm, and K. Deboz, 2002. Soil quality aspects of humid sandy loams as influenced by organic and conventional long-term management. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 88(3): 195-214.
- Schröder, J.J. & W. van Leeuwen-Haagsma, 2002. Mineralenstromen binnen en tussen biologische bedrijven. In: Wijnands, F.G., J.J. Schröder, W. Sukkel & R. Booiij (eds) *Biologische Landbouw onder de loep*, PPO-Lelystad, publicatie PPO 303, p.192.
- Titulaer, H.H.H., 1994. In: A.J. Haverkort, K.B. Zwart, P.C. Struik & P.H.M. Dekker (eds) *Themadag Stikstofstromen in de vollegroenteteelt*, PAGV, themaboekje nr. 18, 9 december 1994, 89-102.
- Titulaer, H.H.H., 1997. Verliesarme toediening van dierlijke mest op zavelgrond. *PAV-Bulletin Akkerbouw* 1997/3, 3 pp.
- Van der Meer, H.G. & J.H.J. Spiertz, 1992. Stikstofstromen in agro-ecosystemen. CABO-DLO, Wageningen.
- Vereijken, P.H., Visser, R.P. & H. Kloen, 1998. Innovatie van de EKO-akkerbouw en groenteteelt met 10 voorhoedebedrijven (1991-1997). AB-DLO, Rapport 88.
- Welles, G., 2003. Vliegende start project Biokas. *Ekoland* 1: 20-21.
- Werff, P.A. van der, 1992. Toegepaste bodemecologie in de Alternatieve Landbouw. Colledgeictaat F800-205, WUR, Wageningen.

- Werner, M.R. & D.L. Dindal, 1990. Effects of conversion to organic agriculture practices on soil biota. *American Journal of Alternative Agriculture*, vol 5, nr. 1: 24-32.
- Willigen, P. de, W. van Dijk, B. de Vos & M. Heinen, 2002. Timing en plaatsing van organische mestgiften in de biologische akkerbouw. In: Wijnands, F.G., J.J. Schröder, W. Sukkel & Booij (eds). *Biologische landbouw onder de loep*, PPO-Lelystad, publicatie PPO 303.
- Wit, J. de & U. Prins, 2002. Wordt biologische mest goud waard? *Ekoland* 9: 24-25.
- Wijnands, F.G. & W. van Leeuwen, 2000. Bemesting op biologische bedrijven nog vaak erg onevenwichtig. *PAV Bulletin Vollegrondsgroenteteelt*. December 2000, 36-40.
- Zwart, K.B. & C.J. Koopmans, 2002. Stikstofdynamiek in de biologische landbouw: modellen of rekenregels? In: Wijnands, F.G., J.J. Schröder, W. Sukkel & R. Booij (eds) *Biologische Landbouw onder de loep*, PPO-Lelystad, publicatie PPO 303, 155 pp.
- Zwart, K.B., A.P. Whitmore & J.G. Bokhorst, 1999. Beheer van organische stof in open biologische, ecologische en geïntegreerde teeltsystemen. *Rapport 102*, AB-DLO, Wageningen.

www.clm.nl

www.nutrinorm.nl

www.praktijkbedrijven.nl

www.minlnv.nl



Groenbemesters

- 3.1 Inleiding**
- 3.2 Keuze van een groenbemester**
- 3.3 Bodemstructuur**
- 3.4 Vrijkomen van stikstof uit de groenbemester**
- 3.5 Overdracht van stikstof op het volggewas**
- 3.6 Beschikbare stikstof uit de bodem**
- 3.7 Beste onderwerkstip**
- 3.8 Gevolgen voor bodemziekten**
- 3.9 Slakken**
- 3.10 Onkruidonderdrukkend effect**
- 3.11 Groenbemesters onder dekvruucht**
- Literatuur**



3 Groenbemesters

3.1 Inleiding

Zoals al aangestipt in het voorgaande hoofdstuk heeft het telen van groenbemesters verschillende functies in een biologisch bouwplan. Onder groenbemesters wordt hier verstaan: een gewas dat gedurende of na de groeiperiode van het hoofdgewas wordt gezaaid en voor het zaaien van het volgende hoofdgewas wordt ondergewerkt.

In dit hoofdstuk gaat het vooral om de voordelen van groenbemesters: een mogelijke N-overdracht van het ene gewas naar het andere en het beperken van mogelijke N-verliezen. Er zijn ook nog andere voordelen, zoals de levering van organische stof aan de bodem (zie § 2.5), het tegengaan van verslemping, het verminderen van erosie en een onkruid-onderdrukkend effect. Vlinderbloemige groenbemesters leggen bovendien stikstof vast vanuit de lucht.

Groenbemesters kunnen een positieve bijdrage leveren aan het bouwplan. Toch worden ze in de huidige, biologische praktijk nog nauwelijks ingezet (Wijnands et al., 2002). Reden temeer om in dit hoofdstuk de kennis en knelpunten rond groenbemesters voor de groenteteelt nog eens op een rij te zetten: de achtergronden bij de keuze van een groenbemester, het effect op de bodemstructuur, het vrijkomen en overdragen van stikstof, onderwerk (afvries)tijdstip, aaltjesvermeerdering en onkruidonderdrukking.

3.2 Keuze van een groenbemester

Bij de keuze van een groenbemester spelen verschillende zaken een rol. Vragen die daarbij aan de orde komen zijn: wat is de winterhardheid van de groenbemester, past hij in de vruchtwisseling, draagt hij bij aan de vermeerdering van aaltjes, wat is zijn bewortelingsdiepte, wat is de beschikbare N-hoeveelheid na de oogst van het hoofdgewas en hoeveel N kan het volggewas eigenlijk opnemen? In de meest ideale situatie is met al dit soort vragen rekening gehouden. Dat zal niet altijd lukken. Een laat oogsttijdstip bijvoorbeeld beperkt de keuze in groenbemesters al behoorlijk. Een voorbeeld: op uitspoelingsgevoelige gronden is een vorstgevoelige groenbemester als *Phacelia* geen goede keus. Het N-vasthoudend effect zal beperkt zijn en veel N kan dan alsnog in de winter uitspoelen. In dit geval verdient een wintervaste groenbemester, zoals gras of (winter)rogge, de voorkeur. Nadeel van deze groenbemesters is wel dat ze veel aaltjes kunnen vermeerderen. In paragraaf 3.8 (figuur. 3.1) wordt een overzicht gegeven van de invloed van groenbemesters op de schade door en de vermeerdering van aaltjes.

Belangrijk is om groenbemesters op tijd te zaaien, in ieder geval voor 1 september. Elke dag later zaaien verlaagt de potentiële N-opname met 2 kg per ha. Op tijd zaaien is ook gunstig om het gewas voldoende tijd te geven om zich te ontwikkelen. Gele mosterd en Westerwolds raaigras kunnen eventueel nog tot eind september worden gezaaid. Winterrogge zelfs nog iets later. De groenbemester dient ook afgestemd te worden op de hoeveelheid N die nog in de grond aanwezig is. Een vlinderbloemige groenbemester kan stikstof binden uit de lucht en zal minder goed uit de verf komen op een perceel waar nog volop N in de grond zit (bijvoorbeeld na poot aardappelen). In zo'n geval kan beter voor een kruisbloemige (bladrammenas of gele mosterd) of een grasachtige groenbemester worden gekozen. Gewassen die veel stikstof achterlaten in het profiel zijn bijvoorbeeld kool en vlinderbloemigen. Bij vlinderbloemigen komt dat doordat veel van de gebonden stikstof in de ondergrondse plantendelen zit.

Als er veel N achterblijft in de grond is het weinig zinvol om organische mest toe te dienen, omdat de groenbemester de N-overflow in dat geval niet aankan. Een hoge N-beschikbaarheid geeft dan alleen maar meer kans op uitspoeling. Uitgangspunt is dat groenbemesters ca. 80 kg N per ha kunnen opnemen. In principe kan een groenbemester in Nederland onder goede weers-omstandigheden 150 kg N opnemen, maar dit zal zelden voorkomen. Door de opname van zo'n 80 kg N uit de grond wordt de kans op uitspoeling behoorlijk verkleind. De daadwerkelijke uitspoeling zal afhangen van het moment

waarop de vastgelegde stikstof weer vrijkomt. Dat moment wordt mede bepaald door het tijdstip van onderwerken of afvriezen (zie hiervoor paragraaf 3.7).

- *De spreiding in potentiële N-opname door groenbemesters is groot. Meer inzicht is nodig in de processen van (de)nitrificatie, N-opname en uitspoeling.*

Diverse onderzoeken hebben aangetoond dat alle typen groenbemesters (grassen, kruisbloemigen, vlinderbloemigen) bij tijdige zaai de Nmin-voorraad in de diepere grondlagen verlagen (onder andere Goffart & Guiot, 1994; Mueller & Thorup-Kristensen, 2001; Thorup-Kristensen, 1994 en Willumsen & Thorup-Kristensen, 2001). Uit die lagen wordt dus N opgenomen. Kruisbloemigen zijn daar overigens sterker in dan vlinderbloemigen. Door de stikstofbinding kunnen vlinderbloemigen de stikstofvoorraad in de laag 0-25 cm zelfs wat verhogen (Mueller & Thorup-Kristensen, 2001).

3.3 Bodemstructuur

Naast een stikstofvasthoudend effect hebben groenbemesters ook een gunstige invloed op de bodemstructuur. Een goede structuur is belangrijk voor onder andere de doorwortelbaarheid, de vochtvoorziening en de bewerkbaarheid van de grond. Wortels van het hoofdgewas nemen immers voedingsstoffen op en als de bewortelbaarheid slecht is, zal de groei ook achterblijven.

Groenbemesters wortelen zeer verschillend. Grassen hebben een zeer uitgebreid en ondiep wortelstelsel. De grootste wortelintensiteit zit in de bouwvoor. Ook vlinderbloemigen hebben een relatief groot wortelstelsel en zijn dus gunstig voor de structuur in de bouwvoor. Kruisbloemigen als bladrammenas en gele mosterd groeien door hun penwortels veel dieper, maar hebben een veel minder intensief wortelstelsel, omdat het aantal zijwortels aan de grotere penwortels beperkt is. Om de grond open te houden is het dus gunstig om regelmatig diepwortelende gewassen als luzerne en granen te telen.

- *Het effect van groenbemesters op de bodemstructuur is niet goed in beeld. De indruk bestaat dat zowel intensieve beworteling van de bovengrond (grassen) als diepe doorworteling met penwortels (gele mosterd, bladrammenas) gunstig is voor de structuur, maar dat is niet te kwantificeren. Wat is bijvoorbeeld het effect van een betere doorwortelbaarheid of een betere vochthuishouding op de N-mineralisatie, danwel de N-opname door het volggewas? Hoe groot is de invloed van de bewortelingsdiepte van een groenbemester op de bodemstructuur? Hoeveel lager is de N-opname bij een grond met een slechte structuur dan bij een grond met een goede structuur?*

3.4 Vrijkomen van stikstof uit de groenbemester

Bij de keuze van een groenbemester dient ook naar de N-behoefte van het volggewas te worden gekeken. Als het volggewas al vroeg in het voorjaar een hoge N-behoefte heeft, moet geen groenbemester worden geselecteerd die de opgenomen stikstof langzaam weer afgeeft. Zoals beschreven in hoofdstuk 2 hangt de afgifte van stikstof vooral af van het C/N-quotiënt. Bij een laag C/N-quotiënt komt de N-afgifte al snel op gang. Bij een hoog C/N-quotiënt kan het zo zijn dat de N pas laat in het volgende seizoen of zelfs pas het seizoen daarna vrijkomt. Knolselderij is een gewas met een hoge N-behoefte

Tabel 3.1: C/N-quotiënt van boven- en ondergrondse delen

Soort	C/N-quotiënt
Italiaans raaigras	20
Winterrogge	16
Phacelia	14
Witte klaver	16
Bladrammenas	14
Gele mosterd	14

Bron: Van Leeuwen & Schröder, 2002.

aan het eind van het groeiseizoen, een groenbemester met een hoog C/N-quotiënt voorafgaand aan dit gewas past dus goed. Tabel 3.1 geeft een idee van het C/N-quotiënt van een aantal groenbemers.

Willumsen en Thorup-Kristensen (2001) stelden vast dat bij de keuze voor een groenbemester de bewortelingsdiepte van het volggewas een belangrijke rol speelt. Voor een ondiep wortelend gewas zoals uien is het belangrijk dat de groenbemester diep wortelt en zoveel mogelijk N 'naar boven haalt' en dat de N in het voorjaar bij het onderwerken vrijkomt op een diepte waar dit gewas het op kan nemen. Een diep wortelend gewas als witte kool kan de N zelf wel uit diepere grondlagen opnemen, zo is de redenering. Voor een dergelijk gewas zorgt een groenbemester voor extra beschikbaarheid van stikstof. In zo'n geval is een vlinderbloemige groenbemester de beste keus. Het telen van een vlinderbloemige vóór een gewas met een lage N-behoefte is weinig zinvol, omdat dit gewas dergelijke N-hoeveelheden toch niet kan opnemen.

3.5 Overdracht van stikstof op het volggewas

Een belangrijk doel van de teelt van groenbemers is het overdragen van stikstof naar het volgende teeltseizoen. Het telen van een vorstgevoelige groenbemester met een laag C/N-quotiënt (*Phacelia*, gele mosterd) is dan minder zinvol. Het inwerken van een groenbemester voor de winter heeft in veel gevallen ook een lagere N-nalevering tot gevolg. Veel van de vastgelegde N kan immers in de winter al uitspoelen. Uitzondering hierop is de combinatie van vlinderbloemige met gras- of graanstoppel. Deze combinatie heeft een relatief hoog C/N-quotiënt, de mineralisatie verloopt langzaam en er kan dus weinig uitspoelen.

Tabel 3.2 geeft een indicatie van de te verwachten N-nalevering uit diverse soorten (goed geslaagde) groenbemers.

zTabel 3.2: N-nalevering groenbemers op twee onderwerktijdstippen

Soort groenbemester	Inwerktijdstip	Kg N per ha
Niet-vlinderbloemige	Voor winter	15
	Na winter	30
Vlinderbloemige	Voor winter	20
	Na winter	40
Vlinderbloemige in gras of graanstoppel	Voor winter	40
	Na winter	40

Bron: Koopmans & Van der Burgt, 2001.

Van de gemiddeld 80 kg N die een goed geslaagde groenbemester kan opnemen komt dus maximaal de helft in het eerste jaar beschikbaar voor het volggewas. De rest komt later beschikbaar door mineralisatie of spoelt alsnog uit. Binnen een bepaalde groep kan de spreiding nog aanzienlijk zijn. PPO heeft veeljarig onderzoek gedaan naar de N-inhoud van diverse soorten groenbemers. Uit bewerkingen van deze data door NMI blijkt een verband tussen lengte van de groenbemers en de N-inhoud. De hoeveelheid N die beschikbaar komt voor het volggewas is uiteraard weer afhankelijk van het onderwerktijdstip (Hanegraaf & Van Loon, 2003, in druk). Tabel 3.3 toont hiervan een overzicht.

Diverse onderzoeken komen uit op zeer verschillende waarden voor de overdracht van N uit de groenbemester op het volggewas. Een globale indruk is dat 20-30 procent van de opgenomen N in de groenbemester weer opgenomen kan worden door het volggewas. Dat is lager dan de hier eerder genoemde maximale 50 procent die beschikbaar is voor het volggewas, maar dat komt omdat de efficiëntie van N-opname door het volggewas vrijwel nooit 100 procent is. Er wordt dus altijd een deel van de beschikbare N uit groenbemers niet opgenomen. De waarden die onderzoekers vinden voor de hoeveelheid overgedragen N lopen uiteen van 8 tot 40 procent, afhankelijk van bijvoorbeeld testmethode en groenbemester (Vos & Van der Putten, 2001).

Tabel 3.3: N-nalevering van diverse groenbemesters in afhankelijkheid van lengte en onderwerktijdstip

Groenbemester	Lengte (cm)	Beschikbaar voor volggewas bij onderwerken in:	
		Najaar	Voorjaar
Gele mosterd	15	6	11
	30	11	23
	45	17	34
Bladrammenas	15	6	11
	30	11	23
	45	17	34
Witte klaver	10	9	17
	20	17	34
	30	26	51
Perzische klaver	10	6	11
	20	11	22
	30	17	33
Wikke	10	7	15
	20	15	30
	30	22	45
Italiaans raaigras	10	6	11
	20	11	23
	30	17	34
Westerwolds raaigras	10	4	7
	20	7	14
	30	11	21

Bron: NMI/PPO

- *Er is veel onzekerheid over de hoeveelheid N die overgedragen kan worden van de groenbemester naar het volgende hoofdgewas. Onderzoekers komen uit op waarden tussen 8 en 40 procent. Bij een N-opname door de groenbemester van 80 kg per ha, kan de daadwerkelijke N-opname door het hoofdgewas dus uiteenlopen van 6 tot 32 kg N per ha. Meer inzicht in de overdracht van N is daarom gewenst.*

Tabel 3.2 veronderstelt wel dat het onderwerken (inwerken) onder goede (droge) omstandigheden plaatsvindt. Er zijn onderzoeken bekend waarin naar voren komt dat door het inwerken van een grote hoeveelheid bovengrondse massa er zuurstofloze omstandigheden ontstaan in de grond. Dit bevordert de denitrificatie en zorgt er dus voor dat de beschikbaarheid van N afneemt in plaats van toeneemt. De kans op deze omstandigheden is bij gras en op zwaardere gronden groter dan bij andere groenbemesters en lichtere gronden.

3.6 Beschikbare stikstof uit de bodem

Clotuche & Peeters (2000) signaleren dat het onderwerktijdstip belangrijker is dan het type groenbemesters voor de N-beschikbaarheid (zeker in het begin van het groeiseizoen) van het volggewas. Ook uit berekeningen van Velthof, Van Erp & Steevens (1998) komt dit naar voren. In de periode maart-juli komt 31-33 kg N per ha van de in maart ondergewerkte goed geslaagde groenbemesters raaigras, gele mosterd en winterrogge vrij door mineralisatie voor het volggewas. Bij een matig geslaagde groenbemester is de mineralisatie de helft. Bij een goed geslaagde groenbemester, ondergewerkt eind oktober, is de N-levering in dezelfde periode 21-25 kg N per ha. Ook hier is de N-levering bij een matig geslaagde groenbemester de helft. PAGV-onderzoek (Landman, 1990) laat zien dat er qua verdeling van de N_{min} over de bodemlagen behoorlijke verschillen kunnen zitten tussen groenbemesters. Ook Goffart & Guiot (1994) komen tot dergelijke conclusies. Hoewel het riskant is om twee onderzoeken met elkaar te vergelijken, als de uitgangspunten en meettijdstippen niet gelijk zijn, valt uit een vergelijking van de

resultaten toch wel wat te concluderen. Raaigras, winterrogge en in iets mindere mate bladrammenas houden de meeste stikstof vast in de laag 0-30 cm bij onderwerken van de groenbemester voor de winter. De laag 0-30 cm is de laag waar het volggewas de N vandaan kan halen. De verschillen tussen de overige groenbemesters zijn (procentueel) vrij klein. Een veel groter verschil zit in de totale N-hoeveelheid die gevonden is bij de afzonderlijke groenbemesters. Opvallend is het vrij grote aandeel N dat zich in de laag 0-30 cm bevindt bij Phacelia. Bij dit gewas, met een laag C/N-quotiënt, is dit niet goed te verklaren. Wat opvalt is ook dat de laag 30-60 cm in het onderzoek van Goffart & Guiot veel minder stikstof bevat dan bij Landman. Ondanks het feit dat de groenbemesters een maand later zijn ondergewerkt, is de N kennelijk in het onderzoek van Goffart & Guiot al verder uitgespoeld naar diepere grondlagen. Een reden hiervoor kan zijn dat de waarden in de tabel pas in april zijn bepaald; bij Landman is de situatie in februari onderzocht.

3.7 Beste onderwerktijdstip

Tabel 3.2 laat zien dat het qua N-nalevering weinig uitmaakt of een vlinderbloemige in gras of graanstoppeel in het najaar of voorjaar wordt ondergewerkt. Er spelen dan andere factoren een rol. Is de N-behoefte van het volggewas in het vroege voorjaar het grootst, dan kan onderwerken in het najaar de beste keus zijn. In de winter begint de afbraak van de groenbemester en de mineralisatie komt al snel in het voorjaar op gang. Onderwerken na de winter kan zorgen dat in het begin van de teelt nog weinig N beschikbaar is voor het gewas. Let wel, dit argument geldt alleen voor de N-beschikbaarheid. Er kunnen best bodemfysische redenen zijn om groenbemesters juist pas in het voorjaar onder te werken (minder erosie bij aanwezigheid van een groenbemester bijvoorbeeld). Voor alle andere groenbemesters is het beste tijdstip van onderwerken het voorjaar. Dan mag ook de grootste N-levering verwacht worden. Bij afgevroren niet-wintervaste groenbemesters bestaat de kans dat de vrijkomende N uitspoelt of inspoelt naar diepere grondlagen. De hoeveelheid regen (en in verzadigde gronden ook de denitrificatie) bepaalt in hoeverre de N uitspoelt. Bij elke 10 mm regen spoelt de stikstof in verzadigde gronden zo'n 20-25 mm uit. Vast staat dat in zo'n geval gemineraliseerde N in ieder geval niet wordt vastgelegd. Hoe ongunstig dat is hangt af van de bewortelingsdiepte van het volggewas. Duidelijk is dat op zandgrond de vrijkomende N gemakkelijker naar diepere grondlagen spoelt dan op kleigrond. Bij onderwerken van een groenbemester met een laag C/N-quotiënt in het najaar op zandgrond in een 'warme' winter (waar de vertering sneller verloopt) en overvloedige neerslag is de kans op een N-overdracht van betekenis vrijwel nihil.

Uit Deens onderzoek in 1995/96 blijkt dat groenbemesters in een jaar met weinig uitspoeling ongunstig kunnen zijn voor de N-beschikbaarheid (Willumsen & Thorup-Kristensen, 2001). De groenbemester neemt immers N op die anders beschikbaar zou zijn geweest voor het hoofdgewas. Mineralisatie van de vastgelegde stikstof uit wintervaste groenbemesters, ondergewerkt in het voorjaar, zal niet altijd snel genoeg verlopen. Om deze reden concluderen ook andere onderzoekers dat bij gebruik van raaigrassen en winterrogge (met een vrij hoog C/N-quotiënt) het beter is deze groenbemesters laat in de herfst onder te werken in plaats van in het vroege voorjaar. Er kan dan wel enige uitspoeling plaatsvinden bij veel neerslag.

3.8 Gevolgen voor bodemziekten

Belangrijk bij de keuze voor een groenbemester is ook om te zien of deze geen aaltjesvermeerderend effect heeft, wat schade kan doen aan één of meerdere volggewassen. In de biologische landbouw is het risico beperkter, omdat de vruchtwisseling ruimer is dan in de gangbare landbouw. Zeker op zandgrond is de keuze van een groenbemester soms erg ingewikkeld, zie schema in figuur 3.1.

Het gaat er om dat bekend is welke aaltjessoorten voorkomen op de percelen. Bij vrijlevende wortelaaltjes (onder andere *Trichodorus* en *Paratrichodorus*) zijn klaver en grassen een slechte keus. Bladrammenas is dan de beste keuze. Kies bij het noordelijk wortelknobbelaaltje juist niet voor bladrammenas (ook geen klaver en *Phacelia*), omdat deze groenbemesters dit aaltje matig of sterk vermeerderen. Grassen of gele mosterd hebben dan de voorkeur. Bij het mais- of graswortelknobbelaaltje is het weer net andersom. Zo hoort bij elke aaltjestype een advies. Ingewikkeld wordt het natuurlijk als diverse

GEWASNAAM	Cystealtjes	Wortelknobbelaaltjes	Wortellesieaaltjes	Vrijlevende wortelaaltjes	Virussen							
						Aardappelpcysteaaaltje <i>Globodera rostochiensis G. pallida</i>	Witte bietencysteaaaltje <i>Heterodera schachtii</i>	Gele bietencysteaaaltje <i>Heterodera betae</i>	Noordelijk wortelknobbelaaltje <i>Meloidogyne hapla</i>	<i>Meloidogyne chitwoodi</i>	Wortellesieaaltje <i>Pratylenchus penetrans</i>	Graanwortellesieaaltje <i>Pratylenchus crenatus</i>	Tabaksratelvirus
Bladrammenas zomer- / herfstbraak	-	.. R	.. R	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Cele Mosterd zomer- / herfstbraak	-	.. R	.. R	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Engels raai gras zomer- / herfstbraak	-
Italiaans raai gras	-
Klaver	-
Rogge zomer- / herfst braak	-
Lupine	-	?	?	?
Facelia	-
Afrikaantje	-

legenda schade	
■	onbekend
■	niet
■	weinig
■	matig
■	sterk

legenda vermeerdering	
?	onbekend
..	actieve afname
-	niet
•	slecht
••	matig
•••	goed
R	rasafankelijk

In sommige gevallen kan de waardplantgeschiktheid veranderen door de teeltwijze. Bij de gewas-aaltje combinaties waar dit het geval is staat de waardplantgeschiktheid voor zowel de zomerbraak als de herfstbraak aangegeven.

Figuur 3.1: Schema over de invloed van groenbemesters op de schade door en vermeerdering van aaltjes.

Bron: PPO-AGV

soorten of typen aaltjes tegelijk voorkomen. Soms kan braak bij aaltjesbeheersing de beste tactiek zijn. Met een slimme gewasopvolging en groenbemesterkeuze is ook veel te bereiken. Bietencystenaaltjes zijn met resistente bladrammenas- en gele mosterdsorten te bestrijden en wortellesie-aaltjes zijn aan te pakken met afrikaantjes (*Tagetes*).

- *De afweging groenbemesting (bodemverbetering, -bescherming en mineralenoverdracht) of ziekte- en plaagpreventie is een knelpunt. In sommige gevallen kan het gunstiger zijn geen groenbemester te telen vanwege de aaltjesproblemen op een perceel. Ook slakken profiteren van de aanwezigheid van een groenbemester. Over de relatie tussen deze en andere ziekteverwekkers en hun mogelijkheid om te overleven of zich te vermeerderen op groenbemesters is weinig bekend.*

3.9 Slakken

Slakken komen voornamelijk voor op (zware) kleigronden. Meerjarige gewassen, of gewassen die de bodem lang bedekt houden zijn gunstig voor slakkenpopulaties. Groenbemesters zijn wat dat betreft gunstig voor slakken. De beste bestrijdingswijze is om na het zaaien van een groenbemester de grond te rollen en zo de kluiten wat fijner te maken. Hierdoor vormt de grond een soort afscheiding en bescherming voor het gewas. Afvoeren van gewasresten van kool en dergelijke haalt een voedselbron voor slakken weg en beperkt hun overlevingskansen. In uiterste gevallen kan ook het achterwege laten van een groenbemester de beste keus zijn. Een teeltvrije strook tussen het gewas en groenstroken bijvoorbeeld kan ook al voldoende zijn. Het onder droge omstandigheden licht eggen van de grond om slakken en eieren uit te laten drogen is vaak het meest effectief.

3.10 Onkruidonderdrukkend effect

Globaal geldt dat veel groenbemesters goed tot zeer goed onkruidonderdrukkend zijn. Vooral voor gras- en gele mosterd, bladrammenas en winterrogge geldt dit. Vlinderbloemige groenbemesters zijn hier minder goed in. Overigens wordt de onkruidonderdrukking een stuk beter als deze gewassen onder dekvrucht worden gezaaid. Klavers lijken het onkruid beter te onderdrukken op laag-productieve gronden dan op hoog-productieve gronden (Ross et al., 2001). Op hoog-productieve gronden konden rode, witte en perzische klaver onkruid niet onderdrukken. In hetzelfde onderzoek bleek maaien op hoog-productieve gronden wel zinvol voor de gewas-onkruid verhouding, op laag-productieve gronden juist niet. De onkruidonderdrukking van 5 *Brassica*-soorten (o.a. gele mosterd en stoppelknollen) en *Phacelia* bleek in onderzoek van Stivers-Young (1998) gemiddeld evengoed te zijn wanneer de groenbemesters eind augustus of half september waren gezaaid. Wel was er een duidelijk verschil tussen de twee planttijdstippen. Laat zaaien gaf meer spreiding in de mate van onkruidonderdrukking.

- *Een knelpunt bij het werken met groenbemesters is, dat bij het zaaien van een groenbemester voor N-overdracht maaien als een manier van onkruidonderdrukking of -bestrijding niet meer goed uitvoerbaar is. Sommige groenbemesters zijn minder goed in onkruidonderdrukking, maar een grondbewerking om op die manier (wortel)onkruiden uit te putten, is dan niet mogelijk.*

3.11 Groenbemesters onder dekvrucht

Het onder dekvrucht zaaien van een groenbemester is vooral bedoeld om te zorgen voor een snelle grondbedekking na de oogst van het hoofdgewas. De vorming van boven- en ondergrondse massa komt snel op gang en de N-binding zal sneller na de oogst plaatsvinden dan bij een groenbemester die dan nog gezaaid moet worden. Hierdoor kan de totale N-opname toenemen. Veel hangt af van het succes van de onderzaai. De teelt van een groenbemester onder dekvrucht heeft risico's, omdat een groenbemester in een te open dekvrucht kan zorgen voor opbrengstverlies van het hoofdgewas. Dit is vooral bekend van Italiaans raaigras. Bekend voorbeeld is ook rode klaver in open gewassen als vlas, haver en in mindere mate zomergerst. Deze groenbemester kan hier te hoog ingroeien en zo opbrengstschade veroorzaken. In zo'n geval is het beter om te kiezen voor witte klaver, die uitlopers over de grond heeft.

Literatuur

- Bokhorst, J. & C. Koopmans, 2001. Bemesting en bodemgebruik in de biologische landbouw. Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Clotuche, P & A. Peeters, 2000. Nitrogen uptake by Italian Ryegrass after destruction of non-fertilized set-aside covers at different times in autumn and winter. *Agronomy & Crop Science* 184.
- Goffart, J. & J. Guiot, 1994. Groenbemesters, nitraatuitspoeling en teruggave van stikstof. *Agricontact* 262.
- Hanegraaf, M.C. en T.S. van Loon. (Publicatie in druk, verwachte publicatiedatum: voorjaar 2003).
- Jansen, B.H., 1990. Stikstofmineralisatie uit in de herfst ondergeploegde groenbemesters op kleigrond. LUW-vakgroep Bodemkunde en Plantenvoeding.
- Koopmans, C. & G. Van der Burgt, 2001. Mineralenbenutting in de biologische landbouw, een integrale benadering. Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Landman, A., 1990. Stikstofconservering door groenbemesters. *Jaarboek PACV 1989/1990*.
- Mueller, T. & K. Thorup-Kristensen, 2001. N-Fixation of selected green manure plants in an organic crop rotation. *Biological Agriculture and Horticulture*, nr 18: 345-363.
- NMI- Praktijkgids bemesting.
- Ross, S.M., J.R. King, R.C. Izaurrealde & J.T. O'Donovan. 2001. Weed suppression by seven clover species. *Agronomy Journal*, nr 93: 820-827.
- Stivers-Young, L., 1998. Growth, nitrogen accumulation, and weed suppression by fall cover crops following early harvest of vegetables. *HortScience* 33.
- Thorup-Kristensen, K., 1994. The effect of nitrogen catch crop species on the nitrogen nutrition of succeeding crops. *Fertilizer Research* 37.
- Velthof, G.L., P.J. Van Erp & J.C.A. Steevens, 1998. Stikstoflevering door groenbemesters en gewasresten. Noodzaak tot verfijning stikstofadvisering. *Meststoffen 1997/1998*.
- Vos, J & P.E.L. Van der Putten, 2001. Field observations on nitrogen catch crops. III. Transfer of nitrogen to the succeeding main crop. *Plant and Soil*, 236 pp.
- Willumsen, J. & K. Thorup-Kristensen, 2001. Effects of green manure crops on soil mineral nitrogen available for organic production of onion and white cabbage in two contrasting years. *Biological Agriculture and Horticulture*.
- Wijnands, F.G., J.J. Schröder, W. Sukkel & R. Booi (eds), 2002. Themaboek "Biologisch bedrijf onder de loep" – 'biologische akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt in perspectief', rapport PPO 303, Lelystad.



Mogelijkheden van bijbemesting

- 4.1 Inleiding**
- 4.2 N-voorziening**
- 4.3 N-bijmestsystemen op basis van grondonderzoek**
- 4.4 N-bijmestsystemen op basis van gewasonderzoek**
- 4.5 Rekenmodellen als basis voor N-bijbemesting**
- 4.6 N-bemesting in de biologische groenteteelt**
- 4.7 Verdere ontwikkeling van NBS op basis van grondonderzoek**
- 4.8 Mogelijkheden voor bijbemesting in de praktijk**
- 4.9 Toedieningstechnieken**
- 4.10 Is bijbemesting in de biologische groenteteelt gewenst?**
 - Literatuur**



Mogelijkheden van bijbemesting

4.1 Inleiding

Het streven in de biologische landbouw is gericht op een zo natuurlijk mogelijke productiewijze, waarbij zo weinig mogelijk gebruik wordt gemaakt van kunstgrepen. Zo zijn kunstmest en chemisch-synthetische bestrijdingsmiddelen niet toegestaan (www.skal.nl). De bodemvruchtbaarheid, en dus ook de N-levering van de bodem, dient op peil te worden gehouden door een goede vruchtwisseling en het gebruik van organische meststoffen. Op deze manier wordt gestreefd naar een gezonde bodem met een goed ontwikkeld bodemleven, die de levering van voedingsstoffen aan de gewassen verzorgt. Alleen als het niet anders kan is het gebruik van hulp meststoffen toegestaan.

Uit de praktijk van de biologische landbouw is bekend dat de stikstofgift vanuit organische mest alleen, niet altijd voldoende is. In hoofdstuk 5 wordt dit via een modelstudie verder uitgewerkt voor de bemesting van een aantal specifieke teelten. Vanuit de gangbare landbouw, waar de teler veel meer mogelijkheden voor stikstofrijke bemesting ter beschikking staan, is er veel gewerkt aan optimalisatie van de stikstofvoorziening door bijbemestingssystemen.

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van wat er bekend is over bijbemesting in de gangbare landbouw en verkent de mogelijkheden om met N-bijbemesting de N-voorziening van biologische groenten te optimaliseren.

4.2 N-voorziening

Zoals in de voorgaande hoofdstukken uitvoeriger beschreven, is de N-voorziening van gewassen in de biologische groenteteelt grotendeels afhankelijk van de N-mineralisatie uit de organische stof in de bodem, uit gewasresten, uit groenbemesters en uit organische meststoffen. Het verloop van de N-mineralisatie tijdens het seizoen komt in het ideale, theoretische geval overeen met het N-opnameverloop van het gewas (De Willigen et al., 2002). In de praktijk is dit vaak niet het geval, waardoor de N-voorziening niet optimaal is. Dit zal in bepaalde gevallen leiden tot een N-tekort bij groentegewassen, terwijl in andere situaties er sprake zal zijn van een te ruime N-voorziening, waardoor N-verliezen op kunnen treden. Tekorten in de N-voorziening van groentegewassen kunnen optreden door een aantal oorzaken:

- Een te laag N-mineralisatieniveau t.o.v. de N-behoefte,
- Een onjuiste timing van de N-mineralisatie, waardoor de N uit mineralisatie te vroeg of te laat beschikbaar komt voor het gewas,
- Tussentijdse verliezen, waardoor de N die is vrijgekomen uit mineralisatie, verloren gaat voordat het gewas het op kan nemen.

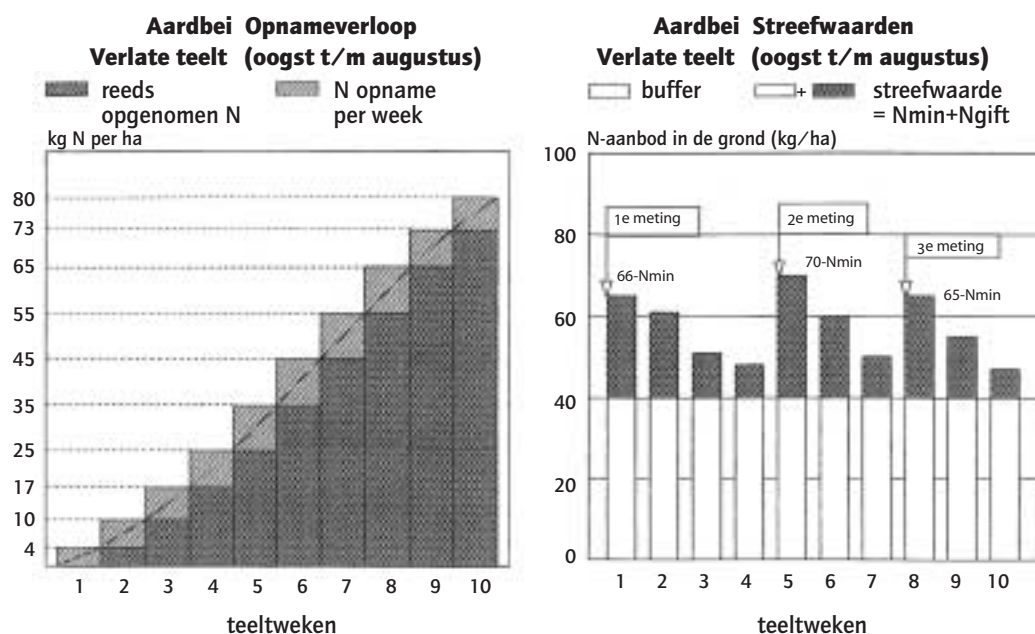
De beslissingen die genomen moeten worden bij bijbemesting gaan over 1) type mest 2) het tijdstip van bemesting en 3) de hoogte van de benodigde gift. Dit zijn de beschikbare hulpmiddelen om beslissingen over de N-bijbemesting te nemen:

- Het N-bijmeststelsel (NBS) op basis van grondonderzoek;
- N-bijmestsystemen op basis van gewasonderzoek;
- Rekenmodellen die rekening houden met het verloop van de gewasbehoefte, mineralisatie en verliezen in een specifieke situatie.

4.3 N-bijmestsystemen op basis van grondonderzoek

Voor een zo goed mogelijke N-benutting door de gewassen is het belangrijk dat gewassen op het juiste moment de juiste hoeveelheid stikstof krijgen toegediend. Eén grote gift aan het begin van het seizoen vergroot de kans op uitspoeling, ook bij organische mest, zeker als die relatief veel minerale stikstof bevat. Een nauwkeuriger manier is om gedurende het groeiseizoen de N-voorraad in de bodem te

meten en aan de hand daarvan de bemesting eventueel aan te passen. Met een dergelijk stikstofbijmeststelsel (NBS) is beter in te spelen op de processen die bepalen hoeveel stikstof in de bodem aanwezig is. In de gangbare landbouw is hiervoor van een aantal vollegrondsgroentegewassen het verloop van de N-opname gedurende de groei vastgesteld. Naast de N_{min}-meting aan het begin van het seizoen wordt tijdens de teelt één of meerdere malen een N_{min}-meting uitgevoerd. De bijbemesting is dan via een formule te berekenen (Van Dijk, 1999). Hierbij wordt ook rekening gehouden met een buffer voorraad aan N_{min} die in de bodem aanwezig moet zijn om steeds een ongestoorde N-opname mogelijk te maken (figuur 4.1). Er kan immers een N-gebrek optreden als de verliezen groter zijn dan gedacht, of als de opname sneller verloopt dan vooraf ingeschat. Bij gewassen op rijen is het in het begin van het seizoen ook denkbaar dat zij niet alle N die tussen de rijen zit op kunnen nemen. Ook al is niet alle N in het profiel opgenomen, kan toch al een N-tekort optreden in het gewas. Een voldoende hoge buffer voorkomt deze tekorten. In een dergelijke situatie kan ook worden overwogen rijenbemesting toe te passen, aangezien dit de efficiëntie van toegevoerde N zal verhogen.



Figuur 4.1: Illustratie van de werking van het NBS op basis van grondonderzoek, aan de hand van het NBS voor aardbeien (verlate teelt).

Links in de figuur is de opnameontwikkeling gedurende de teeltperiode weergegeven. Rechts in de figuur is de benodigde N-gift op 3 tijdstippen tijdens de teelt weergegeven. De adviesgift op een van die tijdstippen wordt bepaald door de verwachte opname tot het volgende tijdstip, de buffer en de N_{min}-voorraad.

Zoals hiervoor is aangegeven is het concept van het NBS op basis van grondonderzoek dat de N-beschikbaarheid in de bodem wordt afgestemd op de N-behoefte van het gewas. Dit gebeurt met name door rekening te houden met het N-opnameontwikkeling van het gewas. In een verfijnd NBS wordt daarnaast eveneens rekening gehouden met de ontwikkeling van de N-mineralisatie en N-verliezen, waaruit het verloop van de N-mineraalvoorraad tijdens het groeiseizoen kan worden berekend. Als de N-mineraalvoorraad daalt onder een kritische grens wordt besloten een N-bemesting uit te voeren. Deze N-mineraalvoorraad kan ook worden bepaald door een meting.

Het moge duidelijk zijn dat de ontwikkeling van de N-opname door het gewas een belangrijk onderdeel is van het NBS. In zijn beschrijving van het NBS onderscheidt Titulaer (1994) drie verschillende gewasgroepen met een karakteristiek N-opnameverloop:

- **Groep I:** na een periode met een lage N-opname begint na 3-4 weken een hoge lineaire en constan-

te N-opname van zo'n 6-7 kg N per ha per dag. Veelal worden deze gewassen in volle groei geoogst. Gewassen die aan deze karakteristieken voldoen zijn kropsla, andijvie, spinazie, bloemkool en broccoli.

- **Groep II:** na een aantal weken met een lage N-opname volgt een hogere lineaire ontwikkeling met een dagelijks constante N-opname. Na één of meer maanden gaat de lineaire ontwikkeling over in een afname van de N-opname per ha per dag. Er treedt een mate van afrijping op in het gewas. Gewassen in deze groep zijn witte kool, spruitkool, rode kool, uien, peen, prei, schorseneren en rode biet.
- **Groep III:** gewassen in deze groep onderscheiden zich van eerdere groepen door meerdere oogsten per jaar. Eerst wordt het vegetatieve deel van de plant gevormd, hierbij is de N-opname lineair. Vanaf het eerste oogsttijdstip neemt de opname door de vegetatieve delen af en blijft enkele weken constant. De N-opname van het totale gewas blijft echter lineair toenemen, het verschil wordt door de vruchten opgenomen. Gewassen in deze groep zijn augurk, courgette en peulvruchten.

Vanwege de verschillen in N-opname door de gewassen is de groeiperiode in een NBS verdeeld in verschillende stukken. Het gaat dan om de opname tijdens de beginontwikkeling, (4-6 weken), de opname tijdens de lineaire opnamefase, en de fase waarin (bij gewassen in groep II) de N-opname afneemt omdat de gewassen afrijpen. In de gangbare landbouw zijn voor aardappelen, aardbeien, augurken, knolvenkel, kropsla, prei, spinazie en ijsla NBS-richtlijnen en formules opgesteld. Wellicht zijn deze richtlijnen te vertalen naar een biologische teeltwijze. Mogelijk is er een aanpassing nodig in de opnamelijnen van de diverse gewassen. De opnamekarakteristiek zal niet anders zijn, maar wel de hoeveelheid N die wordt opgenomen.

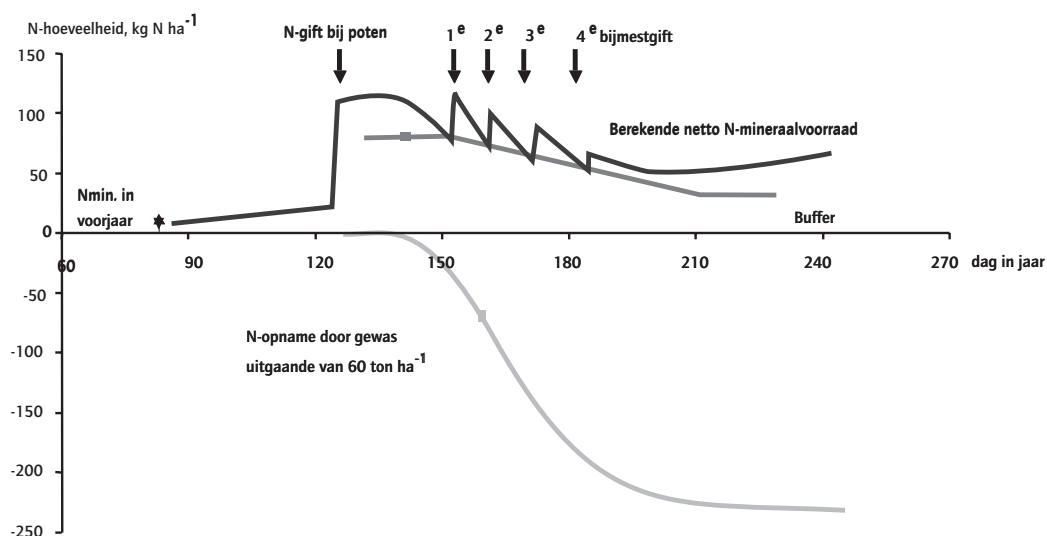
4.4 N-bijmestsystemen op basis van gewasonderzoek

Voor een aantal gewassen in de gangbare teelt zijn N-bijmestsystemen op basis van gewasonderzoek beschikbaar. In het algemeen wordt met deze methoden het gehalte aan een nutriënt in een deel van het gewas gemeten en wordt op basis daarvan besloten of een gift al dan niet nodig is. De hoogte van de gift zal in het algemeen worden afgestemd op het groeistadium van het gewas en het gehalte. In de Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen (Van Dijk, 1999) zijn geen N-bijmestsystemen op basis van gewasonderzoek bij groentegewassen opgenomen. Er circuleren wel enkele minder officiële adviezen voor spruitkool en prei. Zo is door laboratorium Eijkpunt Mookhoek een N-bijmestadvies ontwikkeld voor spruitkool op basis van het nitraatgehalte in bladstelen (NMI, 2000). Aangezien spruitkool in het algemeen de beschikbare N zeer snel uit de bodem opneemt, was het niet mogelijk een NBS op basis van grondonderzoek te ontwikkelen. Een te hoge N-opname door het gewas is echter niet gunstig, aangezien het gewas dan te hoog wordt en kan gaan legeren. Het nitraatgehalte in bladstelen lijkt wel goede mogelijkheden te bieden om de N-voorziening van spruitkool te optimaliseren.

4.5 Rekenmodellen als basis voor N-bijbemesting

Een NBS op basis van grondonderzoek is vrij globaal, aangezien per gewas rekening wordt gehouden met een standaard-opnamecurve en er wordt uitgegaan van een constante mineralisatiesnelheid, die bovendien voor alle percelen gelijk is. In werkelijkheid zal de N-opname van een gewas in een specifieke situatie afhangen van het tijdstip van zaaien of planten, de omstandigheden tijdens de groeiperiode en het gebruikte ras. Daarnaast zal de N-mineralisatie sterk kunnen verschillen tussen percelen door verschillen in de perceelseigenschappen, de bemestingshistorie en het beheer van gewasresten en groenbemesters. De N-mineralisatie kan aanzienlijk variëren tussen jaren door variaties in het weer.

In rekenmodellen, die eigenlijk verfijningen zijn van het NBS op basis van grondonderzoek, kan wel rekening worden gehouden met deze specifieke factoren. Deze modellen kunnen dan ook worden gebruikt als hulpmiddel voor beslissingen over bijbemesting. Een dergelijk model is gebruikt voor beslissingen over de bijbemesting van consumptieaardappelen in de gangbare teelt (Postma & Van Erp, 2000; figuur 4.2). Vergelijkbare rekenmodellen zijn ook beschikbaar voor de N-bemesting in de gangbare groenteteelt. Een bekend voorbeeld van zo'n model is N_Able (Greenwood et al., 1996), dat is



Figuur 4.2: Voorbeeldschema voor de N-bijmesting van consumptieaardappelen volgens een rekenmodel van NMI.

Aangegeven is de ontwikkeling van de Nmin-voorraad (bovenste lijn), de buffervoorraad (middelste lijn) en de N-opname door het gewas (onderste lijn).

ontwikkeld en getoetst voor een groot aantal akkerbouw- en groentegewassen. Het model is te benaderen via internet (<http://www.qpais.co.uk/nable/nitrogen.htm>).

4.6 N-bemesting in de biologische groenteteelt

Wijnands & Van Leeuwen (2000) beschrijven hoe een biologisch bemestingsplan opgebouwd kan worden. Zij stellen dat de gangbare adviezen als richtlijn gelden en dat die vervolgens aangepast moeten worden aan de biologische productieomstandigheden. Dit laatste betekent dat zo goed mogelijk rekening gehouden wordt met de plaats van het gewas in de vruchtwisseling, de N-mineralisatie uit gewasresten en groenbemesters en de vrijkomende hoeveelheid N uit organische mest. Een standaardrichtlijn voor de hoogte van het bemestingsadvies voor biologische groenten, bijvoorbeeld 70% van de gangbare adviezen, geven Wijnands & Van Leeuwen niet. Het is gewasspecifiek en ook perceelsspecifiek. Het ene perceel zal meer N naleveren uit organische stof dan een ander perceel. Van het dynamische model NDICEA (voor een beschrijving: zie verder) is gebleken dat het hierbij behulpzaam kan zijn (Koopmans & Heeres, 2002). Voor consumptie-aardappelen is de adviesgift in het artikel 150 kg N (60% van gangbaar), voor sluitkool 220 kg N (70-75% van gangbaar), voor winterpeen 40 kg N (60% van gangbaar) en voor zowel de eerste als een tweede teelt sla 110 kg N per ha (75 respectievelijk 100% van gangbaar). De verschillen ten opzichte van gangbaar zijn opvallend. Bij de tweede teelt sla is nauwelijks verschil met gangbaar, bij veel andere teelten loopt het verschil op tot 40 procent. De grootte van het verschil is gebaseerd op opbrengstverwachtingen, groeiperiode en N-opname door het gewas. In het artikel wordt geconcludeerd dat een perfect bemestingsplan in verband met de aard van de beschikbare meststoffen en alle randvoorwaarden zelden haalbaar is. In het bemestingsplan dat als voorbeeld wordt genomen, is er sprake van een teveel aan N bij luzerne en een tekort bij de tweede slateelt (tabel 4.1). De gebruikte meststoffen zijn vaste geitenmest en runderdrijfmest. Het tekort bij sla zou opgelost kunnen worden door de inzet van N-houdende hulpmeststoffen.

Belangrijk bij de N-bemesting is een schatting van de N-levering uit de bodem. Zo'n schatting kan zowel worden gebaseerd op een meting (grondanalyse) als op een berekening (modellering van mineralisatie). Aangezien er ook in de gangbare landbouw geen bodemparameter beschikbaar is voor het schatten van de te verwachten N-mineralisatie (hier wordt voor de biologische teelt overigens wel aan gewerkt, zie § 2.5), is op dit moment een berekening de meest aangewezen methode om te komen tot een schatting van de N-mineralisatie. Er zijn diverse mineralisatiemodellen beschikbaar om de te

Tabel 4.1: N-advies, N-nalevering uit gewasresten en groenbemesters, aanvoer van werkzame N met organische mest en overschot aan werkzame N, in kg N ha⁻¹.

Gewas	N-advies,	Nalevering uit gewasresten en groenbemesters	Aanvoer werkzame N met dierlijke mest			Overschot aan N
			Geitenpot-stalmest	Runderdrijfmest	Totaal	
Cons.aard.	150	40	30	88	117	7
Luzerne	0	0				0
Sluitkool	220	85	35	95	129	-6
Luzerne	0	55				55
Sla1	110	70	16	45	60	20
Sla2	110	65	13	16	29	-16
Winterpeen	40	40				0
Z.tarwe+						
Klaver	100	10		89	89	-1

Bron: Wijnands & Van Leeuwen, 2000.

verwachten N-mineralisatie te berekenen uit gegevens over de grond, de bemestingsgeschiedenis van de afgelopen jaren en het beheer van gewasresten en groenbemesters. Een bekend voorbeeld is het rekenmodel Minip (Janssen, 1996). Dit model wordt veelvuldig gebruikt in allerlei rekenmodellen, die de N-stromen in landbouwsystemen beschrijven. Het wordt o.a. toegepast in het dynamische model NDICEA (Nitrogen Dynamics In Crop rotations in Ecological Agriculture Habets, 1993; 1998) dat door het Louis Bolk Instituut wordt gebruikt. Op basis van de bedrijfsvoering, de opbrengsten en het weersverloop over de jaren kan de ontwikkeling van de stikstofhuishouding in een bodem worden gemodelleerd. Centraal staat de interactie tussen (afbraak van) organische stof en de stikstofdynamiek. Hierbij wordt rekening gehouden met het water- en stikstoftransport in de bodem en de groei van het gewas. Ook de veeljarige effecten van organische mest, gewasresten, wortelresten en groenbemesters worden geïntegreerd. De combinatie van al deze gegevens resulteert uiteindelijk in een schatting van het minerale stikstofgehalte in de bodem op een bepaald moment. Gebleken is dat dit model op bedrijfsschaal kan worden ingezet voor een grote combinatie van gewassen en organische meststoffen die in de biologische teelt worden gebruikt (Koopmans & Heeres, 2002). Deze modelberekeningen kunnen daarom als basis gebruikt worden voor de N-bijbemesting in de biologische groenteteelt.

- *Er bestaan geen specifieke NBS-richtlijnen voor biologische vollegrondsgroenten.*
- *Er is slechts voor een beperkt aantal gangbare groentegewassen een NBS-richtlijn beschikbaar.*
- *Er is geen goede grondonderzoeksmethode beschikbaar, die een indicatie van de verwachte N-mineralisatie geeft.*
- *N-nalevering uit oogstresten, organische mest e.d. wordt in het NBS niet meegenomen. In een NBS komt nalevering uit oogstresten e.d. wel in een Nmin-bepaling naar voren, maar door hier beter op in te spelen kan de bufferhoeveelheid omlaag. Wat hiervoor ook nodig is, is een beter inzicht in de netto-mineralisatie. Het model NDICEA houdt hier wel rekening mee en kan een perceelsspecifieke inschatting geven.*
- *Het is de vraag hoe met de berekeningen van Ndicea als basis de N-bijbemesting op een perceelsspecifieke wijze in de praktijk vorm kan krijgen.*

4.7 Verdere ontwikkeling van NBS op basis van grondonderzoek

De meerwaarde van een NBS in de gangbare groenteteelt wordt breed erkend, maar de methodiek is nog niet volledig ontwikkeld. Titulaer (1994) ziet bijvoorbeeld nog verschillende mogelijkheden tot verbetering. De buffervoorraad kan aan het eind van het seizoen verlaagd of zelfs weggelaten worden, om het risico van een grote resthoeveelheid aan Nmin na de oogst te verkleinen. Voor gewassen in groep I

is dit wellicht riskant, maar hij voorziet mogelijkheden om hier een soort N-venster aan te leggen. Nu zijn er vaste bemonsteringstijdstippen binnen een NBS: in de schema's staat aangegeven na hoeveel weken of maanden na planten, poten of zaaien bemonsterd moet worden. Het zou beter zijn om de bemonstering af te stemmen op de gewasstadia.

Derde aandachtspunt is om het bemonsteringspatroon aan te passen aan de manier van bemesten. Bij rijenbemesting is de stikstof immers niet gelijkmatig verdeeld over het profiel en zou dus ook in de strook rond het gewas bemonsterd moeten worden.

Als er een groot verschil zit tussen het N-advies en de daadwerkelijke N-opname is dit een belangrijke reden om een NBS in te zetten. Volgens Titulaer (1994) moet een NBS gebruikt of ontwikkeld worden als het genoemde verschil groter is dan 20 procent, zeker bij oogst in of na september. Als voorbeeld prei: het advies is 270 – N_{min} en de N-opname is zo'n 160 kg per ha. Tweede belangrijke reden voor het inzetten van een NBS is de kwaliteit van de gewassen. Bij spinazie is het van belang de stikstofstatus in de gaten te houden vanwege het nitraatgehalte. Tegelijkertijd is een voldoende hoog N-aanbod van belang om geel blad te voorkomen. Bij ijsla vormen zich losse kroppen bij een te hoog N-aanbod en spruiten reageren op een te laag N-aanbod met geelverkleuring. Ook smaak en houdbaarheid kunnen bij een te hoge stikstofbemesting nadelig worden beïnvloed.

Niet alle gewassen zijn geschikt voor een NBS. Uien zijn in theorie planten waar een NBS goed bij past: de beworteling is ondiep en de N-behoefte wordt pas ruim na het zaaien van enige betekenis. Veeljarig onderzoek van De Visser (1995) wijst echter uit dat toepassing van een NBS voor dit gewas weinig zin heeft. Twee of zelfs drie keer bemonsteren bleek weinig zin te hebben om daarmee de N-gift bij te sturen. Een eenmalige voorraadbemesting is voor zaaiuien de beste (lees: goedkoopste) optie. Voor een aantal gewassen verschillen de inzichten over het nut van een NBS. Zo komt De Willigen (1994) op basis van metingen en berekeningen tot de conclusie dat voor zowel prei als spruitkool een NBS kan leiden tot een aanzienlijke verbetering van de N-efficiëntie. Het wortelstelsel van beide gewassen, zoals in het veld gemeten, is ruim voldoende om de benodigde N-hoeveelheid met de gewenste snelheid op te nemen. De N-voorraad hoeft maar weinig groter te zijn dan de totale behoefte om de maximale opname te verzekeren. Bries e.a. (1996) concluderen echter dat bij spruitkool verfijning van het stikstofbemestingsadvies op basis van een tussentijdse meting van de actuele stikstofvoorraad moeilijk realiseerbaar is. In hun proeven merkten ze geen opbrengst- of kwaliteitseffect van een late bijbemesting. Ze stelden vast dat spruiten ook N opnemen uit de laag 60-90 cm. Door die laag in de bemonstering aan het begin van het seizoen te betrekken is het risico van overbemesting al te verminderen, aldus Bries e.a.

4.8 Mogelijkheden voor bijbemesting in de praktijk

De mogelijkheden van bijbemesting gedurende het groeiseizoen zijn voor biologische groentelers beperkt, omdat de organische meststoffen die beschikbaar zijn in de biologische landbouw hiervoor niet geschikt zijn. De hulpmeststoffen bloedmeel, beendermeel en verenmeel zijn wel bruikbaar als meststof voor bijbemesting, aangezien de N in deze producten relatief snel vrijkomt. In bloedmeel zit bijvoorbeeld zo'n 12% organisch gebonden stikstof. Voor een aantal andere producten zijn de gehalten weergegeven in tabel 4.2. Aangenomen wordt dat 100% van de aanwezige stikstof in deze meststoffen gedurende het eerste jaar na toediening vrijkomt door mineralisatie van de organisch gebonden stikstof. Dat duurt, afhankelijk van de tijd van het jaar, één tot enkele weken. Bij een hogere bodemtemperatuur zal de omzetting sneller verlopen. Vanuit de praktijk wordt gemeld dat er verschillen zijn tussen de meststoffen in de snelheid waarmee de stikstof uit deze producten vrijkomt. Van een aantal (samen-gestelde) hulpmeststoffen is deze mineralisatiesnelheid ook kwantitatief bepaald (Koopmans & Heeres, 2002; Cuijpers & Koopmans, 2003). Controle-instantie SKAL meldt geen signalen te hebben dat gebruik van deze hulpmiddelen (met name die van dierlijke oorsprong) de komende jaren beperkt gaat worden, maar op termijn is dit echter niet ondenkbaar. Het is daarom goed om alternatieven (van plantaardige oorsprong) te hebben voor deze restproducten, die grotendeels uit het gangbare circuit komen.

Tabel 4.2: Beschikbare hulpmeststoffen en de gehalten aan N, P en K.

Meststof	N-gehalte, g N 100 g ⁻¹	P-gehalte, g P ₂ O ₅ 100 g ⁻¹	K-gehalte, g K ₂ O 100 g ⁻¹
Bloedmeel	12	n.s.*)	n.s.
Beendermeel	6	16	n.s.
Hoornmeel	14	n.s.	n.s.
Verenmeelkorrels	13	n.s.	n.s.
Ecostyle 8-0-0	8	0	0
Maltaflor 5-1-5	5	1	5
Vinassekali	0-3,8	0-0,5	10-40

*) n.s.= niet gespecificeerd

Bronnen: NMI, 2000; aantal websites handel.

Een alternatief voor de genoemde hulpmeststoffen zou bijvoorbeeld de dunne fractie van gescheiden mest kunnen zijn. Dit bevat relatief veel direct voor de plant opneembare stikstof. Uit een inventarisatie door Bureau MestAfzet (BMA) in de praktijk blijkt dat de dunne fractie van gescheiden varkensmest gemiddeld 7 kg N per ton bevat, die voor 71 procent bestaat uit minerale (snel opneembare) stikstof. Verder bevat deze meststof 1 kg P₂O₅ per ton en 6 kg K₂O per ton. Een andere mogelijkheid kan zijn de zogenoemde mestconcentraten. Deze bevatten alleen stikstof en uit de eerder genoemde BMA-inventarisatie blijkt dat er gemiddeld 110 kg N per ton in dergelijke producten aanwezig is die voor 100 procent direct opneembaar is. Deze producten van mestverwerking zijn echter niet toegestaan in de biologische landbouw (SKAL).

- *De beschikbaarheid van snelwerkende N-meststoffen in de biologische groenteteelt is beperkt, waardoor de mogelijkheden voor bijbemesting in de praktijk beperkt worden.*
- *De toepassing van de producten die wel beschikbaar zijn voor bijbemesting op biologische bedrijven kan in het gedrang komen door:*
- *de dunne (waterige) fractie van gangbare gescheiden varkensmest mag volgens controle instantie SKAL niet gebruikt worden op biologische bedrijven (de status van mestconcentraten is niet duidelijk). Overigens mag alleen gangbare varkensmest gebruikt worden van bedrijven met minder dan 17 varkens per ha.*
- *voor bijbemesting met gescheiden dunne varkensmest is een groot volume noodzakelijk. Een bijbemesting met 40 kg werkzame N komt neer op 8 ton product per ha.*
- *beide meststoffen dienen te worden ingewerkt met mogelijke gewas- en wortelschade tot gevolg. Voor organische mest geldt immers een onderwerkplicht op bouwland. Voor de waterige fractie van gescheiden mest is onderwerpen volgens het ministerie van LNV ook verplicht, tenzij het gaat om waterige fracties waarvan het gehalte aan stikstof niet groter is dan 200 milligram N-kjeldal per liter. Voor mestconcentraten is onderwerpen beter om ammoniakverliezen te beperken (vanwege de hoge pH)*

Toedienen van gescheiden dunne varkensmest werkt in de praktijk prima, zo blijkt uit diverse onderzoeken van PPO. In een kasproef met tomaten werd een veel snellere N-werking ten opzichte van het gebruik van bloedmeel vastgesteld. De minerale stikstof in de mest komt direct voor het gewas beschikbaar, de organisch gebonden stikstof in bloedmeel moet eerst worden omgezet in voor de plant opneembare stikstof. Ook op een biologisch hyacintenperceel werd door PPO in St. Maartensbrug deze snelle N-beschikbaarheid vastgesteld. Er werd via fertigatie met de waterige fractie van gescheiden mest circa 150 kg N per ha toegediend, wat resulteerde in een opbrengstverhoging van zo'n 10 procent in vergelijking met de normale praktijksituatie. In 2001 is deze bijmestmethode ook gebruikt in tulpen en daar werd een iets groter effect geconstateerd (Wongergem et al., 2002). Normaal gesproken wordt in de hyacintenteelt bemest met bloedmeel, vinassekali en compost. Omdat uiterlijk half juli wordt geoogst kan dit gewas weinig profiteren van de mineralisatie uit de grond. Door (te) langzaam werken-

de meststoffen is ook de N-voorziening in april/mei/juni een probleem. Fertigatie met de waterige fractie van gescheiden mest biedt volgens PPO zeker perspectief op hyacinten (pers. med. Maja Wondergem, 2002).

Derk van Baalen, senior adviseur biologische landbouw bij DLV Adviesgroep, meldt dat in de praktijk nog weinig gebruik wordt gemaakt van de dunne fractie van gescheiden mest. Hij signaleert wel veel belangstelling bij biologische telers. De hoge kosten voor een mestscheider houden volgens hem veel telers nog tegen. Hij ziet wel dat telers gebruik maken van erg dunne mest, tussen gier en dunne mest in. In plaats van injecteren vlak naast de rij werken telers het onder door aanaarden. Veel biologische telers verbouwen hun gewassen op ruggen, ook in verband met de onkruidbestrijding, en dit biedt dus ook mogelijkheden voor bijbemesting. Een aantal van zijn waarnemingen in het veld op een rij:

- De praktijk gebruikt vooral verenmeel in plaats van bloedmeel. In 2002 is dit toegenomen ten opzichte van 2001. Dit komt door het verband dat wordt gelegd tussen bloed- en beendermeel en BSE.
- Verenmeel werkt sneller dan bloed- en beendermeel: binnen twee weken is effect zichtbaar.
- Beschikbaarheid van verenmeel is een knelpunt, omdat er niet genoeg biologische kippen zijn.
- Bijbemesting met verenmeel kan met een kunstmeststrooier. Nadeel is dat de meststof dan op het gewas ligt, wat bij gewassen als sla erg ongunstig is in verband met de kans op (ziekte)plekjes aan het blad. Het toont ook minder mooi bij de verkoop.
- Hoog opgroeiende gewassen lenen zich niet voor bijbemesting met 'erg dunne mest' en daarmee ook niet voor bijbemesting met de waterige fractie van gescheiden dunne mest.
- Bijbemesting met vinassekali gebeurt in enkele gewassen (zoals bloemkool) vlak na het planten. De beschikbaarheid van biologische vinasse zal echter beperkend zijn voor inzet op grote schaal van deze meststof.

4.9 Toedieningstechnieken

De toediening van (hulp)meststoffen tijdens de teelt verdient de nodige aandacht, omdat het in de praktijk niet altijd optimaal verloopt. Zoals hiervoor is aangegeven leidt de toediening van verenmeel over het gewas bijvoorbeeld tot ongewenste kwaliteitseffecten bij sla. Het is de vraag of dit het effect is van de meststof of van de toedieningsmethode. In de gangbare groenteteelt wordt de bijbemesting in groenten met een grote rijenafstand vaak uitgevoerd als rijenbemesting, waardoor de meststoffen niet op het gewas terechtkomen en dus ook geen ongewenste effecten veroorzaken. Bij gewassen met een kleine rijenafstand (zoals sla) is dat echter niet mogelijk en worden meststoffen vaak wel over het gewas verspreid. Met de gangbare N-meststoffen veroorzaakt dit echter geen negatieve effecten voor de gewaskwaliteit.

Postma (2000) concludeert in een studie naar de perspectieven voor fertigatie in de gangbare groenteteelt dat deze methode via druppelsslangen alleen haalbaar is voor de intensievere groentegewassen. Gerekend met jaarkosten van € 1200 per ha en een veronderstelde fysieke meeropbrengst van 10 procent, is druppelfertigatie alleen financieel haalbaar voor gewassen als bospeen, prei, augurken en aardbeien, zo concludeert hij. In algemene zin valt te zeggen dat de perspectieven voor druppelfertigatie afhangen van de fysieke meeropbrengst of de kwaliteitsverbetering die ten opzichte van de 'gangbare' situatie kan worden gerealiseerd. Uit literatuur blijkt dat druppelfertigatie een positief effect kan hebben op de opbrengst en de negatieve milieu-effecten (uitspoeling e.d.) beperkt. Daarnaast kan het de ziektedruk in sommige gevallen verminderen (Postma, 2000).

4.10 Is bijbemesting in de biologische groenteteelt gewenst?

Op basis van de uitgangspunten van bemesting en bodemvruchtbaarheid in de biologische landbouw, kan de vraag worden gesteld of bijbemesting van gewassen in de biologische landbouw gewenst is. Dit is een vraag die door partijen binnen de biologische sector nog verder moet worden beantwoord.

Wij denken dat de basis van de N-voorziening verzorgd moet worden door de vruchtwisseling en de organische bemesting. In die gevallen waarbij dat niet tot een voldoende N-levering voor het betreffende gewas leidt, is het min of meer noodzakelijk om een aanvullende bemesting met N-rijke producten in

de vorm van een basis- dan wel bijbemesting uit te voeren. In die gevallen kan een N-bijbemesting dan ook gewenst zijn. Er moeten dan wel voldoende meststoffen beschikbaar zijn.

- *Wordt N-bijbemesting in de biologische landbouw gezien als een gewenste methode om de N-voorziening in de biologische groenteteelt te optimaliseren?*
- *Streven in de biologische landbouw is een gezond bodemleven en een goede bodemvruchtbaarheid. De bodem levert vervolgens voedingsstoffen aan de gewassen. Dit is echter per definitie niet optimaal. Ten eerste omdat verschillende gewassen ook verschillende behoeften hebben aan mineralen en bovendien kunnen die behoeften per groeistadium en ook per jaar verschillen. Bijbemesten met snelwerkende meststoffen kan de bemesting optimaliseren, maar staat dicht bij de gangbare boerenpraktijk en kan wellicht het bodemleven verstoren.*

Literatuur

- Bries, J., L. Vanongeval, H. Vandendriessche & M. Geypens, 1996. Stikstofbemesting bij prei en spruitkool. *Agricontact* 285, september 1996.
- Cuijpers, W. & C.J. Koopmans 2003. Mineralisatie hulpmeststoffen. *Nieuwsbrief Biokas*, nr. 3 februari 2003.
- Dijk, W. van, 1999. Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. *PAGV-publicatie* nr. 95.
- Greenwood, D.J., C.R. Rahn, A. Draycott, Vaidyanathan & C. Paterson, 1996. Modelling and measurement of the effects of fertilizer-N and crop residue incorporation on N dynamics in vegetable cropping. *Soil Use and Management* 12, p.12.
- Habets, F. en G.J.M. Oomen, 1993. Modelleren van stikstofdynamiek binnen gewasrotaties in de biologische landbouw. Landbouwuniversiteit, Wageningen.
- Habets, F., 1998. NDICEA u.i: Model description. Eigen uitgave Habets, Heerlen.
- Koopmans, C.J. & E. Heeres, 2002. Stikstof en organische stof, dynamiek in biologische teelten. *Louis Bolk Rapport* nr LB08, p.50.
- Janssen B.H., 1996. Nitrogen mineralization in relation to C:N ratio and decomposability of organic materials. *Plant and Soil* 181: 39-45.
- NMI, 2000. *Praktijkgids Bemesting*, Nutriënten Management Instituut, Wageningen.
- Postma, R., 2000. *Perspectieven van fertigatie in Nederland*. NMI-verslag 308.00, 2000.
- Postma, R. & P.J. van Erp, 2000. Stikstofbemesting van aardappelen via druppelfertigatie. *Meststoffen 2000*: 36-44.
- Titulaer, H.H.H., 1994. Stikstofbijmestsystemen. In: A.J. Haverkort, K.B. Zwart, P.C. Struik & P.H.M.Dekker (eds) *Themadag Stikstofstromen in de vollegrondsgroenteteelt*, PAGV, themaboekje nr. 18, 9 december 1994: 89-102.
- Visser, C.L.M. de, 1995. Onderzoek naar de toepasbaarheid van het stikstof bijmeststelsel in zaaiuien en perspectief van N(P)-rijenbemesting. In: S. Zwanepol, (ed). *Jaarboek 1994/1995. Afgesloten praktijkonderzoek PAGV*. Publikatie nr. 78 A, 1995.
- Wijnands, F. & W. van Leeuwen. 2000. Plannen van bemesting is lastige klus, combineren van goede opbrengst en minimale verliezen vergt veel rekenwerk. *Ekoland* 9.
- Willigen, P. de. 1994. Een model voor de opname en uitspoeling van stikstof in de teelt van spruitkool en prei. In: A.J. Haverkort, K.B. Zwart, P.C. Struik & P.H.M.Dekker (eds) *Themadag Stikstofstromen in de vollegrondsgroenteteelt*, PAGV, themaboekje nr. 18, 9 december 1994, 58-69.
- Wongergem M, H. Zuilichem, B. Snoek, J.E. Jansma, 2002. Stikstofvoorziening van tulp; Is fertigatie de oplossing? *Ekoland* 3, 28-29.



Teeltaanwijzingen voor de volleggrond

- 5.1 Inleiding**
- 5.2 Gewaseigenschappen**
- 5.3 Biologische teelten**
- Literatuur**



5 Teeltaanwijzingen voor de vollegrond

5.1 Inleiding

In tegenstelling tot de gangbare collega is de biologische teler voor zijn stikstofvoorziening vrijwel geheel afhankelijk van de levering van stikstof uit de bodem en uit organische meststoffen. Omdat niet met snelwerkende kunstmest kan worden bijbemest zijn de sturingsmogelijkheden beperkt. Het kijken naar de specifieke eigenschappen en behoeften van een gewas en de omstandigheden waarin het groeit zijn daarom in de biologische landbouw van extra groot belang.

De basis voor een biologisch bedrijf wordt uiteraard gevormd door een uitgekiende vruchtwisseling, waarin de gewassen ook wat betreft bemesting optimaal van elkaar profiteren. Aangezien dit met zeer bedrijfsspecifieke overwegingen samenhangt, zal in dit hoofdstuk niet uitgebreid op vruchtwisselings-schema's worden ingegaan en wordt voor de diverse gewassen slechts een aantal meer of minder geschikt gebleken voor- en navruchten genoemd. Wel wordt hier een aantal belangrijke factoren besproken die specifiek met de teelt van het gewas samenhangen.

Wat betreft de nutriëntenbehoefte kan, zoals uitgebreid in hoofdstuk 4 beschreven, op grond van het verloop van de N-opnamecurven een globale indeling worden gemaakt in drie gewasgroepen als leidraad voor de bemesting (Titulaer, 1994). Naast de nutriëntenbehoefte van het gewas moet ook naar de overige groeiomstandigheden worden gekeken zoals de groeiperiode en het oogststadium, de bewortelingsintensiteit en het bodemtype. Ook rassenkeuze is een belangrijke factor. Tenslotte dient de bemesting binnen de door de overheid gestelde MINAS normen te blijven.

In paragraaf 5.3 van dit hoofdstuk wordt een selectie van gewassen uit de in hoofdstuk 4 genoemde groep I en II behandeld. De behandelde gewassen zijn economisch belangrijk in de biologische landbouw en worden als 'lastig' beschouwd als het gaat om optimale stikstofvoorziening.

5.2 Gewaseigenschappen

5.2.1 Groeiperiode en oogststadium

Naarmate gewassen in een jonger stadium worden geoogst, gaan ze minder efficiënt met de stikstofbemesting om. Ze stellen dan hoge eisen aan de hoeveelheid makkelijk opneembare stikstof. Tot deze groep behoren bladgewassen zoals sla en spinazie en relatief korte teelten zoals bloemkool en broccoli. Deze gewassen zullen een hoge N_{min}-rest achterlaten bij de oogst. Daarnaast zijn er gewassen die op het eind van de vegetatieve fase of als vrucht- of zaadgewas geoogst worden. Tot deze groep behoren o.a. knolselderij en peen. Bij een goed afgestemde stikstofbemesting kan de N_{min}-rest bij de oogst van deze gewassen vrij laag gehouden worden. Algemeen geldt dat bij gewassen die voor 1 september geoogst worden nog ca. 20% van de in de gewasresten aanwezige stikstof geconserveerd kan worden voor het volggewas door het gebruik van groenbemesters (zie hoofdstuk 3).

5.2.2 Bewortelingsintensiteit

Bladgewassen, stamslabonen, uien en prei zijn voorbeelden van gewassen die vooral in de bovengrond wortelen. Aardappel, knolselderij en bloemkool hebben een wat diepere beworteling en wintertarwe, spruitkool en witlof gaan nog dieper wanneer de bodem dat toelaat. Algemeen geldt dat de bewortelingsdiepte vaak meer van de bodem afhankelijk is dan van het type gewas. Naarmate gewassen dieper wortelen kunnen ze ook stikstof uit diepere lagen benutten. Diepgang van de beworteling is niet het enige criterium voor stikstofopname; ook de uitgebreidheid van het wortelstelsel is van belang.

5.2.3 Rassenkeuze

In de biologische teelt zijn, buiten de gebruikelijke eisen, de gevoeligheid voor ziekten, het onkruid-

onderdrukkend vermogen en de stikstofefficiëntie belangrijk bij het kiezen van een ras. Hybride rassen hebben het voordeel van een homogener product, maar vragen vaak om een hogere bemesting. In praktijkproeven blijken er voor de meeste gewassen rasverschillen te zijn in de omgang met stikstof. Veel is hier echter niet over gedocumenteerd.

5.2.4 Stikstofgift en behoefte binnen Minas

Voor de biologische sector is dezelfde wetgeving van kracht als voor de gangbare (zie hoofdstuk 1). In de praktijk van de biologische groenteteelt is de behoefte aan voedingsstoffen hoog en zal op bedrijfsniveau een uitgekiende gewaskeuze met een uitgekiende mestkeuze nodig zijn. Een vruchtopvolging met alleen gewassen die een hoge input aan voedingsstoffen wensen is binnen de MINAS-wetgeving vaak niet mogelijk met voedingsstoffen uit dierlijke mest. Om gewassen als spruitkool, spinazie of sluitkool met een hoge behoefte aan voedingsstoffen te kunnen telen is het nodig om in het bouwplan ook gewassen met een lage behoefte aan voedingsstoffen te telen zoals peen, witlof, bonen of erwten.

Wanneer in een vruchtopvolging van 6 jaar 2x een gewas voorkomt dat niet bemest wordt (zoals gras-klover), dan kunnen de andere 4 gewassen bemest worden met een gemiddeld niveau van 255 kg N en 135 kg P₂O₅ (mondelinge mededeling Ter Berg). Ook de aanvoer van meststoffen die buiten de MINAS-wetgeving vallen bieden een mogelijkheid om voedingsstoffen of organische stof aan te voeren. Meststoffen met veel organische stof zijn GFT, groencompost en humusaarde. Voedingsstofrijke meststoffen zijn o.a. bloedmeel en verenmeel.

5.3 Biologische teelten

Het toedienen van gemakkelijk beschikbare voedingsstoffen op het juiste moment is in de biologische landbouw maar op beperkte schaal toepasbaar (zie hoofdstuk 4). Zoals reeds in de inleiding van dit hoofdstuk beschreven, is het zoeken naar andere wegen (gewas- en rassenkeuze, vruchtopvolging, bodembewerking, etc.) en het op elkaar afstemmen van keuzes dus van groot belang.

In deze paragraaf wordt een selectie van gewassen behandeld. Er is niet naar gestreefd om algehele teeltbeschrijvingen te geven. De subparagrafen beperken zich tot een korte beschrijving van het gewas, rassenkeuze, bemesting en vruchtopvolging. Met behulp van het model NDICEA wordt een aantal illustrerende voorbeelden van verschillende bemestingsscenario's per gewas gegeven. De voorbeelden vormen geen exacte weergave van bestaande bedrijven. De modellering is echter wel gebaseerd op praktijkgegevens van diverse projecten waarbinnen het model NDICEA is ingezet. In totaal hebben 27 teelten op zowel praktijkbedrijven als proefbedrijven model gestaan voor de uitwerking. Aan het eind van iedere gewasbespreking volgt een aantal knelpunten. Als houvast bij de stikstof-bemesting hieronder een kort overzicht van de gewassen die ter sprake zullen komen met hun N-adviesgift (tabel 5.1).

Tabel 5.1: Adviesbasis voor de biologische teelt

Gewas	N-advies in kg N/ha
Prei	160 (60% van gangbaar) ²
Sla (eerste en tweede teelt)	110 (75-100% van gangbaar) ¹
Spruitkool	160 (60% van gangbaar) ²
Sluitkool (o.a. witte kool)	220 (70-75% van gangbaar) ¹
Bloemkool	180 (60% van gangbaar) ²

Bronnen: ¹Wijnands & van Leeuwen (2000); ²Bokhorst & ter Berg (2001).

5.3.1 Biologische teelt van prei

Het gewas

Biologische preiteelt in Nederland bestaat uit een segment voor de versmarkt en een segment voor de industrie. Zowel herfst als winterprei zijn gewassen die lang op het veld staan. Gemiddeld staat herfst-

prei 5 en winterprei 6 tot 9 maanden op het veld, exclusief de opkweekperiode van 3 maanden. De lange groeiperiode maakt prei gevoelig voor ziekten. De bodemcondities moeten over de gehele groeiperiode vrij constant zijn voor wat betreft vochtvoorziening, bewortelingsmogelijkheden en levering van voedingsstoffen. Prei stelt dus hoge eisen aan de bodem voor een constante groei. Groeistagnatie door droogte, beperkte beworteling of beperkte voedingsstoffenvoorziening werkt ziektegevoeligheid in de hand en vermindert de productie. De plaats in de vruchtopvolging, de nalevering van voedingsstoffen uit groenbemesters en een bemesting die gericht is op een lange, gestage gewas-ontwikkeling moeten worden betrokken bij de teelt van prei.

Prei heeft gladde, relatief dikke wortels. Dikke wortels kunnen zich bij een hoge bodemweerstand slecht ontwikkelen. Pas bij humusrijke gronden gaan ze zich sterker vertakken. Wanneer de bodem het toelaat gaat een enkele wortel toch wel vrij diep. Op zandgronden zie je dat de beworteling zich sterk beperkt tot de beweringsdiepte. Een juiste inschatting voor de bewortelingsmogelijkheden op het betreffende perceel en een daaraan gekoppelde bodembewerking en bemesting verhoogt de kans op een productieve en gezonde preiteelt.

Rassenkeuze

Rassenkeuze is in de biologische teelt vooral gericht op ziekteresistentie en gevoeligheid voor slijtage. Ook de stand van het gewas speelt een belangrijke rol. De meer opgerichte planttypen zijn minder gevoelig voor ziekten en maken de onkruidbestrijding en aanaarden over een langere periode mogelijk. Wat de smaak betreft zijn er binnen een ras grote verschillen, onder meer afhankelijk van de herkomst. Een betere smaak wordt vooral aangetroffen bij een hoger drogestofgehalte (>13%), een hoger suikergehalte (refractiewaarde >9) en een lager nitraatgehalte ($N < 100 \text{ mg NO}_3/\text{kg}$) (Bokhorst et al., 1992a).

Bemesting

De N-adviesgift voor gangbare herfstprei op zandgrond en kleigrond, bij een N_{min} van 50, respectievelijk 70 kg N/ha aan het begin van de teelt, is 195, respectievelijk 215 kg/ha (www.nutrinorm.nl). Voor biologische prei geldt een adviesgift van 160 kg/ha. De N-opname ligt rond de 95 kg N/ha. Om het verschil tussen opname en benodigde bemesting zo klein mogelijk te houden is vooral bij prei een goede bodemstructuur, een hoog humusgehalte en een actief bodemleven van belang en moet goed rekening worden gehouden met de nalevering van stikstof uit gewasresten van voorvrucht of vlinderbloemige groenbemesters en bodem organische stof.

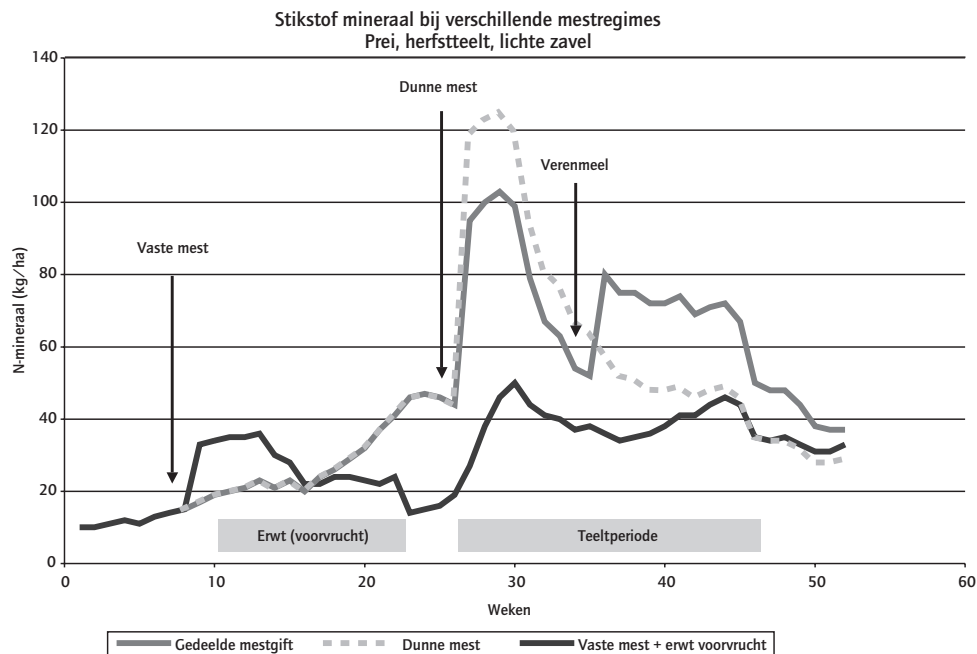
Knelpunt op de lichtere gronden is de constante doorgroei van het gewas. Deze doorgroei wordt niet altijd gegarandeerd door de bemesting vóór het planten. In de laatste helft van augustus kan op basis van de gewasstand (kleur en ontwikkeling) een extra bemesting nodig zijn. Deze wordt door drijfmest of andere hulpmeststoffen uitgevoerd. De ervaring leert, dat bij pas omschakelende bedrijven deze bijstuuring vaker nodig is dan bij bestaande biologische bedrijven. Dit wordt door de tuinders toegeschreven aan het hogere humusgehalte en het actievare bodemleven.

Vruchtopvolging

Om te zorgen dat aan- en afvoer van mineralen gelijk blijven, kan prei goed in een vruchtopvolging met veel akkerbouwgewassen of kunstweiden worden geteeld. Goede voorvruchten zijn gewassen die veel stikstof naleveren, zoals koolgewassen en peulvruchten of kunstweide met klaver. Een voorjaarsteelt van bijvoorbeeld doperwt of spinazie zorgt voor een nalevering van N uit gewasresten (doperwt) en mest (spinazie). Als na-vrucht geen lookachtigen (prei, ui, sjalot) telen in verband met de vergrote kans op problemen met *Fusarium*.

Enkele bemestingsscenario's voor prei

In figuur 5.1 zijn de resultaten weergegeven van een modelstudie van verschillende bemestingsscenario's voor een herfstteelt prei op lichte zavel met een bruto opbrengst van 26 ton en een N-opname van 95 kg N/ha. Onder de grafiek volgt een beschrijving van de verschillende scenario's.



Figuur 5.1: Modelstudie (NDICEA) van verschillende bemestingsscenario's bij prei

Vaste mest scenario

Na een voorjaarsteelt van doperwt, die vlak voor het planten van de prei wordt ingewerkt, wordt een potstalmestgift van 25 ton ingewerkt. Doperwt is een vrij ongebruikelijke voorvrucht, maar geeft hier wel inzicht in de waarde ervan. De beperkte gift potstalmest (150 kg N, 77 kg P₂O₅) geeft in combinatie met de voorvrucht voldoende stikstof gedurende de teelt. De nalevering van stikstof uit zowel de erwit als de mest verloopt geleidelijk, wat de kans op verliezen door uitspoeling bij overmatige regenval kleiner maakt. De verliezen door uitspoeling tijdens de teelt bedragen 20 kg N/ha; na de teelt tot eind maart is het verlies 40 kg N/ha.

Dunne mest scenario

Bij een gebruikelijker voorvrucht (een ander groentegewas in het voorgaande jaar) en een gift van 30 ton dunne mest (130 kg N, 55 kg P₂O₅) voor aanvang van de teelt wordt een hoger N-mineraal niveau bereikt bij aanvang van de teelt maar het niveau zakt snel. Bovendien is het aanbod van stikstof iets afhankelijker van het neerslagpatroon van dat jaar: bij sterke neerslag in het begin van de teelt zakt de N-mineraal sneller. De verliezen door uitspoeling bedragen 40 en 45 kg N/ha tijdens de teelt respectievelijk na de teelt tot eind maart.

Snelwerkende mest scenario

Een gift van 15 ton dunne mest in combinatie met een snelwerkende hulpmeststof, een aantal weken na het planten geeft een ruim stikstofaanbod. De verliezen nemen ook toe: tijdens de teelt spoelt 40 kg N/ha uit de wortelzone weg en 60 kg in de periode na de teelt tot eind maart.

Knelpunten

- *Er is meer behoefte aan praktijkresultaten over bijbemesting tijdens de teelt: hoe bepaal je de behoefte, hoeveel geef je en wanneer?*
- *Welke hulpmeststof werkt het best voor een juiste timing van de stikstofbeschikbaarheid?*
- *Slechte doorworteling levert problemen op verdichte gronden.*
- *Stikstofuitspoeling op zandgronden.*
- *Rasverschillen onder biologische omstandigheden en met name de stikstofbehoefte in combinatie met bewortelingsintensiteit en constante doorgroei is nog niet onderzocht.*

5.3.2 Biologische teelt van sla

Het gewas

Een evenwichtig gegroeide sla is een gewas, dat een vlotte, relatief snelle ontwikkeling laat zien. Na de

rozetvorming (omblad) vormt de sla nog meer bladeren, die min of meer over elkaar sluiten, zonder de stengel te strekken, zodat een krop ontstaat. De bladeren sluiten goed aan. De kleur is licht en fris-groen. De oogst vindt plaats als de krop op gewicht is. Sla groeit het best op gronden met een zeer goede vochtvoorziening. Humusrijke zand en zavelgronden en veengronden zijn het meest geschikt. Op de meer kleiige gronden ontstaan vaak zowel problemen met de vocht- als de voedselvoorziening.

Rassenkeuze

Rassenkeuze in de biologische slateelt is met name gebaseerd op de gevoeligheid voor luis en *Bremia* (valse meeldauw). De relatie tussen stikstofbehoefte en kropvorming is per ras ook verschillend. Het rassensortiment bij ijsbergsla is nog volop in beweging. Rassen die het ene jaar nog goed voldoen, zijn het jaar daarop weer opgevolgd door betere.

De bemesting

Sla vraagt niet bijzonder veel stikstof maar is wel gevoelig voor het juiste aanbod van stikstof. Te veel stikstof stelt bij kropsla de kropvorming uit. Wanneer dan eindelijk de krop zich vormt, dan is die snel rijp en daardoor gevoelig voor smet. Te weinig stikstof echter, leidt tot een trage groei met toename van luizen en meeldauwaantasting.

Op biologische bedrijven is de stikstofvoorziening van vroege teelten vanaf half maart vaak een probleem. Sla is een voorbeeld van zo'n vroege teelt. De adviesbemesting voor biologische sla is ca. 110 kg N/ha (tabel 5.1). De stikstofbehoefte moet voor de biologische teelt voor een belangrijk deel worden gedekt door mineralisatie van stikstof uit organisch materiaal, zoals organische stof uit de bodem, gewasresten, etc. Door de relatief lage temperaturen en een lage biologische bodemactiviteit in het vroege voorjaar komt deze organische stikstof vaak onvoldoende snel vrij. Aanvulling met snel beschikbare stikstof uit bijvoorbeeld mestkorrels of bloedmeel is vaak noodzakelijk voor een goede productie (zie ook figuur 5.2).

De vroege teelten vinden doorgaans plaats op de zandgronden. Deze worden voor het ploegen bemest met vaste mest en drijfmest. Bij venige grond en zandgrond in de NOP geeft men een vaste mestgift van 25 ton of een drijfmestbemesting van 25 m³. Afhankelijk van het voorjaar lukt dit wel (bij een vroeg, warm voorjaar) of niet (bij een nat en koud voorjaar). Op klei kan vanwege structuurschade moeilijk drijfmest worden aangewend. Bloedmeel of verenmeel is dan een veelgebruikt alternatief. Deze hulpmeststoffen zijn echter relatief duur en hebben als nadeel dat ze eerst moeten mineraliseren. Voor gebruik van bloedmeel in vroege teelten (planting april) moet rekening worden gehouden met drie tot vier weken mineralisatie. Verenmeel werkt sneller (na 2 weken effect). Probleem bij verenmeel op sla is echter dat het tot ongewenste kwaliteitseffecten leidt (zie hoofdstuk 4). Later in het seizoen is de stikstofvoorziening meestal geen probleem en is een drijfmestgift van ca. 20 m³ voldoende. Op de PPO-locaties in Horst-Meterik en Westmaas wordt onderzoek gedaan naar de bemesting van ijssla en kropsla met verschillende snelwerkende meststoffen (Rovers & Kroonen-Backbier, 2000; v.d. Schoot, 2001). Andere meststoffen dan bloedmeel (varkensdrijfmest, stikstofconcentraat) bleken, alhoewel niet toegeestaan, goed inzetbaar in de biologische slateelt.

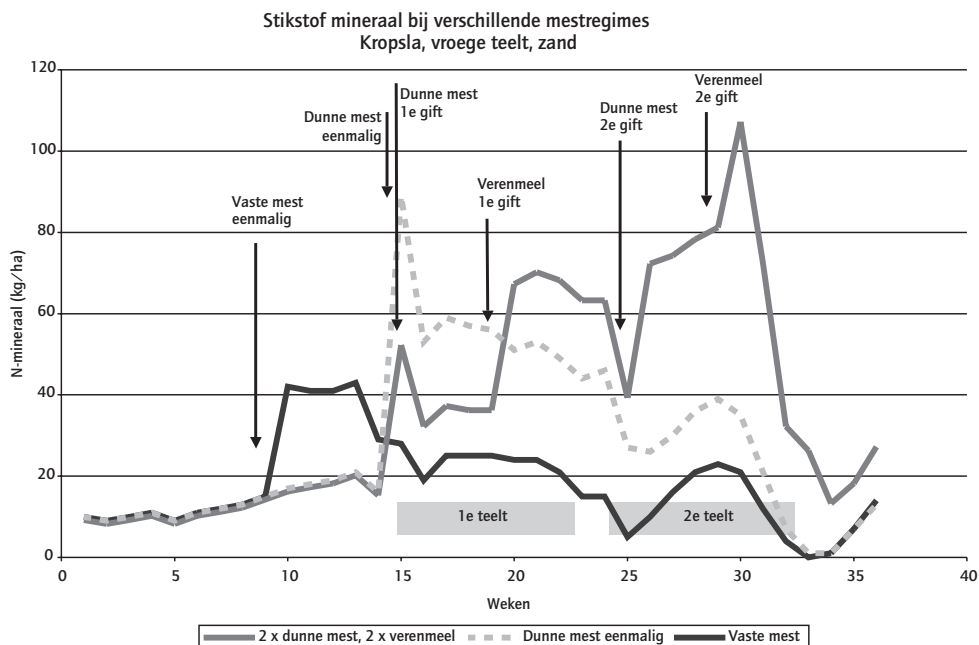
Vruchtopvolging

Kropsla na Chinese kool gaf op het PPO proefbedrijf in Meterik (zandgrond) een goed resultaat (Sukkel & Koot, 2001). Door de ondiep wortelende kropsla en de dieper wortelende Chinese kool af te wisselen, wordt een optimale stikstofbenutting bewerkstelligd. Chinese kool laat na de teelt ook maar weinig minerale stikstof achter. Er is goede ervaring met ijssla na gras klaver of tarwe/klaverteelt (Bokhorst et al, 1992b). Sla na aardappel, selderij of kool staat ook als gunstig te boek. Minder geschikt als voorvrucht is spinazie (vanwege het hoge stikstofniveau dat dit gewas achterlaat). Na sla passen slaboon, kool, peen en spinazie goed in het teeltplan (Bosch & Zwanepol, 1994).

Sukkel & Rovers (2002) merken op dat de ontwikkeling van groenbemesters na een vroege herfstteelt van ijsbergsla, op PPO-locatie Westmaas, vaak teleurstellend is door het late zaaitijdstip.

Enkele bemestingsscenario's voor kropsla

Figuur 5.2 geeft de resultaten weer van een modelstudie van verschillende bemestingsscenario's voor een vroege slateelt op zand, met een bruto opbrengst per teelt van 25 ton en een N-opname per teelt van 65 kg N/ha. Onder de grafiek volgt een beschrijving van de verschillende scenario's.



Figuur 5.2: Modelstudie (NDICEA) van verschillende bemestingsstrategieën bij kropsla.

Vaste mest scenario

Bij gebruik van 40 ton potstalmest (240 kg N, 123 kg P₂O₅), enige weken vóór planten uitgereden, is gedurende vrijwel de gehele teeltperiode te weinig stikstof beschikbaar. Ook een eventuele 2^e teelt heeft hierbij onvoldoende stikstof.

Dunne mest scenario

Met 30 ton dunne mest (134 kg N, 54 kg P₂O₅) kan de vroege teelt van voldoende stikstof worden voorzien. Aan het einde van de teelt zakt de N-mineraal tot een laag niveau. De 2^e teelt heeft te weinig stikstof, ook al komt er stikstof vrij uit de oogstresten van de eerste teelt.

Snelwerkende mest scenario

Een gift van 15 ton dunne mest voor aanvang van de eerste teelt gecombineerd met een gift van 60 kg N in de vorm van een snel werkende hulpmeststof levert een bevredigend beeld op voor de eerste teelt. Herhaling van dit bemestingspatroon voor de 2^e teelt levert ook voldoende stikstof op. Waarschijnlijk kan in dit scenario voor de 2^e teelt de bijbemesting met een hulpmeststof achterwege worden gelaten.

Knelpunten

- Voorjaarsbemesting met stikstofhoudende meststoffen zoals drijfmest, bloedmeel, verenmeel en kippenmest, verdienen nader onderzoek, met name met betrekking tot toedieningstechniek, voedselkwaliteit en -veiligheid.
- Evenwichtige groei door juiste stikstofvoorziening resulteert in gezonde groei en wellicht een betere voedingskwaliteit: welk niveau van bemesting en mestsoorten zijn daar in de praktijk voor nodig?
- Er zijn nog te weinig onderzoeksresultaten van rassenvergelijk onder biologische omstandigheden met variatie in stikstofaanbod.
- Wanneer in de vruchtopvolging meerdere mestbehoefteige gewassen worden geteeld treden problemen met MINAS op.
- Op zandgronden met weinig humus en op gronden met weinig stikstofnalevering zal het bijbemesten van sla met hulpmeststoffen noodzakelijk zijn. Welk niveau van bemesting en welke mestsoorten zijn daarbij optimaal?

5.3.3. Biologische teelt van spruitkool

Het gewas

Spruiten staan lang op het veld. Bij de late teelt staan ze circa 7 à 8 maanden na het planten op het veld exclusief 2 maanden opkweek. Dit gewas vraagt over deze lange periode een goede voeding voor een gezonde en productieve groei. Spruitkool kent veel belagers als naaktslak, melige koolluis, koolrups, koolgalmug en koolvlieg. Van de schimmels zijn witte roest, meeldauw, bladvlekkenziekte, valse meeldauw, spikkel ziekte en knolvoet de belangrijkste. Een slecht gekozen plaats in de vruchtopvolging of niet de juiste bemesting kan bovenstaande ziekten in de hand werken. Biologische spruitenteelt beperkt zich tot oogst in de maanden oktober t/m januari. Experimenten met vroege teelt (oogst september) stranden in kwaliteitsproblemen met schimmelziektes, grauw en dergelijke.

Rassenkeuze

Vroege rassen geven in het algemeen een kort en stevig gewas met een vroege spruitzetting. Dergelijke rassen kunnen een ruime N-gift als basisbemesting verdragen. Bij late rassen kan een ruime stikstofbemesting op een te vroeg tijdstip in te lange en slappe stammen resulteren. Bij spruitkool moet het rasverschil met betrekking tot stikstofbehoefte goed in het oog worden gehouden. In het rapport 'Biologische akkerbouw vollegrondsgroenteteelt', PPO-Westmaas (Sukkel & Rovers, 2002) wordt een overzicht gegeven van verschillende spruitkoolrassen voor de biologische landbouw.

De bemesting

De stikstofbehoefte van koolgewassen is hoog. Op zandgronden is de richtlijn voor de basisbemesting in de gangbare teelt 220 kg N/ha (N_{min}, laag 0-60 = 30). Op kleigronden is de richtlijn 225 kg N/ha (www.nutrinorm.nl). Biologische spruitkool kan zo'n 170 kg N/ha opnemen en werd door Titulaer (1996) ingedeeld in gewasgroep II: na een aantal weken met een lage N-opname volgt een hoger lineair verloop met een dagelijks constante N-opname. Na één of meer maanden gaat het lineaire verloop over in een afname van de N-opname per ha per dag. Er treedt een mate van afrijping op in het gewas. De periode van snelle N-opname ligt tussen de 30 en 90 dagen na uitplanten. In deze periode is de opnamesnelheid 3-4 kg N per ha per dag. De stikstofvoorziening vergt bij de spruitkool veel aandacht. In het begin mag de groei niet te snel verlopen. Te veel stikstof kan bij spruitkool schadelijk werken door legering en/of achteruitgang in kwaliteit (grote, losse spruiten en roosjes), vooral op lichte gronden. Minder stikstof geeft vastere spruiten, maar niet de hoogste opbrengst en kan in de eindfase aanleiding zijn tot te veel bladverlies.

In Zuidwest-Nederland, op groeikrachtige grond, is bemesting meestal geen probleem. In Noord-Nederland op lichte zeeklei met als voorvrucht gras-klaver, met bemesting in het voorjaar met vaste mest, levert bemesting problemen op (zie ook figuur 5.3). Ook op zandgrond met een meerjarige luzerne en bemesting met drijfmest voor en na het planten, is de bemesting een probleem. In beide gevallen is bijbemesting in de loop van het seizoen noodzakelijk om de groei erin te houden (Van Balen, 2001). Wanneer voorafgaand aan de spruitkoolteelt een groenbemester is geteeld is een korting op de N-gift mogelijk volgens tabel 3.3. Wanneer vanwege onderwerken van een groenbemester in het voorjaar een korting van 40 kg N kan worden toegepast is een gift van ca. 40 ton stalmest per ha voldoende bij een goede fosfaat- en kaliumvoorziening en kunnen opbrengsten van rond 80% van gangbaar worden verkregen. Bij deze hoeveelheid wordt wel de MINAS-norm voor fosfaat overschreden, hetgeen op bedrijfsniveau verrekend zal moeten worden. Een goede rotatie is bij spruitkool dus van groot belang. De meest stikstofbehoefte gewassen zouden op die plek in de vruchtopvolging moeten staan waar stikstof is te geven in de vorm van organische mest en/of stikstofbindende groenbemers. Verder is de situatie op een pas beginnend bedrijf anders dan op een al langer bestaand bedrijf waar met een nalevering van in het verleden gegeven mest gerekend kan worden. Ook de rassenkeuze speelt een rol bij de bemesting. Hieronder volgen enkele richtlijnen voor de stikstofbemesting voor verschillende biologische spruitkool rassen.

Tabel 5.2: Richtlijn stikstofbemesting biologische spruitkool, ingedeeld op raseigenschap.

Grondsoort	Rasindeling	Totale gift beschikbare stikstof (kg N/ha)
Zeeklei, rivierklei en zandgrond	Zeer stevig en stevig	160
	Vrij stevig	130
	Matig stevig en slap	100

Bij normale N_{min} van ca. 50 kg N/ha in het voorjaar.

Bron: Bokhorst et al., 1992.

Om stikstofverliezen door uitspoeling zoveel mogelijk te voorkomen wordt de organische mest bij voorkeur in het voorjaar (begin maart) toegediend. Op zwaardere gronden wordt in het najaar vaste mest gegeven in combinatie met een stoppel of gras-klover, aangevuld met drijfmest in het voorjaar. Uit onderzoek van het LBI blijkt dat dunne mest als hoofdbemesting vlak voor de teelt een negatieve invloed op de productkwaliteit van spruitkool kan hebben (Lammerts van Bueren, 1989). Ook in Friesland is geconstateerd, dat een overmaat aan stikstof door een hoge drijfmestgift een hogere aantasting van schimmelziektes in de hand werkte (mondelinge mededeling Ter Berg). Voorkomen moet worden dat vooral late rassen een te ruim stikstofaanbod krijgen. De kans op lange en slappe stammen neemt hierdoor toe. Verder speelt bij dunne mest ook een rol dat deze geen of een geringe bijdrage aan de bodemvruchtbaarheid levert. Tijdens de teelt kan eventueel een bijbemesting plaatsvinden met onder meer bloedmeel en kippenkorrels. Met behulp van een bladsteelanalyse kan bij een aantal rassen meer inzicht worden verkregen in de stikstof-status van de plant.

Vruchtopvolging

Voorwaarde voor biologisch geteelde spruitkool is een goede voorvrucht met veel stikstofnalevering. Een voorvrucht van gras-klover of luzerne is heel geschikt omdat de nalevering van stikstof gelijkmatig over een lange periode verloopt. Een steeds groter probleem op zwaardere gronden is echter de vermeerdering van naaktslakken in gras-klover of klavergroenbemesters. Vooral spruiten zijn geliefd bij de naaktslakken en kunnen tot bovenin de plant de spruiten aanvreten (Sukkel & Rovers, 2002). In de winter van 2002/2003 is een groot deel van de spruitenoogst in de kop van Friesland hierdoor verloren gegaan. Stamslaboon lijkt minder slakkenproblemen te geven en zou hier een alternatief kunnen zijn. Spruitkool laat weinig stikstof in de bodem achter, maar wel veel N-rijke gewasresten. Knolvenkel kan, door zijn diepe beworteling, een goede navrucht zijn.

Enkele bemestingsscenario's voor spruitkool

In figuur 5.3 staan de resultaten weergegeven van een modelstudie van verschillende bemestingsscenario's voor spruitkoolteelt op lichte zavel, met een bruto opbrengst van 18 ton en een N-opname van 180 kg N/ha.

Vaste mest scenario

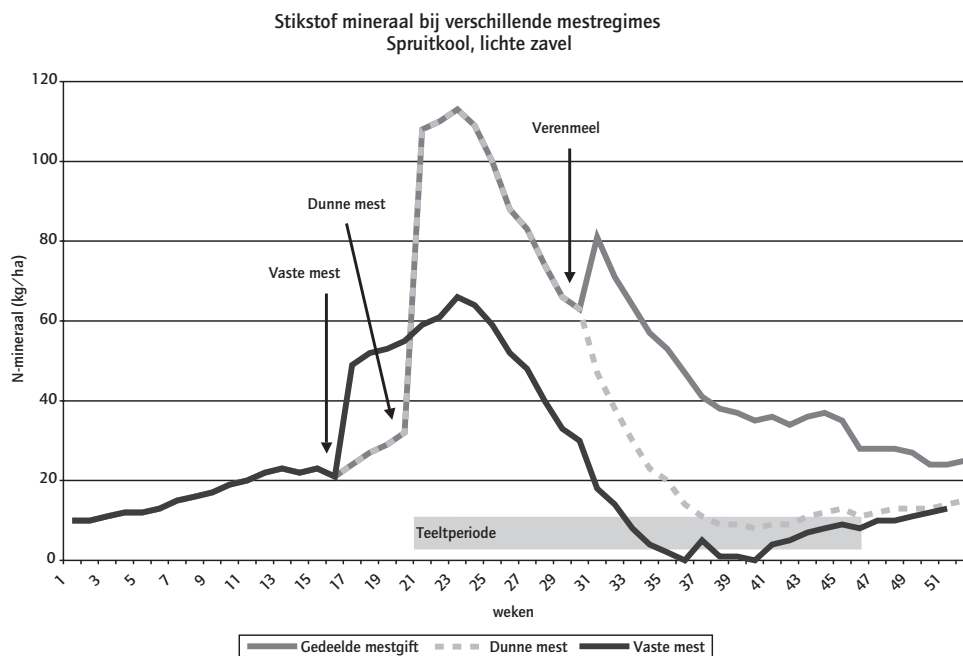
Bij gebruik van 40 ton potstalmest (240 kg N, 123 kg P₂O₅), enige weken vóór planten uitgereden, is gedurende de tweede helft van de teeltperiode te weinig stikstof beschikbaar.

Dunne mest scenario

Ook met 30 ton dunne mest (134 kg N, 54 kg P₂O₅), is de stikstofvoorziening in de tweede helft van de teelt niet gewaarborgd. De verliezen tijdens de teelt door uitspoeling en denitrificatie bedragen 40 kg N/ha. Na de teelt is tot eind maart de uitspoeling 15 kg N/ha. Opvoeren van de bemesting tot 60 ton dunne mest geeft een erg hoge N-mineraal bij aanvang en wel een voldoende aanbod van stikstof in het najaar. De verliezen tijdens de teelt door uitspoeling en denitrificatie lopen echter op tot 85 kg N/ha en de uitspoeling na de teelt tot eind maart tot 30 kg N/ha.

Snelwerkende mest scenario

Halverwege de teelt bijmesten met een snelwerkende hulpmeststof zoals verenmeel (60 kg N/ha) naast de startgift van 30 ton dunne mest geeft voldoende stikstof in de tweede helft van de teelt. De verliezen tijdens de teelt bedragen 60 kg N/ha, en na de teelt tot eind maart 30 kg N/ha.



Figuur 5.3: Modelstudie (NDICEA) van verschillende bemestingsstrategieën bij spruitkool.

Knelpunten:

- Hoge stikstofgiften in het begin van de teelt (mogelijk door bemesting met dunne meststoffen) kunnen een negatief effect op de kwaliteit hebben; welke meststoffen geven geleidelijk wel voldoende stikstof? Is uitgerijpte compost beter dan verse stalmest?
- Geleidelijk doorgroeien en vooral de groei blijven vasthouden is voor spuitkool heel belangrijk. Welke hulpmeststoffen zijn hiervoor het meest geschikt en in welk stadium, en hoe bepaal je de dosering?
- Wat kan de betekenis van indicatorgewassen zijn voor een extra stikstofbemesting? (In spuit- en sluitkool wordt circa 20 dagen na het planten op een paar plaatsen in het veld koolrabi of paksoi geplant. Na 15 dagen laten deze gewassen zien hoe de beschikbaarheid aan stikstof is omdat ze sneller groeien en stikstofgebrek duidelijk laten zien).
- Wanneer in de vruchtopvolging meerdere van deze mestbehoefte gewassen worden geteeld treden problemen met MINAS op.

5.3.4 Biologische teelt van andere koolgewassen

Het gewas

Op bescheiden schaal worden in Nederland ook andere koolgewassen op biologische wijze geteeld. Van het totale areaal koolgewassen (ca. 12.500 ha) wordt naar schatting 300 a 550 ha op biologische wijze geteeld. Dit betreft vooral de koolsoorten witte kool, rode kool, bloemkool, broccoli en spruitkool. Koolgewassen groeien goed in een vrij vochtig, koel klimaat (Kruistum & Everaarts, 2003). De teelt vindt bij voorkeur op zavel- en kleigronden plaats. Voor alle koolgewassen kan worden volstaan met een normale grondbewerking. Bij lichtere kleigronden verdient een voorjaarsbewerking de voorkeur om uitspoeling van stikstof zoveel mogelijk te voorkomen. Sluitkool moet op een goed ontwaterde, vochthoudende en vruchtbare grond worden geteeld. De beste resultaten worden verkregen op de zavelgronden en de lichte tot zware kleigronden (25-50% afslibbaar). De meeste sluitkoolgebieden worden aangetroffen langs de zee kust van N-Holland, Friesland en Groningen. Bloemkool en broccoli kan op veel grondsoorten worden geteeld, maar de voorkeur gaat uit naar de humeuze zavelgronden en lichte kleigronden. Meer nog dan bij andere koolgewassen moeten bloemkool en broccoli ongestoord kunnen groeien en stellen zij hoge eisen aan de doorwortelbaarheid van de grond. Alle koolgewassen zijn in principe diepwortelend en zullen, als de grond het toelaat, het gehele profiel benutten. Bij de biologische koolteelt spelen ziekte tolerantie en een lagere stikstofbehoefte een grote rol bij de rassenkeuze. Daarnaast dient ook gelet te worden op vroegheid, productie en kwaliteit en oogstzekerheid. Van Kruistum & Everaarts (2003) geven een overzicht van de verschillende koolrassen.

5.3.4.1 Sluitkool

De stikstofbehoefte van sluitkoolsoorten is vrij hoog. De gemiddelde stikstofopname in de gangbare teelt van sluitkool, afhankelijk van teeltduur en teeltperiode, is 250-300 kg per ha. Tijdens de teelt, circa 6 weken na het planten, wordt een bijbemesting van 50 kg N geadviseerd. Voor witte kool geldt een aangepast advies: een voorraadbemesting van 330 kg stikstof minus 1,5 x N-mineraal. Witte- en rode kool staan lang op het veld, wortelen diep en gaan lang door met stikstof opnemen. Hierdoor is de uitspoeling in deze gewassen relatief laag (van Kruistum & Everaarts, 2003).

In de biologische teelt kan de N-voorraad met een voorgaande teelt van gras-klover worden opgebouwd, aangevuld met stalmest of kippenmest, bij voorkeur in het voorjaar toegediend. In tegenstelling tot spruitkool heeft sluitkool minder last van naaktslakken en is de nalevering uit grasklover of luzerne als voorvrucht een garantie voor een geleidelijke stikstofbeschikbaarheid. Wanneer de stikstofbeschikbaarheid en daarmee de groei niet geleidelijk verloopt, kan dat inwendig "rand" veroorzaken. Te traag groeiende witte sluitkool is gevoeliger voor trips. Bij sluitkool wordt in het algemeen een gift van drijfmest in het voorjaar afgeraden. De groei gaat dan te snel van start en blijft niet doorgaan. Tijdens de teelt kan met een stikstofrijke hulpmeststof worden bijbemest (bloedmeel, drijfmest, verenmeel of vinasse). Goede navruchten zijn aardappelen en granen.

Kilokoolteelt is moeilijker omdat de plantafstand nauwer is en de concurrentie op de behoefte aan stikstof groter. Op lichte gronden of gronden met beperkte beworteling kan het dan voorkomen dat ze het eindgewicht niet halen. Industriekool heeft een ruimere plantafstand en kan uitgroeien naar de hoeveelheid van de beschikbare stikstof.

Knelpunten

- *Welke vaste mest of compost kan voldoende stikstof leveren en doorgroei garanderen?*
- *Wat kan beregening in de maanden juli/augustus betekenen voor de mineralisatie uit vaste mest en compost?*
- *Welke hulpmeststoffen voor de kilokoolteelt zijn geschikt en op welk tijdstip en in welke dosering?*
- *Toedieningstechnieken voor drijfmest in het voorjaar kunnen de structuur verslechteren, waardoor de stikstof niet beschikbaar komt. Welke toedieningstechnieken zijn geschikt? Welke toedieningstechnieken zijn mogelijk tijdens de teelt?*
- *Welke grondbewerking wordt in het voorjaar uitgevoerd ten behoeve van een diepe doorworteling? Is een diepe voorjaarsbewerking gunstig voor de beworteling en de mineralisatie in de maanden augustus en september?*
- *De kool krijgt niet altijd genoeg stikstof en wanneer in de vruchtopvolging veel van deze mestbehoeftige gewassen worden geteeld treden MINAS-problemen op.*

5.3.4.2 Bloemkool & Broccoli

De stikstofbeschikbaarheid in deze korte koolteelten is de grootste zorg in de bemesting. Vooral de voorjaarsteelt vraagt om makkelijk beschikbare stikstof. De zomer- en herfstteelt zijn makkelijker te bemesten, maar vragen zeer veel mest om zeker te zijn van voldoende beschikbaarheid van stikstof. In de industrieteelten, die vaak in de herfst plaatsvinden na een voorjaarsteelt van erwten of spinazie, wordt regelmatig de bodem diep (tot 35 cm) bewerkt om voldoende zuurstof en bewortelingsruimte te creëren. Deze bewerking is vaak meer bepalend voor de stikstofopname dan de hoeveelheid mest die wordt toegediend. Te weinig stikstof heeft direct een effect op de opbrengst. Te veel stikstof leidt bij bloemkool in extreme gevallen tot rottend blad dat de kool besmeurt en bij broccoli tot schermrot.

Gangbare bloemkool of broccoli kan tot de oogst 200 tot 250 kg N opnemen bij een groeiduur van circa 80 dagen. De periode van snelle N-opname ligt vanaf 30 dagen na uitplanten tot aan de oogst. In deze periode is de opnamesnelheid 4-6 kg N per ha per dag. Het stikstofadvies in de gangbare teelt van bloemkool/broccoli is voor wat betreft de voorraadbemesting aanvullen tot 250 kg stikstof minus N-mineraal (laag 0-60). Ongeveer 6 weken na het planten wordt in de gangbare teelt in de regel bijbemest met 50 kg N. Uitgaande van een gangbare gewasopname van 250 kg N, een Nmin (0-60 cm) bij

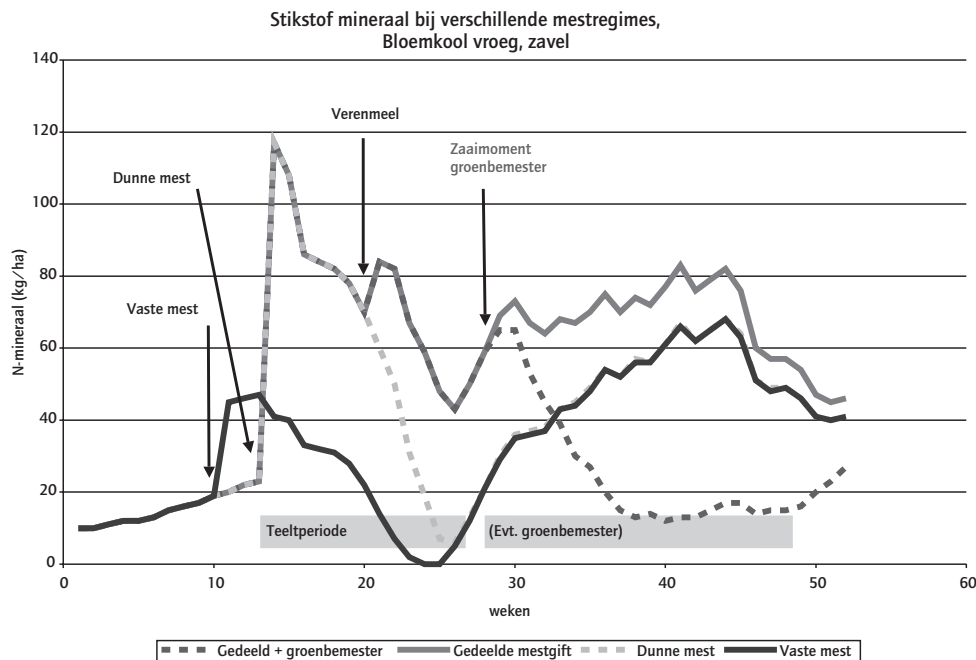
het uitplanten van 50 kg N en een mineralisatie gedurende het groeiseizoen van 40 kg N is voor de biologische teelt 160 kg N nodig. Wanneer voorafgaand aan de bloemkoolteelt een groenbemester is geteeld is een korting op de N-gift mogelijk volgens tabel 3.3. Ongeveer 1/3 deel van de stikstof kan eventueel als vaste mest in de herfst worden gegeven. De rest kan als voorjaar- en zomerbemesting worden toegediend. Vloeibare mest kan tot in juni worden geïnjecteerd. Van groot belang is dat bloemkool/broccoli gestaag kan blijven doorgroeien.

Vruchtopvolging

Bloemkool en broccoli kunnen goed geteeld worden na een voorjaarsteelt erwten of spinazie. Voor een voorjaar- of zomerteelt is zomertarwe met klaveronderzaai een ideale voorvrucht. Na de voorjaarsteelt is nog een andere teelt mogelijk en na de zomerteelt is een groenbemester als vanggewas gewenst. In tegenstelling tot andere koolsoorten, zijn bloemkool en broccoli relatief korte teelten met een ondiepe beworteling. Hierdoor laten deze gewassen veel stikstof in het profiel achter. Een goede navrucht is aardappel of pompoen.

Enkele bemestingsscenario's voor bloemkool

Figuur 5.4 geeft de resultaten weer van een modelstudie van verschillende bemestingsscenario's voor bloemkoolteelt op zavel, met een bruto opbrengst van 20 ton en een N-opname van 140 kg N/ha. Onder de grafiek volgt een beschrijving van de verschillende scenario's.



Figuur 5.4: Modelstudie (NDICEA) van verschillende bemestingsstrategieën bij bloemkool.

Vaste mest scenario

Bij gebruik van 40 ton potstalmest (240 kg N, 123 kg P₂O₅) enige weken vóór planten uitgereden, is gedurende vrijwel de gehele teeltperiode te weinig stikstof beschikbaar.

Dunne mest scenario

Met 40 ton dunne mest vlak voor uitplanten (175 kg N, 70 kg P₂O₅) wordt een ruime N-mineraal bij aanvang van de teelt gerealiseerd, maar de nalevering aan stikstof is te weinig om tot aan het einde van de teelt een voldoende hoog niveau N-mineraal te behouden. Om dat te bereiken met dunne rundveemest moet tot 70 ton/ha uitgereden worden, met daaraan gekoppelde verliezen door denitrificatie (gedurende de teelt) en uitspoeling (na de teelt).

Snelwerkende mest scenario

Een gift van 40 ton dunne mest gecombineerd met een bijbemesting na 6 weken met een snelwerken-

de hulpmeststof (bijvoorbeeld verenmeel, 75 kg N), levert een voldoende hoog aanbod stikstof gedurende de hele teelt. Na afloop treden echter grote verliezen op door uitspoeling (117 kg/ha tot eind maart). Indien na de teelt een groenbemester wordt ingezaaid kunnen die verliezen aanzienlijk teruggebracht worden (uitspoeling 35 kg/ha na de teelt tot eind maart). Door de vroege oogst van de bloemkool is de kans groot op een goed geslaagde groenbemester met meer dan 120 kg N-opname.

Knelpunten

- *Welke grondbewerking en hoe diep is ideaal voor de herfstbloemkool- en broccoliteelt? Een vergelijkende proef met verschillende machines op kleigrond is gewenst.*
- *Welke hulpmeststoffen leveren in 80 dagen voldoende stikstof voor een regelmatige groei en efficiënte benutting?*
- *Wat voor effect heeft een hoge stikstofbemesting op de productkwaliteit van bloemkool en broccoli?*
- *Bij de (noodzakelijke) toepassing van dunne meststoffen wordt in de praktijk het bodemleven vaak onvoldoende gevoed.*
- *Ook het organischestofgehalte wordt vaak onvoldoende verzorgd.*
- *Wanneer meststoffen worden gekozen die het bodemleven en het organischestofgehalte wel voldoende verzorgen, zoals vaste mest, dan ontstaan, afhankelijk van de vruchtopvolging, problemen met MINAS.*

Literatuur

- Balen, D. van, 2001. Spruitkoolteelt; moeilijk, maar niet onmogelijk. *Ekoland* 6: 26-27.
- Bokhorst, J., J. Bloksma & E.T. Lammerts van Bueren. 1992a. De biologische teelt van prei. Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Bokhorst, J., J. Bloksma & E.T. Lammerts van Bueren. 1992b. De biologische teelt van spruitkool. Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Bokhorst, J. & C. ter Berg (eds), 2001. *Handboek Mest en Compost*, Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Bosch, H. & S. Zwanepol (eds), 1994. Teelt van sla. PAGV-teelthandleiding nr. 63.
- Koopmans, C.J. & G. v.d. Burgt, (eds) 2001. *Mineralenbenutting in de biologische landbouw*, Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Kruistum, G., van, & A. Everaarts, 2003. Biologische koolteelt. PPO-project 1177010.
- Bokhorst, J., E.T. Lammerts van Bueren & J. Bloksma 1992b. De biologische teelt van ijssla. Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Schoot, J.R. v.d., 2002. Alternatieve meststoffen voor bloedmeel. *Ekoland* 1: 24-25.
- Sukkel, W. & P. Koot, 2001. Chinese kool, aantrekkelijke teelt. *Ekoland* 4: 20-21.
- Sukkel, W. & J.A.J.M. Rovers, 2002. Biologische akkerbouw vollegrondsgroenteteelt, zuidwest nederland. PPO-verslag nr. 306-8.
- Smit, A.L., 1994. Stikstofbenutting. In: Themadag "Stikstofstromen in de vollegrondsgroenteteelt", PAGV -verslag nr. 18: 9-22.
- Wijnands, F. & W. van Leeuwen. 2000. Plannen van bemesting is lastige klus, combineren van goede opbrengst en minimale verliezen vergt veel rekenwerk. *Ekoland* 9.
- Titulear, H.H.H., 1994. Stikstofbijmeststelsysteem In: Themadag "Stikstofstromen in de vollegrondsgroenteteelt", PAGV-verslag nr. 18: 89-102.

www.nutrinorm.nl



Knelpunten en oplossingsrichtingen

- 6.1 inleiding**
- 6.2 Bodemkundige indicatoren en streefwaarden**
- 6.3 Onduidelijkheid over hoeveelheid en tijdstip van N die vrijkomt uit organische mest, groenbemesters en gewasresten**
- 6.4 Voorjaars- en najaarstekort aan werkzame stikstof**
- 6.5 Hoe is de nutriëntenvoorziening veilig te stellen bij afname van mestbeschikbaarheid?**
- 6.6 Kleinschalige, intensieve bedrijven op zandgrond**



6 Knelpunten en oplossingsrichtingen

6.1 Inleiding

In de voorgaande hoofdstukken wordt een behoorlijk aantal knelpunten gesignaleerd waar de praktijk tegenaan loopt. Veel is nog onbekend over de optimale N-bemesting van biologische vollegrondsgroenten en over de manier waarop rekening gehouden kan worden met nalevering uit groenbemesters en gewasresten, maar ook uit organische mest. Vaak zijn wel de grote lijnen duidelijk, maar spelen ook andere zaken een rol. Na een droge winter en vervolgens een warm voorjaar en zomer zal de N-voorziening minder een probleem zijn dan na een natte winter en een koud voorjaar. In het eerste geval zal weinig van de N die nog was achtergebleven in de grond zijn uitgespoeld en bovendien komt er door het warme voorjaar en voorzomer snel veel N beschikbaar via mineralisatie vanuit de grond. In het tweede geval is de beschikbare voorraad in het vroege voorjaar laag en zal er vanuit de grond veel minder N beschikbaar komen voor het gewas. Exacte getallen in beide situaties zijn echter niet te geven, omdat ze onder andere afhankelijk zijn van grondsoort, perceelsgeschiedenis, vochttoestand en structuur van de bodem en dergelijke.

Voor elk van de knelpunten in dit rapport is aanvullende informatie gewenst voor de praktijk. Niet elk punt is echter even cruciaal. Voor dit hoofdstuk zijn vijf hoofdthema's geselecteerd en wordt een voorzet voor een oplossingsrichting aangegeven.

6.2 Bodemkundige indicatoren en streefwaarden

De kwaliteit van de bodem staat centraal in het teeltmanagement van biologische bedrijven. Bodemvruchtbaarheid en bodemleven zijn daarbij veel genoemde begrippen. Over hun rol voor de stikstofbenutting door gewassen is echter nog weinig bekend. Streefwaarden voor N, P, K, organische stof en kwaliteit en kwantiteit van het bodemleven ontbreken in veel gevallen nog voor biologisch beheerde bodems. Er zijn nog geen pasklare instrumenten/hulpmiddelen beschikbaar voor het nemen van beslissingen over de N-bijbemesting in de biologische groenteteelt.

Oplossingsrichtingen

Voor de gangbare landbouw zijn veel van de bovengenoemde streefwaarden wel beschikbaar. Deze waarden zouden gebruikt kunnen worden als uitgangsmateriaal bij het opstellen van streefwaarden die van toepassing zijn voor de biologische percelen.

De ontwikkeling van pasklare instrumenten, die eenvoudig ingezet kunnen worden in de praktijk, is noodzakelijk om de teler bij te staan in het nemen van de juiste beslissingen wat betreft de stikstofvoorziening van zijn gewas.

6.3 Onduidelijkheid over hoeveelheid en tijdstip van N die vrijkomt uit organische mest, groenbemesters en gewasresten

De bodem voedt de plant, dat is de achtergrond van bemesting in de biologische landbouw. Het zou makkelijk zijn als vooraf was aan te geven in welke mate en wanneer de bodem de plant gaat voorzien van voedingsstoffen. In de organische stof in de bodem zit een grote hoeveelheid N opgeslagen, maar hoe de praktijk hier nog beter op af te stemmen is, is onvoldoende uitgewerkt.

Ook over het vrijkomen van N uit gewasresten en groenbemesters zijn vele vragen vooralsnog onbeantwoord. Wat is de nalevering van gewasresten op langere termijn en hun effect op de opbouw van de bodemvruchtbaarheid? Hoeveel lager is de N-opname bij een grond met een slechte structuur dan bij een grond met een goede structuur? Welke rol spelen ondergrondse plantendelen (wortelresten) bij de stikstoflevering en de organische stoftoevoer? Hoe kunnen gewasresten worden ingezet als managementinstrument bij de optimalisatie van de stikstofvoorziening? En waarom worden groenbemesters in

de praktijk nog zo weinig toegepast? Ligt hier een taak voor het onderzoek of met name voor de voorlichting?

Oplossingsrichtingen

Het vergroten van inzicht in het belang van N-nalevering via groenbemesters, gewasresten en organische mest door middel van langjarige proeven vraagt meer onderzoek. Daarbij moet met name aandacht worden besteed aan de effecten van dunne versus vaste meststoffen. Het model NDICEA zou hierbij behulpzaam kunnen zijn. Doorrekenen van verschillende meerjarige rotaties kan in ieder geval het belang aantonen van deze bronnen van organische stof. Op basis van gemiddelde weersgegevens is wellicht ook een schatting te doen van het meest voor de hand liggende tijdstip van vrijkomen van stikstof.

Bodemstructuur en bodemleven zijn factoren die vooralsnog ontbreken in NDICEA. Ook het verbeteren van de N dynamiek in de ondergrond in het model zou NDICEA verfijnen.

6.4 Voorjaars- en najaarstekort aan werkzame stikstof

Binnen de biologische landbouw komt bemesten hoofdzakelijk neer op het toevoegen van organische stof aan de bodem via gewasresten, groenbemesters en organische mest. De voedingsstoffen komen dan vervolgens via vertering en mineralisatieprocessen uit deze organische stof vrij. Bij gewassen met een grote N-behoefte in het voorjaar, zoals bloemkool, is deze methode van bemesting niet toereikend om de totale gewasbehoefte te dekken. Bij gewassen die lang op het veld staan, zoals spruitkool, is vooral de stikstofvoorziening in het najaar een probleem. Een niet-optimale groei is het gevolg. Onderzoeksresultaten geven een wisselend beeld. Het is de vraag of stikstof-bijbemesting een gewenste methode is om de N-voorziening in de biologische groenteteelt te optimaliseren en welke hulpmeststoffen dan het beste resultaat opleveren. De beschikbaarheid van geschikte meststoffen voor de N-bijbemesting in de biologische groenteteelt is beperkt en onduidelijk. Ook de werking van hulpmeststoffen in relatie tot hun prijs en kwaliteit dient verder onderzocht te worden.

Oplossingsrichtingen

Onderzoek op praktijkbedrijven heeft inmiddels wel aangetoond dat nog veel te winnen is met een optimale vruchtopvolging, waarbij als tussengewas een groenbemester wordt geteeld die de eventuele rest-N kan opnemen. Mogelijke verliezen kunnen op deze manier worden beperkt. Vlinderbloemige gewassen vragen weinig stikstof en kunnen na onderwerpen aanzienlijke hoeveelheden N leveren aan het volggewas. Met name de voorlichting zou zich meer moeten richten op de inzet van deze gewassen, aangezien er in de praktijk nog erg weinig gebruik van wordt gemaakt. Het probleem van het gebrek aan synchronisatie van mineralisatie enerzijds en opname door het gewas anderzijds, blijft echter bestaan. Verbeteren van de bodemstructuur (minder verdichting) kan bijdragen aan betere N-nalevering vanuit de grond.

De bemesting kan in veel gevallen beter afgestemd worden op de gewasbehoefte, zodat niet teveel, maar ook niet te weinig bemest wordt. Daarbij zou gestreefd moeten worden naar zoveel mogelijk voorjaarstoepassing van organische mest. De keuze voor bepaalde meststoffen moet weloverwogen genomen worden, het gewas en de bedrijfsvoering in het oog houdend. Meststoffen en percelen dienen hiervoor vooraf bemonsterd te worden en achteraf zal evaluatie moeten plaatsvinden. Meer kennis van meststoffen is hiervoor noodzakelijk (gehalten, het C/N-quotiënt, homogeniteit, etcetera). Het overwegen van een groter aandeel dunne mest in de bemesting valt hier ook onder. Dunne mest bevat meer minerale stikstof (snel opneembaar) dan vaste mest. Voor biologische telers blijft dit vooralsnog een afweging tussen het voeden van het gewas en het op peil houden van de bodemvruchtbaarheid. Meer kennis is nodig over de effecten van diverse bemestingsstrategieën in de biologische landbouw op deze beide factoren. Om de mest homogeen over het perceel te verdelen (met name bij stalmest is dit een probleem) is het inzetten en ontwikkelen van goed materiaal van groot belang. Bij voorjaarstoediening van mest op kleigrond is het belangrijk dat gebruik wordt gemaakt van lichte apparatuur met de juiste bandenspanning. Dit geldt ook wanneer op zandgrond de mest niet voor maar na het ploegen wordt toegediend.

Met het oog op verdere aanscherping van de bemestings- en voedselkwaliteitsnormen, zouden de volgende zaken onderzocht moeten worden en hun effecten op de bodemstructuur en bodemvruchtbaarheid in kaart gebracht:

- lange termijn effecten van bijbemesting met 'plantaardige organische mest' (erwtenmeel, luzernebrokken, vinasse, en dergelijke).
- lange termijn effecten van snelwerkende hulpmeststoffen zoals bloedmeel en verenmeel
- Gewenstheid van fertigatie in de biologische teelt.

Als eerste zou daarvoor het vrijkomen van stikstof uit deze meststoffen in kaart gebracht moeten worden.

6.5 Hoe is de nutriëntenvoorziening veilig te stellen bij afname van mestbeschikbaarheid?

Rekening houdend met een afname in de beschikbaarheid van biologische vaste mest in de toekomst (§ 2.8) is het de vraag hoe de nutriëntenvoorziening voor de groenteteelt op de lange termijn veilig te stellen is. Eén van de oplossingsrichtingen zou kunnen liggen in "stockless farming", beschreven in paragraaf 2.9. Met name in Noord-Europa is er steeds meer aandacht voor deze bedrijfsstrategie. Uit onderzoek door Elm Farm Research Centre, bleek het organischestofgehalte van de bodem behoorlijk af te nemen (van 3,02 tot 2,42 %) en werd geconcludeerd dat langduriger gebruik van groenbemesters en het gebruik van compost meer aandacht verdienen bij stockless farming. Aan fosfaat- en kalium bleek, bij bijbemesting met ruw fosfaat (op kleigronden) geen gebrek.

Oplossingsrichtingen

De mogelijkheden van "stockless farming" zijn in Nederland nog nauwelijks onderzocht. Onderzoek in de praktijk naar de kansen van dit systeem voor de Nederlandse vollegrondsgroenteteelt is aan te bevelen. Daarbij dient de aandacht uit te gaan naar zowel de teelttechnische als de economisch mogelijkheden. Met name naar het op peil houden van het organischestofgehalte van de bodem bij 'stockless farming systemen' is meer onderzoek gewenst. Ook over het gebruik van mestsoorten als groencompost en bermcompost bij deze bedrijfsstrategie is nog weinig bekend, evenals de gevolgen van 'stockless farming' systemen op de ontwikkeling van aaltjes en schimmels in de bodem.

6.6 Kleinschalige, intensieve bedrijven op zandgrond

Vollegrondsgroentebedrijven op zandgronden met veel najaarsteelten van bladgewassen komen vaak in de knel met de bemesting. Door de hoge stikstofbehoefte moet er op deze bedrijven veel met dunne mest worden gewerkt en is er niet veel ruimte voor het gebruik van vaste dierlijke mest. Hierdoor kan de organischestofvoorziening in het geding komen en is er relatief veel kans op verliezen.

Groenbemesters (als vanggewassen) ontbreken op deze bedrijven vaak, vanwege de angst voor vermeerdering van onder meer aaltjes, en er is weinig speelruimte binnen MINAS; eens in de twee jaar bemesten zoals in hoofdstuk 5 wordt voorgesteld is hier onmogelijk.

Oplossingsrichtingen

Het gericht inzetten van vanggewassen kan bijdragen tot een verdere afname van de verliezen. Over de relatie tussen de vermeerdering van ziekten en plagen (met name aaltjes en slakken) en de aanwezigheid van groenbemesters is nog weinig bekend. De keuze van een groenbemester (hoofdstuk 3) moet van tevoren gemaakt zijn; de techniek voor de klus moet klaar staan zodat er direct na de oogst gezaaid kan worden.

Een zorgvuldige keuze voor meststoffen is ook hier van groot belang. Daarvoor is kennis van nutriëntengehalten en mineralisatiesnelheden van de verschillende meststoffen noodzakelijk. Veel mestsoorten hebben sterk wisselende gehalten. In de gangbare sector wordt steeds meer gewerkt met gefractioneerde mestsoorten waarvan de samenstelling nauwkeurig bekend is. De vraag is of dergelijke bemestingsvormen passen bij de intenties van de biologische landbouw.