

- De Goede, R.G.M., T. Bongers & C.H. Ettema, 1993.
Graphical presentation and interpretation of nematode community structure, cp triangles. Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen. Universiteit. Gent 58: 743-750.
- De Goede, R.G.M., F.P.M. Verhoeven & T. Hoeksma, 2002.
Een veranderde visie op bodemkwaliteit binnen de melkveehouderij; het VEL en VANLA-mineralenproject. Bodem 4: 136-138.
- Ferris, H., T. Bongers & R.G.M. de Goede, 2001.
A framework for soil food web diagnostics: extension of the nematode faunal analysis concept. Applied Soil Ecology 18: 13-29.
- Yeates, G.W., T. Bongers, R.G.M. de Goede, D.W. Freckman & S.S. Georgieva, 1993.
Feeding habits in soil nematode families and genera – an outline for soil ecologists. Journal of Nematology 25: 315-331.

Discussie naar aanleiding van de presentatie

Vraag: Chris Koopmans vond geen relatie tussen bodemkwaliteit en totale microbiële biomassa. Wat is de relatie tussen deze presentatie en de gevonden resultaten van hem?

Antwoord: dit onderzoek beperkt zich tot nematoden alleen. Door het bepalen van een algemene parameter voor het voedselweb ben je veel te algemeen bezig. Als je alleen naar nematoden kijkt is er wel degelijk een verband tussen populatiedichtheid en soorten en de eutrofiëring aan te tonen.

Vraag: wat kun je hierop dit moment mee naar boeren/tuinders?

Antwoord: op dit moment nog niet zo veel. Het onderzoek is nog zeer beschrijvend van aard. Goed voor de inzichten in de ontwikkeling van nematoden en goed voor de ontwikkeling van het onderzoek, maar er moet een waarde aan gehangen worden voordat je er in de praktijk iets mee kan. Zo ver is het nog niet.

2.7 Bodemkwaliteit in relatie tot de gebruikte mestsoort

Jaap Schröder, Plant Research International, Postbus 16, 6700 AA Wageningen

Inleiding

Bodemkwaliteit kan gedefinieerd worden als het vermogen van de bodem om gewassen ook op langere termijn van voldoende water en nutriënten te voorzien zodat de gewassen tot een hoge productie per eenheid productiefactor komen met een lage belasting van de omgeving (naar Beare *et al.*, 1999). Productiefactoren hebben daarbij betrekking op aangevoerde nutriënten, water, energie en arbeid. Het begrip omgeving heeft betrekking op directe omgeving van de akker of weide maar ook op die van het grond- en oppervlaktewater en de lucht rond het bedrijf, in de regio of zelfs in de wereld als geheel. Impliciet omvat deze definitie dat gewaakt moet worden voor afwentelingen in ruimte en tijd, dat bodemkwaliteit ook tot uiting komt in de beheersbaarheid van ziekten en plagen, en dat productiefactoren efficiënt benut moeten worden.

Vele factoren zijn van invloed op bodemkwaliteit. Een deel hiervan is beheersbaar. Daarbij valt te denken aan irrigatie en drainage, aan grondbewerking, aan de gewaskeuze en de compositie van rotaties, en aan bemestingsstrategieën (Postma *et al.* 2001; Aarts *et al.*, 2002; Schröder & Van Leeuwen-Haagsma 2002; Van Leeuwen-Haagsma & Schröder, 2002; De Willigen *et al.*, 2002). Deze bijdrage beperkt zich tot bemesting en in het bijzonder de keuze van de soort dierlijke mest.

Organische stikstof en ammoniumstikstof

In de meeste dierlijke mestsoorten komt stikstof (N) in twee vormen voor: als organisch gebonden N (Norg) en als in water oplosbare ammonium-N (Nm). De verhouding tussen beide hangt af van de diersoort, van de rantsoensamenstelling, van toevoegingen zoals strooisel en van bewerkingen zoals mestscheiding. Als gevolg hiervan verschillen mestsoorten onder meer in de Nm/Norg-verhouding. De verhouding varieert van circa 9:1 in gier en dunne fracties na mechanische scheiding, 6:4 in (vergiste) gangbare drijfmest, 3:7 in drijfmest bij een eiwitarme voeding en 1:9 in vaste mest en dikke fracties na mechanische scheiding. Omdat Norg geassocieerd is met koolstof (C) -verbindingen worden mesten ook wel gekarakteriseerd met hun C/N-ratio (Tabel 1). Er bestaat nog relatief weinig aandacht voor de stikstof-fosfaat (N/P₂O₅) ratio, terwijl ook die factor van toenemend belang is als men verdere fosfaatverzadiging (ook een aspect van bodemkwaliteit) wil voorkomen (Schröder & Van Leeuwen-Haagsma, 2002).

Tabel 1. *Indicatie van aan N gerelateerde eigenschappen van enkele (rundvee) mestsoorten.*

Soort	Ds (%)	Os (%)	C (%)	Ntot (%)	Nm (%)	Norg (%)	Nm/Ntot	C/Ntot	C/Norg	Ntot /P ₂ O ₅
Gier	2,5	1,0	0,45	0,40	0,38	0,02	0,95	1	23	20,0
'Dunne'drijfmest	9,0	6,6	2,97	0,49	0,26	0,23	0,53	6	13	2,7
'Dikke drijfmest'	11,0	8,1	3,65	0,40	0,14	0,26	0,35	9	14	2,7
Vaste stalmest	23,5	15,3	6,89	0,69	0,16	0,53	0,23	10	13	1,8

Werkzaamheid in hoofdlijnen

De werkzaamheid van N in mest hangt af van het succes waarmee zowel Norg als Nm voor planten beschikbaar zijn.

De organisch gebonden N (Norg) moet door het bodemleven worden afgebroken alvorens een plant deze N kan opnemen. Omdat deze afbraak niet binnen één jaar klaar is, kan organische mest een lange nawerking hebben (Figuur 1). De huidige adviezen over de werkzaamheid van mest richten zich vooral op de werking gedurende alleen het eerste jaar na toediening (Schröder, 2002). Als gevolg daarvan zijn de geadviseerde aanvullingen met kunstmest-N in Nederland hoger dan in landen die wel rekening houden met die nawerking.

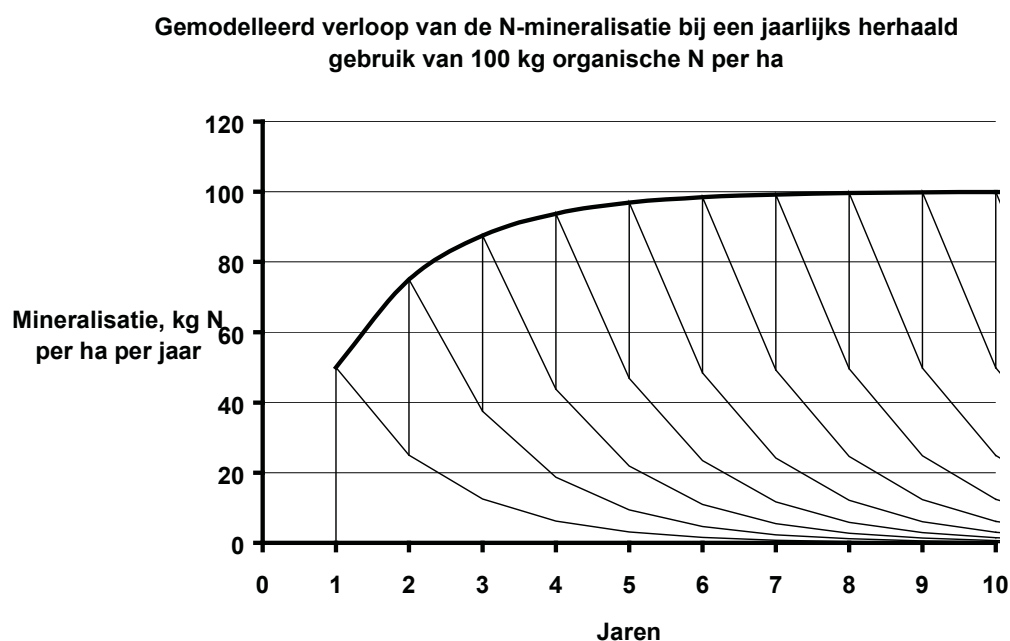
De ammonium-N (Nm) in mest kan gemakkelijk als ammoniak verloren gaan. Eenmaal in de bodem wordt ammonium-N snel omgezet in nitraat-N die evenals ammonium-N door planten kan worden opgenomen. Buiten het groeiseizoen kan nitraat-N gemakkelijk uitspoelen. Mest die ammonium-N-arm (gemaakt) is, kan dan ook met een geringer uitspoelingsrisico in het najaar op bouwland worden uitgereden.

Dunne mest, dikke mest, vaste mest?

Timing en plaatsing

Sommige telers en onderzoekers stellen dat bodemkwaliteit gediend is bij het gebruik van vaste mest of zijn minst 'dikkere' drijfmest. Daarbij spelen diverse overwegingen een rol. Eén daarvan is dat vastere mest relatief veel organisch materiaal bevat dat vertering behoeft. Daarmee ontstaat een buffer van waaruit nutriënten geleidelijk vrijkomen terwijl bij een 'minerale' bemesting, zelfs als deze gedeeld wordt, bij een ongelukkige samenloop van omstandigheden veel N verloren kan gaan. Hier staat tegenover dat organische buffers ook leveren op tijdstippen en plaatsen waar er geen behoefte aan minerale N bestaat. In beginsel, immers, zou N alleen in het groeiseizoen in water oplosbaar moeten

zijn, terwijl N in het winterhalfjaar bij voorkeur gebonden moet zijn om verliezen tegen te gaan. Vanuit dit gezichtspunt zouden noties over de ideale mestsoort mede bepaald moeten worden door het (al dan niet opgelegde) toedieningstijdstip. Bij najaarstoediening kan de keuze dan op vastere mestsoorten vallen, bij voorjaarstoediening, echter, kan de N bij gebruik van vastere mesten, vanuit de gewasbehoefte bezien, onvoldoende tijdig beschikbaar komen. In dat geval verdienen drijfmest of zelfs gier de voorkeur (Van Delden *et al.*, 2002). Dunnere mestsoorten laten zich bovendien nauwkeurig verdelen en plaatsen, in tegenstelling tot vaste mesten. De benutting van mest kan gebaat zijn bij een juiste plaatsing (De Willigen *et al.*, 2002). Overigens kunnen ook dunne drijfmesten redelijk verliesarm in het najaar worden uitgereden zolang maar voldoende aandacht gegeven wordt aan hun 'organisatie' met behulp van groenbemesters en/of koolstofrijke gewasresten.



Figuur 1. Cumulatieve N-mineralisatie van jaarlijks gebruik van organische mest (naar Schröder *et al.*, 2001).

Weersafhankelijkheid

Ontegengesteld is de werking van mest met veel ammonium-N weersafhankelijk. Dat komt door de weersgevoeligheid van vervluchtigingsverliezen bij bovengronds uitrijden, en de weersgevoeligheid van de schade aan gewas en bodem bij de verplichte emissie-arme toedieningstechnieken. Verlegging van het accent naar organisch gebonden N maakt de werking echter niet minder weersafhankelijk. Niet altijd lopen mineralisatie en gewasbehoefte namelijk met elkaar in de pas. Een andere groep telers voelt dan ook meer voor vergiste mest of de natte fractie na scheiding die beide relatief rijk zijn aan ammonium-N. Zij willen daarmee voorkomen dat de toegediende N niet pas beschikbaar komt in een periode waarin, bijvoorbeeld, droogte de groeikansen van gras beperkt. Veel bouwlandgewassen hebben evenmin behoefte aan een late N-levering. Het vermogen van deze gewassen om de N te benutten is na begin augustus nihil is en de teelt van een vanggewas na het hoofdgewas is niet altijd mogelijk (Van Leeuwen-Haagsma & Schröder, 2002).

Bodemleven

Naar hun aard stimuleren vastere mesten het bodemleven. Sommigen telers en onderzoekers kennen een grote betekenis toe aan het bodemleven. Bemesting is in hun visie niet primair gericht op de

voeding van het gewas maar op de voeding van het bodemleven. Dunne mesten met relatief veel ammonium-N en weinig C per kg toegediende N zijn vanuit die optiek discutabel. Daarnaast schrijft de wet voor dat ammonium-rijke dunne mesten in het voorjaar op grasland emissie-arm moeten worden uitgereden. Bovengrondse toediening is niet toegestaan, toediening via injectie, zodebemesting en sleufkouter wel. Voor deze emissie-arme technieken wordt doorgaans relatief zware loonwerk-apparatuur gebruikt. Daarbij kan schade aan zode en structuur optreden. Dergelijke schade kan de benutbaarheid van mest verlagen via ongunstige effecten op bijvoorbeeld aëratie en beworteling. In hoge concentraties is ammonium bovendien dodelijk voor het bodemleven. Hoewel het de vraag is in hoeverre een tijdelijke plaatselijke doding van het bodemleven een relevante betekenis heeft voor het nutriënten-overschot van het bedrijfssysteem als geheel, opteert een aantal telers en onderzoekers om de geschetste redenen voor de productie en het gebruik van vastere, ammonium-arme 'dikke' drijfmest die volgens hen geen emissiearme toediening behoeven (Van Bruchem *et al.*, 1999; Boer, 2000; Eshuis *et al.*, 2001). De uitstoot van ammoniak die gepaard gaat met de door hen geprefereerde bovengrondse toediening, achten zij door een aangepaste diervoeding voldoende te kunnen verlagen. Inderdaad verlaagt de door hen voorgestane eiwitarme, structuurrijke voeding het ammoniumgehalte in de mest. Daardoor neemt het aandeel van organisch gebonden N toe. Overigens is het de vraag of het ammoniumgehalte van mest, zonder noemenswaardige effecten op de melkproductie, via alleen voedingsmaatregelen voldoende verlaagd kan worden om van emissie-arme toedieningstechnieken af te mogen zien (Schils & Kok, 2002).

Verder zijn er geen duidelijke aanwijzingen dat een gewijzigd bodemleven als gevolg van een hogere Norg-input, een betekenisvol effect heeft op de N-benutting. Uit Zwitsers onderzoek (de zgn. DOK-Versuche) bleek bijvoorbeeld dat langdurig biologisch beheerde akkers (20 jaar) weliswaar een hoger organische-stofgehalte hadden, meer bodemleven bevatten en meer N mineraliseerden dan langdurig gangbaar beheerde akkers, maar dat dit voor de omzetting van dierlijke mest en de benutting van dierlijke mest door het gewas, geen betekenisvol gevolg had (Langmeijer *et al.*, 2001). Deze ervaring sluit aan bij de nuanceringen die Giller *et al.* (1997) in hun review maken ten aanzien van de functionele betekenis van biodiversiteit.

Organische-stofvoorziening

Vastere mesten hebben als voordeel dat per kg gegeven N veel organische stof wordt toegediend. Dat kan wenselijk zijn om de fysieke bodemvruchtbaarheid op peil te houden en daarmee de kans op een hoge nutriëntenbenutting te verhogen (Aarts *et al.*, 2002). Daar staat tegenover dat met vaste mest per kg P₂O₅ beduidend minder N wordt toegediend (Tabel 1). Op de bezwaren hiervan wordt in het vervolg nader ingegaan. Het is dan ook de vraag in hoeverre het altijd terecht is om vooral aan mest de taak toe te dichten om de organische-stofbalans in orde te krijgen. Ook de bouwplansamenstelling speelt daarin immers een belangrijke rol. Kiezen voor vaste mest in een graanarm bouwplan impliceert feitelijk dat de weinig lucratieve graanteelt die benodigd is voor de productie van het stro, respectievelijk de organische stof, aan een ander wordt overgelaten. Bij een strooiselbehoefte van bijvoorbeeld 1000 kg per dier per jaar, is voor iedere 25 ton vaste mest ongeveer 1 ha graanstro nodig.

Kunstmestbesparing?

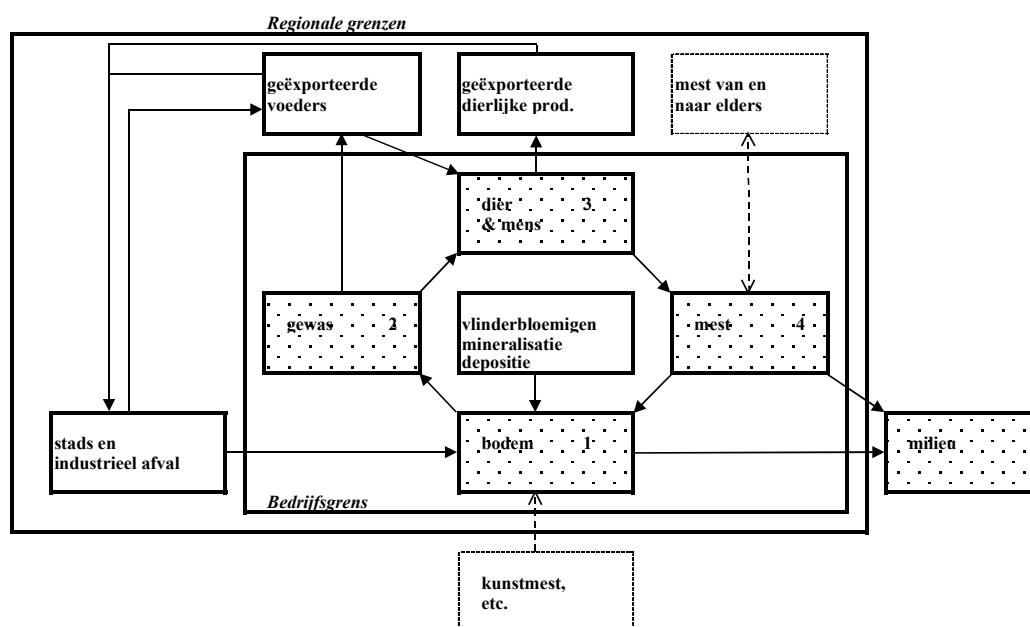
De pleitbezorgers voor 'dikkere' drijfmest (Van Bruchem *et al.*, 1999; Eshuis *et al.*, 2001) wijzen er op dat het gebruik van deze vastere mest het bodemleven en de mineralisatie kan doen toenemen. Op zichzelf is dat zo, maar deze verschijnselen vormen geen bewijs dat de N-benutting door gewassen verbetert bij gebruik van vastere mest, zelfs niet bij een perfecte synchronisatie tussen mineralisatie en gewasopname. Immers, kiezen voor vaste mest brengt weliswaar met zich mee dat per kg aangevoerde N meer N uit mineralisatie beschikbaar zal komen, maar hier staat tegenover dat per kg aangevoerde N een geringer deel direct werkzaam is omdat vaste mest relatief weinig ammonium bevat ten opzicht van dunne mestsoorten. Ook in de 'dikkere' drijfmest zit nog steeds ammonium. Deze ammonium kan nog steeds door vervluchtigingsverlies verloren gaan als geen emissie-arme toedieningstechniek wordt

gebruikt (Schils & Kok, 2002). Hiermee resteert de vraag of het efficiënt is om de directe werkzaamheid van mest (via ammonium-N) uit te wisselen tegen een grotere indirecte werkzaamheid (via organisch gebonden N). Meer aanvoer van organisch gebonden N leidt op termijn weliswaar tot een groter N-leverend vermogen en dus kunstmestbesparing, maar minder aanvoer van ammonium-N kan leiden tot juist een hogere kunstmestbehoefte.

Het valt dan ook niet uit te sluiten dat de gerealiseerde besparing op kunstmest-N binnen het Vel Vanla project (Eshuis *et al.*, 2001) meer zegt over de onnodig hoge N-giften in het verleden dan over de verondersteld betere werkzaamheid van de dierlijke mest.

Trade-offs

Zelfs al zou de benutting in de schakel bodem-gewas toenemen bij gebruik van vastere mesten, dan nog kan niet uitgesloten worden dat daarvoor een prijs betaald wordt elders in de keten 'gewas-voerdier-mest-mestbewaring-bodem-gewas' (Figuur 2).



Figuur 2. Mineralenstromen in een gemengd bedrijfssysteem (Schröder *et al.*, 2002).

Een evaluatie die zich beperkt tot slechts één schakel past niet bij de moderne aanpak om zaken integraal in een groter verband te willen beoordelen (Neeteson *et al.*, 2002; Schröder *et al.*, 2002). Gewezen is al op het feit dat een *betekenisvolle* verlagings van het ammonium-aandeel in mest via diervoeding, repercussies kan hebben voor de voederconversie resp. dierlijke productie. Als om die reden besloten wordt om de 'organisatie' van N niet zozeer in het dier maar op zijn minst deels in de stal of op de vaalt te laten plaatsvinden, zijn eveneens trade-offs denkbaar. Zo kan de productie, bewerking (compostering) en bewaring van vaste mest met veel N-verlies gepaard gaan zoals ook blijkt uit de lagere N/P₂O₅-verhoudingen van deze mestsoorten. Bokhorst & Ter Berg (2001) rapporteren dat tijdens compostering in de praktijk gemiddeld 40% van de aanvankelijk aanwezige N verloren gaat door gasvormige verliezen (NH₃, N₂, N₂O). Stal- en bewaringssystemen waarbij de mest sterk aan de lucht wordt blootgesteld verdienen daarom wellicht een kritische beoordeling. Op graasveehouderijbedrijven kan hier tegenin gebracht worden dat de eventuele N-verliezen relatief gemakkelijk en goedkoop gecompenseerd kunnen worden met N-binding door de witte klaver in het grasland. Voor akker- en tuinbouwbedrijven echter heeft een lage N/P₂O₅-verhouding in de mest als gevolg dat zij

meer kunstmest-N moeten aankopen of meer vlinderbloemigen in hun rotatie moeten opnemen. Laatstgenoemde gewassen hebben helaas een relatief laag saldo. Het is daarom de moeite waard om de N in de mest te houden en daarmee de N/P₂O₅-verhouding hoog te houden (Schröder & Van Leeuwen-Haagsma, 2002).

Andere overwegingen

Ten slotte zullen ook de ziekteverende eigenschappen van meststoffen in de afweging betrokken moeten worden. Overigens is de kennis hierover incompleet en kan niet worden uitgesloten dat eisen aan ziektevering zich minder goed verdragen met eisen aan N-leverend vermogen (Postma *et al.*, 2001). Al deze kanttekeningen bij het nut en de noodzaak van 'vastere' mest vanuit een bodemkwaliteits-oogpunt, kunnen uit het oog doen verliezen dat ook overwegingen van dierenwelzijn een rol spelen. Mogelijk trekt de productie van dunne mest een te grote wissel op de gezondheid en het welzijn van landbouwhuisdieren. Dit komt doordat de productie van dunne mest gepaard gaat met hoge producties per dier, dienovereenkomstige rantsoeneisen, een doorgaans korte levensduur en een armoedig stalklimaat door de afwezigheid van strooisel.

Lopend onderzoek

De vragen die in het voorgaande de revue passeerden krijgen aandacht in lopend onderzoek. Een deel hiervan wordt binnen het programma DWK 398 'Mest en Mineralen' uitgevoerd. ID Lelystad verricht bijvoorbeeld onderzoek naar de relaties tussen rantsoensamenstelling, melkproductie en de uitscheiding van N in faeces (Norg) en urine (Nm). Dit gebeurt zowel met behulp van resultaten van proeven als van de praktijk van gangbare (Koeien en Kansen) en biologische (Bioveem) melkveehouders. IMAG doet onderzoek naar de gasvormige emissies van mestsoorten die verschillen in hun Nm/Norg-verhouding. Bij Plant Research International loopt meerjarig onderzoek naar de invloed van dezelfde mestsoorten op de korte- en lange-termijn werking op grasland en bouwland. Alterra onderzoekt het bodemleven en ontwikkelt schattingsmethoden voor de N-levering vanuit mest en bodems. PPO vergelijkt diverse mestsoorten in afhankelijkheid van het toedieningstijdstip en de toedieningsmethode. Dit onderzoek vindt plaats in verschillende gewassen. Bij dit alles wordt samengewerkt en afgestemd met vergelijkbaar onderzoek in andere programma's van het PV en Wageningen Universiteit, waaronder het Vel Vanla project.

Conclusies

- vastere mest is niet noodzakelijk voor de bodemkwaliteit als de rotatie voorziet in handhaving van het organische-stofgehalte in de bodem,
- de huidige voorlichtingsboodschap kan de N-werking van de organische-N-fractie in mest onderschatten,
- de benutting van dunnere mest is gemakkelijker te sturen dan die van vastere mest,
- bodemleven en bodemstructuur zijn middelen die aandacht verdienen om (het begrip van) de benutting van inputs te verhogen, maar zijn op zichzelf geen einddoelen,
- bemestingsregiems gericht op een zo groot mogelijke bodemvruchtbaarheid, veel bodemleven, een hoog organische-stofgehalte en een zo goed mogelijke structuur, leiden niet zonder meer tot de grootste benutting of de geringste verliezen,
- de productie van dunne mest trekt een wissel op de gezondheid en het welzijn van landbouwhuisdieren,
- vooralsnog staat niet vast dat eiwitarme voeding emissie-arme toediening van mest overbodig maakt,
- de grote aandacht voor de invloed van voeding en toedieningstechniek op de ammoniak-emissie, zou bijna doen vergeten dat de ammoniak-emissie ook bepaald wordt door de hoogte van het melkquotum per ha (aantal dieren x productie per dier).

Literatuur

- Aarts, H.F.M., G.J. Hilhorst, F. Nevens & J.J. Schröder, 2002.
De betekenis van wisselbouw voor het melkveebedrijf op lichte zandgrond. Rapport De Marke 36 (in druk).
- Beare, M.H., P.H. Williams & K.C. Cameron, 1999.
On-farm monitoring of soil quality for sustainable crop production. Proceedings of the 1999 Fertilizer and Lime Research Centre Conference-Best Management Practices for Production, Massey University, pp. 81-90.
- Boer, M., 2000.
Biologische landbouw en mestwetgeving. Rapport 169, Wetenschapswinkel, Wageningen Universiteit, 87 pp.
- Bokhorst, J. & C. ter Berg, 2001.
Handboek Mest en Compost, Louis Bolk Instituut, Driebergen, 292 pp.
- De Willigen, P., W. van Dijk, J.A. de Vos & M. Heinen, 2002.
Timing en plaatsing van organische meststoffen in de akkerbouw. In: F.G. Wijnands, J.J. Schröder, W. Sukkel & R. Booij (eds.), Biologisch bedrijf onder de loep: biologische akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt in perspectief. Themaboek 303, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Lelystad, pp. 165-174.
- Eshuis, J., M. Stuiver, F. Verhoeven & J.D. van de Ploeg, 2001.
Goede mest stinkt niet. Wageningen Universiteit, 138 pp.
- Giller, K.E., M.H. Beare, P. Lavelle, A.-M.N. Izac & M.J. Swift, 1997.
Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function. *Applied Soil Ecology* 6: 3-16.
- 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 Nitrogen Workshop, Book of Abstracts, Reims, pp. 257-258.
- Neeteson, J.J., J.J. Schröder & H.F.M. ten Berge, 2002.
A system approach at different scales in nutrient management research in The Netherlands. *Netherlands Journal of Agricultural Science* (submitted)
- Postma, J., K.B. Zwart, J.A. de Vos & J.J. Schröder, 2001.
Bodemleven: doel op zich of inzetbaar middel?. Rapport 42, Plant Research International, Wageningen, 26 pp.
- Schils, R. & I. Kok, 2002.
Toevoegmiddelen: geen effect op stikstofwerking van mest (in prep.)
- Schröder, J.J., 2002.
Restoring farmer's confidence in manure benefits the environment. Proceedings 10th Conference Ramiran FAO Network, 14-18 May 2002, Kosice (in press).
- Schröder, J.J. & W. van Leeuwen-Haagsma, 2002.
Mineralenstromen binnen en tussen biologische bedrijven. In: F.G. Wijnands, J.J. Schröder, W. Sukkel & R. Booij (eds.), Biologisch bedrijf onder de loep: biologische akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt in perspectief. Themaboek 303, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Lelystad, pp. 141-153.
- Schröder, J.J., A.G. Jansen & G.J. Hilhorst, 2001.
Lange-termijn effect van een krappe bemesting bij snijmaïs; veldonderzoek De Marke en modelonderzoek. Rapport 37, Plant Research International, Wageningen, 40 pp.
- Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, H.F.M. ten Berge, H. van Keulen & J.J. Neeteson, 2002.
An evaluation of whole-farm nitrogen balances and related indices for efficient nitrogen use. *European Journal of Agronomy* (accepted).
- Van Bruchem, J., H. Schiere & H. van Keulen, 1999.
Dairy farming in the Netherlands in transition towards more efficient nutrient use. *Livestock Production Science* 61: 145-153.

Van Delden, A., J.J. Schröder, M.J. Kropff, C. Grashoff & R. Booi, 2001.

Simulation of attainable potato yield under different organic nitrogen management strategies: model development and explorations. *Agriculture, Ecosystems and Environment* (accepted).

Van Leeuwen-Haagsma, W. & J.J. Schröder, 2002.

Groenbemesters en rustgewassen: noodzakelijke bouwstenen voor een optimale vruchtwisseling. In: F.G. Wijnands, J.J. Schröder, W. Sukkel & R. Booi (eds.), *Biologisch bedrijf onder de loep: biologische akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt in perspectief*. Themaboek 303, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Lelystad, pp. 175-190.

Discussie naar aanleiding van de presentatie

Vraag: hoe wegen we de verschillende belangen tegen elkaar af: emissies, ziekten, opbrengsten, en hoe gaan we daarmee om?

Deze zeer belangrijke en concrete vraag wordt verwezen naar de plenaire discussie.

2.8 Rekenregels voor duurzaam bodembeheer

Marjolein Hanegraaf, Nutriënten Management Instituut NMI, Postbus 250, 6700 AG Wageningen

Inleiding

Activiteiten van NMI op het vlak van bodemkwaliteit zijn gericht op het behalen van kwaliteitsproductie en het verminderen van ongewenste emissies naar en ophopingen in het milieu. Naast de ontwikkeling van instrumenten voor de agrarische praktijk wordt onderzoek uitgevoerd naar relaties tussen bodemkwaliteit en duurzaam bodembeheer. Deze bijdrage gaat in op de relaties tussen bodemkwaliteit en duurzaam bodembeheer zoals die in de ontwikkeling van praktijktoepassingen en in het onderzoek aan de orde komen.

Bodemkwaliteit en duurzaam bodembeheer

In het koepelproject Duurzaam Bodembeheer werkt NMI samen met LBI en CLM aan de ontwikkeling van instrumenten die de agrariër ondersteunen bij het realiseren van de verliesnormen van Minas. Het project wordt uitgevoerd in opdracht van het ministerie van LNV. Een vijftal deelprojecten is gericht op de ontwikkeling van de volgende instrumenten:

- cursus 'De bodem komt in zicht';
- CD-Rom 'Mineralen op perceelsniveau';
- CD-Rom 'Geïntegreerd management van organische stof en stikstof';
- testkit bodemkwaliteit;
- hulpmiddelen voor de bemesting.

NMI is trekker van de projecten waarin het computerprogramma voor geïntegreerd management van organische stof en stikstof en de hulpmiddelen voor de bemesting worden ontwikkeld. Alleen deze twee deelprojecten worden in deze bijdrage besproken. Wat het onderzoek betreft werkt NMI samen met het Praktijkonderzoek Veehouderij aan het project 'Compostering op melkveebedrijven'.

In de Tabellen 1 en 2 is aangegeven welke relaties tussen bodemkwaliteit en duurzaam bodembeheer aan de orde komen in de ontwikkeling van instrumenten en/of het onderzoek. Deze relaties hebben betrekking op de mineralisatie van organische stof en stikstof en op de kwaliteit van meststoffen. Onderstaand worden ze kort besproken, waarbij wordt ingegaan op de meet- en beïnvloedbaarheid van de parameters en de mate waarin hun effect op doelen van bodemkwaliteit gekwantificeerd wordt.