

T.C. van Leeuwen (LEI)
O.A. Clevering (PPO)
J. Groenwold (PRI)
A. van den Ham (LEI)
D.W. de Hoop (LEI)
S.A.M. de Kool (PPO)
S.M. van 't Riet (PPO)
A.E.G. Tonneijck (PRI)



PRAKTIJKONDERZOEK
PLANT & OMGEVING



PLANT RESEARCH INTERNATIONAL

Mei 2003

Projectcode 63662

LEI, Den Haag

**Aanvullende variabelen voor sneller inzicht in effecten
van stikstofbeleid op agrarische bedrijven**

Inhoud

	Blz.
Woord vooraf	5
Samenvatting	7
1. Inleiding	13
1.1 Aanleiding	13
1.2 Probleemstelling	13
1.3 Doelstelling	14
1.4 Opzet van het rapport	14
2. Methode van onderzoek	15
2.1 Inleiding	15
2.2 Methode	15
2.2.1 Inventarisatie	15
2.2.2 Integratie	15
2.3 Definities	16
2.3.1 'Predictorvariabele' versus 'indicator'	17
2.3.2 Bedrijfsvoerings- en omgevingsvariabelen	17
2.3.3 Definities van enkele predictorvariabelen	18
3. Uitgebreide inventarisatie van de kennis in projecten	21
3.1 Inleiding	21
3.2 Kennis uit projecten van PPO en anderen	21
3.2.1 Inleiding	21
3.2.2 Sturen op Nitraat	22
3.2.3 Predictor variabelen projecten programma 398-III	22
3.2.4 Bedrijfsvoeringsvariabelen voorloperbedrijven	24
3.2.5 Veld-, scenario- en modelstudies	30
3.2.6 Bedrijfssysteemonderzoek	38
3.2.7 Discussie	38
3.2.8 Conclusies	41
3.3 Kennis uit projecten van PRI en anderen	42
3.3.1 Telen met toekomst	42
3.3.2 Koeien & Kansen	45
3.3.3 Gelders nitraatreductieprogramma NIMF	50
3.3.4 Nabeschouwing	53

	Blz.
3.4 Ervaringen uit het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM)	54
3.4.1 Korte beschrijving van het project	54
3.4.2 Opzet en uitvoering van de monitoring	55
3.4.3 Analyse op bedrijfsniveau	58
3.4.4 Resultaten	62
3.4.5 Discussie	64
3.4.6 Mogelijkheden voor uitbouw van het LMM	65
4. Samenvatting van mogelijk geschikte predictorvariabelen	67
4.1 Inleiding	67
4.2 Kennis uit de projecten	67
4.2.1 Belangrijkste conclusies uit de inventarisatie	67
4.2.2 Perspectievolle predictorvariabelen voor de bedrijfsvoering voor uitbouw van LMM	69
4.2.3 Perspectievolle predictorvariabelen als omgevingsvariabele voor uitbouw van LMM	70
5. Integratie en synthese van de beschikbare kennis	71
5.1 Inleiding	71
5.2 Kansrijke predictorvariabelen voor de bedrijfsvoering	71
5.3 Kansrijke predictorvariabelen voor de omgevingsfactoren	75
6. Conclusies	78
7. Aanbevelingen	80
7.1 Aanbevelingen voor het beleid	80
7.2 Aanbevelingen voor het onderzoek	80
Literatuur	83
Bijlagen	
1. Bouwplanscenario's bij aangescherpte normen	87
2. Bedrijven-Informatienet van het LEI	89
3. Deelnemers aan de workshop van deskundigen	92

Woord vooraf

Het LNV-programma 398-III (toetsing, monitoring en evaluatie van het Mest- en Mineralenbeleid) heeft als doel voor de overheid betrouwbare evaluaties en prognoses van de effecten van het mest- en mineralenbeleid op te stellen. Een belangrijke pijler hiervoor is het ontwikkelen van nieuwe predictorvariabelen waarmee de effecten van beleidsmaatregelen op het landbouwkundig handelen en daarmee ook op het milieu kunnen worden gevolgd.

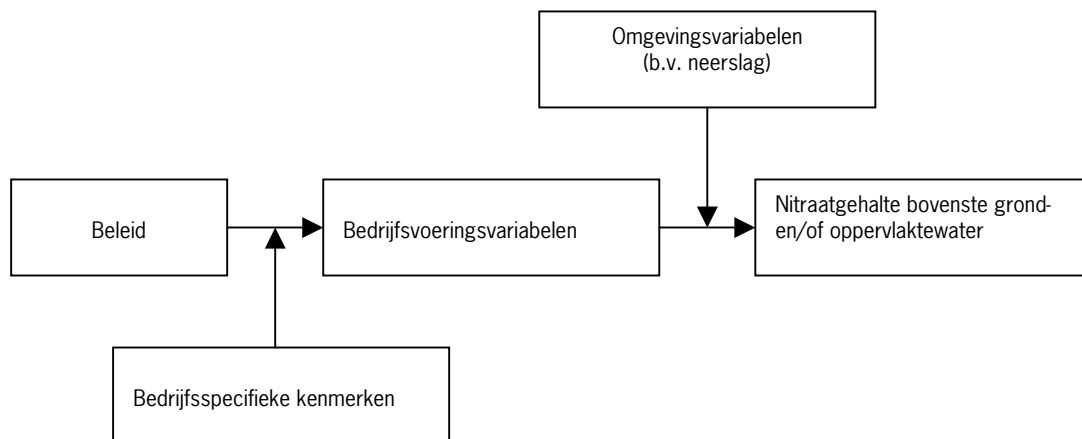
Daarom heeft het Ministerie van LNV uit bovengenoemd programma een onderzoekopdracht geformuleerd. In dat onderzoek wordt nagegaan op welke wijze in het traject bedrijfsvoering - emissies - immissies - milieukwaliteit - effecten de invloed van beleidsmaatregelen op milieu- en landbouwkundige effecten op bedrijfsniveau het beste kan worden gemonitord. Het Ministerie van LNV heeft er behoefte aan snel inzicht te krijgen in de effecten van beleidsmaatregelen, sneller dan met alleen het Minas-overschot mogelijk is.

Het onderzoek is een samenwerking tussen het LEI, PPO en PRI en is gebaseerd op alle kennis die de laatste jaren is verkregen uit projecten waarin genoemde drie instellingen hebben geparticipeerd. Dit rapport is een eerste inventarisatie met de nadruk op de effecten van beleidsmaatregelen op het nitraatgehalte in het bovenste grondwater onder landbouwbedrijven.

Samenvatting

Het LNV-programma 398-III (Toetsing, monitoring en evaluatie van het Mest- en Mineralenbeleid) heeft als doel betrouwbare evaluaties en prognoses van de effecten van het mest- en mineralenbeleid op te stellen. Een belangrijke pijler hiervoor is het ontwikkelen van nieuwe predictorvariabelen waarmee de landbouw- en milieukundige effecten van beleidsmaatregelen kunnen worden gevolgd. Predictorvariabelen zijn variabelen waarvan de veranderingen significant gecorreleerd zijn met de veranderingen in de waarde van de indicator (nitraatgehalte grondwater).

Daarom is uit bovengenoemd programma een onderzoekopdracht geformuleerd. In dit onderzoek wordt nagegaan op welke wijze in het traject bedrijfsvoering - emissies - immissies - milieukwaliteit - effecten de invloed van beleidsmaatregelen op het bedrijfsniveau het beste kan worden gemonitord. Dit rapport is een eerste inventarisatie met de nadruk op effecten van beleidsmaatregelen op het nitraatgehalte in het bovenste grondwater onder landbouwbedrijven. In figuur 1 staat de relatie tussen de beleidsmaatregelen, de bedrijfskenmerken, de bedrijfsvoerings- en omgevingsvariabelen en het nitraatgehalte in het grond- en oppervlaktewater.



Figuur 1 Relatie tussen het beleid, de predictorvariabelen (bedrijfsvoeringsvariabelen en omgevingsvariabelen) en het nitraatgehalte in het grond- en oppervlaktewater als indicator voor de kwaliteit daarvan

Het projectteam is gestart met een inventarisatie van potentiële predictorvariabelen. In de gehanteerde terminologie is bijvoorbeeld het nitraatgehalte in het grondwater een indicator voor de waterkwaliteit. Een predictorvariabele heeft een relatie met het nitraatgehalte. Dat kan bijvoorbeeld het N-overschot zijn, N_{min}, maar ook het aandeel grasland in de bedrijfsoppervlakte.

Inventarisatie leverde een eerste overzicht van mogelijk geschikte predictorvariabelen

De kennis voor mogelijk kansrijke variabelen kwam uit een twaalftal deels afgesloten, deels nog lopende projecten. Deze inventarisatie leverde een eerste overzicht op van predictorvariabelen die mogelijk kansrijk zouden kunnen zijn om op te nemen in monitoringsystemen. Daarmee kunnen beleid en praktijk meer inzicht krijgen in:

- de veranderingen in de landbouwpraktijk om een representatief beeld te kunnen geven van de effecten van het beleid;
- mogelijke effecten van beoogd beleid;
- sturingsmogelijkheden voor beleid en agrarische ondernemers om de waterkwaliteit in de nabije toekomst te kunnen verbeteren.

Het resultaat van de inventarisatie werd als input gebruikt voor een panel van deskundigen met het doel daaruit de meest kansrijke predictorvariabelen te selecteren. Kansrijke predictorvariabelen voldoen aan de volgende criteria:

- snel beschikbaar (binnen een jaar);
- eenvoudig meetbaar;
- goedkoop te meten;
- op veel bedrijven te meten;
- aanvullend op wat er al is;
- bruikbaar voor de ondernemer in zijn bedrijfsvoering;
- relatie met het nitraatgehalte in het grond- en oppervlaktewater.

Niet alleen predictorvariabelen voor de bedrijfsvoering, maar ook voor de omgeving

Het gaat niet alleen om predictorvariabelen die kansrijk zijn om effecten van wijzigingen in de bedrijfsvoering te meten (bedrijfsvoeringsvariabelen). Er zijn namelijk omgevingsfactoren die een zodanige invloed kunnen hebben dat ze het effect van wijzigingen in de bedrijfsvoering op de waterkwaliteit kunnen vertroebelen. Dan spreken we over kansrijke predictorvariabelen voor de omgeving (omgevingsvariabelen). Tussen jaren en seizoenen, maar ook tussen bedrijven zijn verschillen in omgevingsvariabelen. Voorbeelden zijn verschillen in neerslag en verschillen in grondsoort en grondwaterstand. Het gaat in het project dus zowel om kansrijke bedrijfsvoeringsvariabelen als om kansrijke omgevingsvariabelen.

Kansrijke variabelen voor een breed spectrum voor het monitoren van de waterkwaliteit

Voor de eindprioritering van de kansrijke predictorvariabelen voor de bedrijfsvoering is het belangrijk voldoende spreiding over de bedrijfsvoeringsblokken te hebben. Dat vermindert het gevaar dat een belangrijk blok of compartiment aan de aandacht ontsnapt. Daarom werden kansrijke predictorvariabelen geselecteerd voor voeding, bemesting en bodemgebruik.

Bedrijfsvoeringsvariabelen

Voorop staat dat het mineralen-overschot in ieder geval een belangrijke predictorvariabele is. Het Minas-overschot is al beschikbaar en moet voor het beleid toch berekend worden. Het geeft echter niet snel genoeg inzicht in het effect van beleidswijzigingen. Het bedrijfs-overschot en het werkelijk overschot verdienen de voorkeur omdat die predictorvariabelen een betere relatie hebben met de kwaliteit van het grondwater. Het nadeel van het werkelijk overschot is dat dit moeilijker meetbaar is en dus (nog) minder snel beschikbaar is dan het Minas-overschot. Bij het werkelijk overschot moeten namelijk, behalve de werkelijke aan- en afgevoerde kilogramopbrengsten, ook de werkelijke N-, P- en K-gehalten in de producten worden bepaald.

Daarnaast kan voor de *veehouderij* aan de volgende predictorvariabelen worden gedacht:

1. Voeding
 - ureumgehalte afgeleverde melk;
2. Bemesting
 - beweidingstelsel, vooral gedurende de herfstperiode;
 - dag en nacht weiden of alleen overdag, stoppen op 1 oktober of op 1 november;
 - verdeling van de bemesting binnen of buiten het seizoen.
Dat geldt vooral de kunstmest, dierlijke mest niet na 1 september toedienen;
 - grootte van de mestgift;
 - toepassing van vlinderbloemigen;
3. Bodemgebruik
 - de verhouding grasland/maïsveld op het bedrijf. Een aandachtspunt daarbij is of de ondernemer elk jaar dezelfde percelen voor de maïsteelt gebruikt of dat er sprake is van een regelmatige rotatie met het grasland;
 - het tijdstip van herinzaai. Is dat het voorjaar of het najaar. Egaliseren, bekalking en grondbewerking zijn belangrijk. Graslandverbetering middels doorzaaien heeft geen nadelig effect op de uitspoeling. Het gevaar voor uitspoeling is het grootst naarmate het gescheurde grasland ouder is en later in de nazomer/herfst wordt gescheurd. Deze predictorvariabele vraagt bij implementatie er van in een monitoringsstelsel extra aandacht voor de wijze waarop de gegevens worden verzameld.

Voor de *akkerbouw* gaat het om de volgende variabelen:

1. Bouwplan. De benutting van N door het gewas. Daarnaast is de hoeveelheid N in gewasresten belangrijk. Een mogelijkheid om naar het bouwplan te kijken, is het percentage milieuvriendelijke en het percentage milieu-onvriendelijke gewassen in een bouwplan te bepalen.
2. Bemesting
 - toegediende werkzame N versus benodigde werkzame N;
 - verhouding organische (dierlijk plus plantaardig) mest/kunstmest;
 - tijdstip van toediening van dierlijke mest (kleibouwland);
 - gebruik van organische mestsoorten (GFT, champost, mestscheidingsproducten);
 - toepassing van vlinderbloemigen;

- methode (precisie of breedwerpig);
- 3. Gebruik van nagewassen, groenbemesting, tussengewassen (gras onder maïs is tussengewas).

De bruikbaarheid van de hoeveelheid gemeten stikstofoverschot in het najaar in de bodem (N_{min_najaar}) als instrument voor management en beleid werd door een panel van deskundigen als zeer discutabel beoordeeld. De belangrijkste redenen daarvoor zijn dat er geen eenduidige relatie is tussen de in het najaar gemeten N_{min} en de nitraatuitspoeling en tussen de hoogte van de bemesting en de hoeveelheid gemeten N_{min} in het najaar. Mogelijke verklaringen daarvoor zijn verschillen in neerslag en verschillen in bodemmineralisatie. Bovendien is er sprake van een grote ruimtelijke variatie van N_{min} in het veld. Er zijn betere variabelen die hetzelfde bieden als N_{min}. De belangrijkste predictorvariabele voor N_{min_najaar} is de combinatie bouwplan, hoeveelheid werkzame N, neerslag, percentage areaal groenbemesters, hoeveelheid en soort mest + de bemestingshistorie van percelen (tevens van belang voor de potentiële denitrificatie), het mineraliserend vermogen van de bodem, de grondwatertrap en het gewassaldo.

Omgevingsvariabelen

Veelbelovende predictorvariabelen voor de omgevingsfactoren zijn de verdeling van de neerslag over het seizoen, de grondsoort, de grondwatertrap/grondwaterdynamiek/ grondwaterstand/aandeel droge grond/kwel/peilbeheer, aandeel drainage op kleigrond, temperatuur, organische stofgehalte van de bodem, mineralisatie en de gelaagdheid van de bodem.

Aanbevelingen voor het beleid

- Streef naar een breed spectrum van te meten predictorvariabelen voor het monitoren van de bedrijfsvoering (voeding, bemesting, bodemgebruik, bouwplan, na- en tussengewassen). Dan kunnen verliezen naar het grond- en oppervlaktewater over zo mogelijk alle bedrijfsvoeringscompartimenten worden gemonitord. Beperk het type te meten variabelen dus niet alleen tot de meest kansrijke.
- Meet niet alleen predictorvariabelen voor de bedrijfsvoering maar meet daarnaast ook omgevingsvariabelen om de invloed daarvan op de bedrijfsvoeringsvariabelen te kunnen nagaan bij evaluatie.
- Het overschot (aanvoer minus afvoer) wordt algemeen als een belangrijke predictorvariabele aangemerkt. Het Minas-overschot wordt nu beleidsmatig al gebruikt, maar geeft niet snel genoeg inzicht in het effect van beleidswijzigingen. Het bedrijfsoverschot en het werkelijk overschot hebben een betere relatie met de waterkwaliteit. Overweeg de meerwaarde van het bedrijfsoverschot of het werkelijk overschot en de mogelijkheden om een van die beide predictorvariabelen te gaan gebruiken in plaats van het Minas-overschot. Andere opties zijn om, naast het Minas-overschot, enkele snel beschikbare predictorvariabelen te meten of gebruik van het bedrijfsoverschot met standaardgehalten voor afgevoerde producten.

- Richt de voortgang van het project op:
 - de wijze van monitoring, beperking van het aantal te meten variabelen en van de kosten, maar toch met het doel het gehele spectrum te vangen (milieucompartiment, regio, bedrijf, sector, grondgebruik);
 - eventueel noodzakelijk onderscheid naar sectoren of regio's bij het vaststellen van te meten predictorvariabelen;
 - andere elementen dan nitraat (fosfaat, ammonium).

Aanbevelingen voor het onderzoek

- Het is enerzijds van groot belang dat over een breed spectrum te meten predictorvariabelen wordt beschikt, maar anderzijds dat goed wordt nagegaan hoe dat met zo laag mogelijke kosten kan worden gerealiseerd. Stel een Plan van Aanpak op waarin de conclusies van de workshop verder worden uitgewerkt voor wat betreft de wijze van monitoring, beperking van het aantal te meten variabelen en de kosten, maar toch met het doel het gehele spectrum te vangen. Van de meeste aanbevolen predictorvariabelen voor de bedrijfsvoering in de veehouderij is reeds veel informatie aanwezig. Bekijk die variabelen op de meest geschikte inzet voor monitoring van de waterkwaliteit en de bedrijfsvoering op veehouderijbedrijven. Voor de aanbevolen predictorvariabelen voor de akkerbouw is wat meer aandacht nodig om ze voor een goede monitoring te kunnen gebruiken, maar de inschatting is dat de meeste snel beschikbaar kunnen zijn. De aanbevolen predictorvariabelen voor de omgevingsfactoren moeten goed worden bekeken op hun (snelheid van) beschikbaarheid en operationaliteit voor monitoring en de kosten van monitoring.
- Het bedrijfsoverschot en het werkelijk overschot verdienen de voorkeur boven het Minas-overschot vanwege een betere relatie met de waterkwaliteit. Het werkelijk overschot is echter moeilijker te meten dan het Minas-overschot en zal daardoor mogelijk nog later beschikbaar komen. Bekijk daarom ook de optie van het gebruik van het Minas-overschot met daarnaast enkele aanvullende, snel beschikbare predictorvariabelen of de optie van gebruik van het bedrijfsoverschot met standaard gehalten voor afgevoerde producten.
- Let bij de gewenste breedte en beperking van kosten en te meten variabelen niet alleen op de milieucompartimenten (voeding, bemesting, bodemgebruik), maar ook op de aspecten regio, bedrijf en sector.
- De aandacht is tot nu toe vooral uitgegaan naar nitraat in grond- en oppervlaktewater. Richt voor het vervolg de aandacht meer op fosfaat en ammonium in de bodem.
- Gebruik bij de verdieping en bijstelling van de conclusies van de workshop ten aanzien van de te meten variabelen de voortgang van de kennis in projecten, ga na aan welke maatregelen internationaal wordt gedacht of gewerkt.

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Het LNV-programma 398-III (Toetsing, monitoring en evaluatie van het Mest- en Mineralenbeleid) heeft als doel betrouwbare evaluaties en prognoses van de effecten van het mest- en mineralenbeleid op te stellen. Een belangrijke pijler hiervoor is het ontwikkelen van nieuwe predictorvariabelen waarmee de landbouw- en milieukundige effecten van maatregelen op landbouwbedrijven kunnen worden gevolgd. Daarmee kan het monitoringsysteem dan worden uitgebreid. Doel van die monitoring is om:

- de veranderingen in de landbouwpraktijk vast te stellen teneinde een representatief beeld te kunnen geven van de effecten van het gevoerde beleid tot dan toe;
- het vooraf inschatten van de effecten van beoogd beleid.

Het monitoringsysteem moet ook inzicht geven in sturingsmogelijkheden voor de overheid en de agrarische ondernemers om de waterkwaliteit in de nabije toekomst te verbeteren.

Om het monitoringsysteem te kunnen verbeteren, is uit bovengenoemd programma een onderzoekopdracht geformuleerd. In dat onderzoek wordt nagegaan hoe zo vroeg mogelijk in het traject beleid - bedrijfsvoering - emissies - immissies - milieukwaliteit - effecten de invloed van beleidsmaatregelen op het bedrijfsniveau het beste kan worden gemonitord.

Het onderzoek wordt uitgevoerd door het Landbouw-Economisch Instituut (LEI), Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO) en Plant Research International (PRI). Niet van alle projecten die als input voor dit onderzoek dienen, zijn op dit moment alle resultaten bekend. Het onderzoek voor dit jaar is gebaseerd op de inventarisatie van de huidige kennis uit die projecten.

1.2 Probleemstelling

Het beleid heeft behoefte aan predictorvariabelen die snel een indruk geven van effecten van beleid op de bedrijfsvoering en daarmee op de ontwikkeling van de waterkwaliteit. Ook voor de praktijk is het belangrijk om te kunnen beschikken over predictorvariabelen waarmee snel duidelijk is hoe de waterkwaliteit zich ontwikkelt. Daarnaast is het belangrijk te weten of er goede predictorvariabelen zijn waarop het beleid kan sturen in de gewenste richting, dus een betere waterkwaliteit. Predictorvariabelen dus waarop ondernemers, als het beleid daarop stuurt, hun bedrijfsvoering kunnen aanpassen om aan de beleidsdoelstellingen te voldoen die invloed hebben op de waterkwaliteit. Dat zijn de zogenaamde bedrijfsvoeringvariabelen. Die predictorvariabelen geven de ondernemer snel inzicht in de wijze waarop hun bedrijfsvoering zich ontwikkelt. Hoe sneller deze variabe-

len beschikbaar kunnen zijn, hoe meer 'vooraan in de keten' deze variabelen zitten en hoe sterker de relatie bedrijfsvoering - waterkwaliteit is, des te geschikter is de variabele voor het doel. Bovendien moet de variabele op een goedkope wijze te meten zijn.

Naast bovengenoemde 'bedrijfsvoeringvariabelen' is er sprake van belangrijke 'omgevingsvariabelen'. Deze variabelen kunnen niet door veranderingen in de bedrijfsvoering worden beïnvloed, maar hebben wel invloed op het resultaat. Als enkele van die variabelen beschikbaar kunnen komen, is het door correctie met die variabelen beter mogelijk om het effect van bedrijfsvoeringvariabelen van jaar tot jaar te beoordelen. De probleemstelling is dus:

- welke (extra) predictorvariabelen voor de bedrijfsvoering zijn (mogelijk) bruikbaar om snel inzicht te krijgen in het verloop van de waterkwaliteit;
- welke (extra) predictorvariabelen zijn geschikt als omgevingsvariabele om daarmee voor externe invloeden te kunnen corrigeren.

1.3 Doelstelling

Het doel is om de kennis die bij dit onderzoek wordt opgedaan in de vorm van geschikte predictorvariabelen in te bouwen in reeds bestaande monitoringsystemen zoals CBS-Landbouwtelling, het Bedrijven-Informatienet van het LEI (het Informatienet) en het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid van RIVM en LEI.

1.4 Opzet van het rapport

Dit rapport is een eerste inventarisatie met de nadruk op effecten van beleidsmaatregelen op het nitraatgehalte in het ondiepe grondwater onder land- en tuinbouwbedrijven.

De opbouw van dit rapport is als volgt:

- in hoofdstuk 2 beschrijven we de bij dit onderzoek gevolgde methode;
- hoofdstuk 3 bevat de uitgebreide inventarisatie van de kennis die in verschillende projecten is opgedaan met betrekking tot de geschiktheid van predictorvariabelen om snel inzicht te krijgen in de relaties tussen bedrijfsmanagement en milieuprestaties. LEI, PPO en PRI beschrijven deze kennis, maar bij de onderliggende projecten zijn meer instellingen betrokken zoals RIVM, PV, Alterra. Dit hoofdstuk is vooral bedoeld voor het onderzoekspubliek;
- hoofdstuk 4 is een samenvatting van de inventarisatie van hoofdstuk 3, gericht op in principe geschikte predictorvariabelen;
- hoofdstuk 5 bevat de integratie en synthese door een panel van deskundigen;
- in de hoofdstukken 6 en 7 staan de conclusies en de aanbevelingen voor beleid en onderzoek.

2. Methode van onderzoek

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk beschrijven we de bij dit onderzoek gehanteerde methode. Die methode bestond uit een inventarisatie met daarna integratie met deskundigen. Naast de beschrijving van de methode definiëren we enkele gehanteerde begrippen omdat tijdens het proces is gebleken dat daarover verwarring kan ontstaan.

2.2 Methode

2.2.1 Inventarisatie

Het projectteam is gestart met een inventarisatie van potentiële predictorvariabelen en monitoringssystemen waarmee op efficiënte wijze de gevolgen van diverse maatregelen op het bedrijfsmanagement en de waterkwaliteit in kaart kunnen worden gebracht. Dat is gebeurd door de resultaten van diverse projecten van de afgelopen jaren na te gaan. Het gaat om de volgende projecten:

- Landelijk Meetnet Effecten Mestbeleid (LMM);
- Sturen op Nitraat (STOPNIT);
- Telen met toekomst;
- Koeien & Kansen;
- Monitoring voorloperbedrijven;
- Monitoring kernbedrijven;
- Gelders nitraatreductieprogramma NIMF;
- Indicator Nitraat;
- Indicator Fosfaat;
- Diverse scenario- en modelstudies;
- Bedrijfssysteemonderzoek.

De projectgroep heeft de resultaten van deze literatuurstudie samengevat en conclusies getrokken. Nog niet afgesloten projecten met voorlopige resultaten die, met de beschikbare expertise, een indruk geven van de geschiktheid van predictorvariabelen heeft de projectgroep ook in de afweging betrokken. De resultaten van de inventarisatie vormden de input voor de tweede fase, de workshop met deskundigen.

2.2.2 Integratie

De resultaten van de inventarisatie vormden de input voor de integratie door een panel van deskundigen. Dit panel van deskundigen heeft de predictorvariabelen beoordeeld en gepri-

oorteed tot een advies over de uitbreiding van bestaande monitoringsystemen. Dat gebeurde in een workshop waarbij de projectgroep het instrument Group Decision Room (GDR) heeft ingezet. De opzet van deze workshop was als volgt:

- korte presentaties van het resultaat van de inventarisatie. Daarbij kwamen twee punten aan de orde:
 - de ervaringen met monitoring op bedrijfsniveau: wat hebben die geleerd over de relaties tussen bedrijfsmanagement en milieuprestaties;
 - welke aanvullende predictorvariabelen zouden het inzicht kunnen vergroten in de relaties tussen bedrijfsmanagement en de milieukwaliteit;
- individueel inbrengen van predictorvariabelen met eventuele motivatie;
- aanscherpen van de beelden (plenair): wat bedoelen we met wat;
- prioriteren van de predictorvariabelen (individueel): welke variabele vindt ieder heel belangrijk, belangrijk, enigszins belangrijk, neutraal, enigszins onbelangrijk, onbelangrijk of heel onbelangrijk. Iedere variabele werd dus op een 7-puntsschaal gescoord;
- doorlopen van de scores en vervolmaken (plenair): verklaren van verschillen tussen scores;
- voor de vijf hoogst geprioriteerden: randvoorwaarden, succesfactoren, valkuilen.

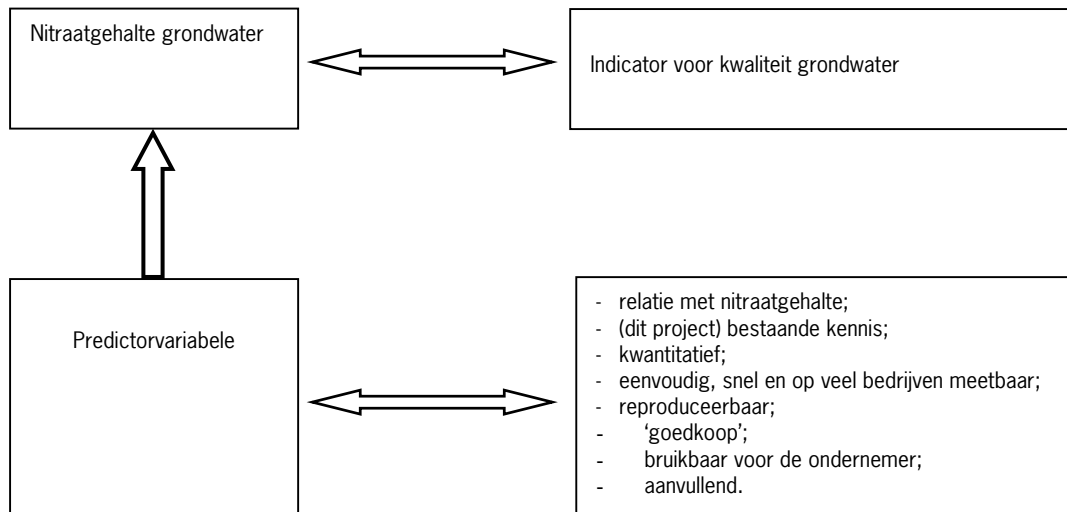
Met GDR kunnen de deelnemers aan de workshop voor een deel discussiëren met behulp van de computer. Het is mogelijk om plenaire en individuele delen van de sessie af te wisselen zonder dat de deelnemers van plaats veranderen en veel tijd kwijt zijn aan het onderling bijpraten van de resultaten uit deelsessies. In dit geval konden de deelnemers, onafhankelijk van elkaar en gelijktijdig, predictorvariabelen intypen die ze als belangrijk beschouwen voor uitbreiding van monitoringsystemen. Alle ingevulde predictorvariabelen komen daarna op een centraal scherm te staan zodat ieder er kennis van kan nemen. Plenair kunnen daarna de beelden worden aangescherpt waarna ieder in GDR individueel het belang van elke predictorvariabele kan aangeven. Plenair kunnen daarna de score worden besproken en verklaringen worden gezocht voor verschillen (bijvoorbeeld: hoge scores en weinig spreiding of een hoge score maar juist veel spreiding). Op deze wijze is het mogelijk de discussie op een efficiënte wijze te structureren en toch de expertise van iedere deelnemer tot zijn recht te laten komen. Plenair wordt alleen gesproken over de oorzaak van geconstateerde verschillen (bijvoorbeeld: waarom is de score van predictorvariabele A hoog, maar is er toch een grote spreiding tussen de individuele waardering; is die predictorvariabele dan wel zo geschikt). Deze aanpak vergroot de effectiviteit van een bijeenkomst met deskundigen.

2.3 Definities

In de projectgroep ontstond een discussie over het begrippenkader. In deze paragraaf geven we daarom enkele definities zoals de projectgroep die heeft gebruikt.

2.3.1 'Predictorvariabele' versus 'indicator'

Een van de discussiepunten betrof het gebruik van de begrippen 'indicator' en 'predictorvariabele'. In figuur 2.1 staat hoe de projectgroep die heeft gebruikt en hoe de onderlinge verbanden zijn.



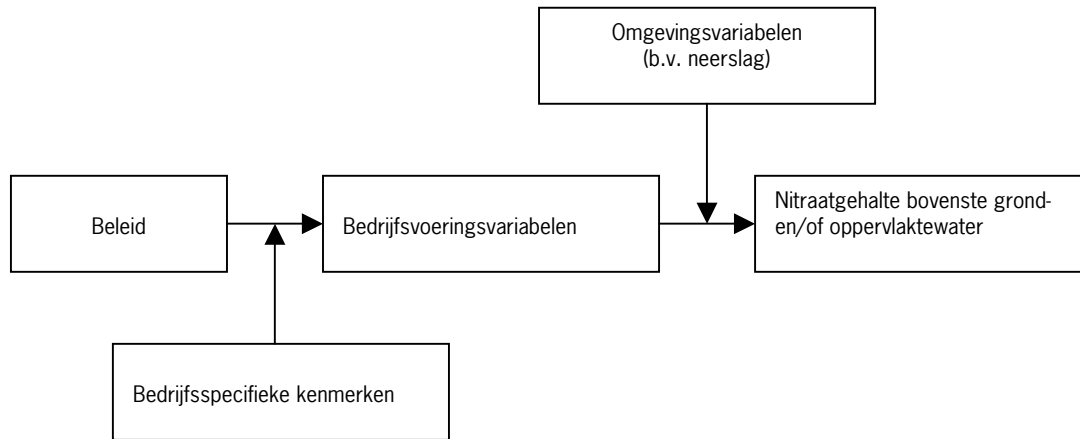
Figuur 2.1 Relatie tussen 'indicator' en 'predictorvariabele' en de eisen aan predictorvariabelen

Predictorvariabelen zijn variabelen waarvan de veranderingen significant gecorreleerd zijn met de veranderingen in de waarde van de indicator. Of die relaties causaal zijn, is niet direct aan de orde. In figuur 2.1 is het nitraatgehalte van het grondwater een indicator voor de kwaliteit van dat grondwater. Predictorvariabelen verklaren ieder voor zich een deel van de verschillen in nitraatgehalte in het grondwater. Predictorvariabelen zijn zelf geen indicator.

Voor de volledigheid vermelden we dat variabelen die in dit onderzoek als 'predictorvariabele' zijn gedefinieerd in andere projecten van programma 398 'indicator' worden genoemd. Het verschil is dat bijvoorbeeld 'Nmin' dan 'indicator' wordt genoemd en niet 'predictorvariabele'. Nmin is dan een 'indicator' voor het antwoord van landbouwers in hun bedrijfsvoering op beleidsmaatregelen. De projectgroep heeft evenwel niet vanuit de beleidsmaatregelen geredeneerd maar vanuit de kwaliteit van het grond- of oppervlaktewater.

2.3.2 Bedrijfsvoerings- en omgevingsvariabelen

De deelnemers aan de workshop hebben voor een goed onderling begrip de onderlinge relatie tussen de predictorvariabelen gedefinieerd en hun relatie met de waterkwaliteit. Die relatie staat in figuur 2.2.



Figuur 2.2 Relatie tussen het beleid, de predictorvariabelen (bedrijfsvoeringsvariabelen en omgevingsvariabelen) en het nitraatgehalte in het grond- en oppervlaktewater als indicator voor de kwaliteit daarvan

Het beleid wenst predictorvariabelen waarmee snel zichtbaar wordt wat de effecten van het beleid zijn op de bedrijfsvoering en de kwaliteit van het grondwater (dat geldt ook voor de kwaliteit van het oppervlaktewater). Daarnaast is het belangrijk dat er predictorvariabelen zijn waarmee het beleid de bedrijfsvoering in de gewenste richting kan stimuleren voor een betere waterkwaliteit. Agrarische ondernemers hebben behoefte aan predictorvariabelen die hen snel inzicht verschafft in de wijze waarop hun bedrijfsvoering zich ontwikkelt in relatie tot de waterkwaliteit. Omgevingsvariabelen - ofwel predictorvariabelen voor externe invloeden - hebben effect op de relatie die bedrijfsvoeringsvariabelen hebben op het nitraatgehalte in het grondwater. Een voorbeeld van een omgevingsvariabele is het verschil in neerslag tussen jaren.

2.3.3 Definities van enkele predictorvariabelen

In deze paragraaf geven we de definitie van een aantal predictorvariabelen. De reden daarvan is dat enkele predictorvariabelen zo dicht bij elkaar liggen dat het onderscheid voor ieder duidelijk moet zijn. Per bedrijfstype kan de definitie verschillen. De definities zijn overgenomen uit het project 'maatregelenpakketten' van programma 398.

1. Minas N-overschot

Open Teelt bedrijven (zonder veetak)

$$(N_{\text{organische mest}} + N_{\text{kunstmest}} + N_{\text{binding}}) - N_{\text{afgevoerd product}}$$

(Melk)veehouderijbedrijven

$$(N_{\text{organische mest}} + N_{\text{kunstmest}} + N_{\text{veevoeder}} + N_{\text{binding}}) - (N_{\text{afgevoerd product}} + N_{\text{organische mest}} + N_{\text{veevoeder}})$$

Toelichting

Bij de afgevoerde plantaardige producten mag worden uitgegaan van een vaste en dus forfaitaire afvoer van 165 kg N per hectare per jaar met uitzondering van voedergewassen. Daarbij wordt gerekend met de werkelijke afvoer (opbrengst maal forfaitair N gehalte). Vanaf 2003 mag bij dubbelteelten een afvoernorm worden gehanteerd van 205 kg N per hectare per jaar. Bij dierlijke producten wordt gerekend met de werkelijke opbrengst en gehalten. Bij melkveebedrijven wordt tevens een ammoniakcorrectie bij de totale afvoer opgeteld.

2. Werkelijk N-overschot

Open Teelt bedrijven (zonder veetak)

$$(N_{\text{organische mest}} + N_{\text{kunstmest}} + N_{\text{plantgoed}} + N_{\text{hulpmaterialen}} + N_{\text{binding}} + N_{\text{depositie}}) - N_{\text{afgevoerd product}}$$

(Melk)veehouderijbedrijven

$$(N_{\text{organische mest}} + N_{\text{kunstmest}} + N_{\text{plantgoed}} + N_{\text{hulpmaterialen}} + N_{\text{veevoeder}} + N_{\text{binding}} + N_{\text{depositie}}) - (N_{\text{afgevoerd product}} + N_{\text{organische mest}} + N_{\text{veevoeder}})$$

Toelichting

In tegenstelling tot de berekening van het Minas N-overschot wordt nu voor alle afgevoerde plantaardige producten gerekend met de werkelijke afvoer. Deze wordt berekend als product van opbrengst en N gehalte. Voor de N gehalten bestaan wettelijk geen forfaits met uitzondering van voedergewassen. Daarom wordt uitgegaan van de gehalten in 'Kiezen uit Gehalten III' eventueel aangepast op basis van recent onderzoekmateriaal. In de werkelijke N balans is ook de N depositie opgenomen.

3. N_{min} na de oogst

$$N_{\text{min, oogst}} = N_{\text{min-voorjaar}} + N_{\text{werkzaam, gift}} + N_{\text{binding}} - N_{\text{opname, gewas}} + N_{\text{mineralisatie, gewasresten}} + N_{\text{mineralisatie, bodem}} + N_{\text{depositie}}$$

4. Berekening N_{min} bij aanvang uitspoelingsseizoen

$$N_{\text{min, herfst}} = N_{\text{min-oogst}} + N_{\text{min, organische mest}} + N_{\text{mineralisatie, organische mest}} - N_{\text{opname groenbem.}} - N_{\text{vastlegging stro}} + N_{\text{mineralisatie, gewasresten}} + N_{\text{mineralisatie, bodem}} + N_{\text{depositie}}$$

5. Minas P-overschot

Open Teelt bedrijven

$$P_{\text{organische mest}} - P_{\text{afgevoerd product}}$$

Melkveehouderijbedrijven

$$(P_{\text{organische mest}} + P_{\text{veevoeder}}) - (P_{\text{afgevoerd product}} + P_{\text{organische mest}} + P_{\text{veevoeder}})$$

Toelichting

Bij de afgevoerde plantaardige producten mag worden uitgegaan van een vaste afvoer van 65 kg N per hectare per jaar met uitzondering van voedergewassen waarbij gerekend wordt met de werkelijke afvoer (opbrengst maal forfaitair P-gehalte). Bij de dierlijke producten wordt gerekend met de werkelijke opbrengst en gehalten.

Op dit moment valt de P-aanvoer via kunstmest niet onder Minas. Dit geldt ook voor een aantal compostsoorten. Omdat het niet onwaarschijnlijk is dat beide op termijn wel onder Minas vallen, worden beide in projecten met voorloperbedrijven vaak wel meegenomen in de Minas P-balans.

6. Werkelijk P-overschot

Open Teelt bedrijven

$(P_{\text{organischmest}} + P_{\text{kunstmest}} + P_{\text{plantgoed}} + P_{\text{hulpmaterialen}} + P_{\text{depositie}}) - P_{\text{afgevoerd product}}$

(Melk)veehouderijbedrijven

$(P_{\text{organischmest}} + P_{\text{kunstmest}} + P_{\text{plantgoed}} + P_{\text{hulpmaterialen}} + P_{\text{veevoeder}} + P_{\text{depositie}}) - (P_{\text{afgevoerd product}} + P_{\text{organischmest}} + P_{\text{veevoeder}})$

Toelichting

Zie werkelijk N-overschot.

Het Minas-overschot werkt het meest met forfaitaire opbrengsten en gehalten. Er zijn afspraken gemaakt tussen het beleid en de agrarische sector over de vraag hoe aan- en afvoer van mineralen wordt ingerekend. Dat geldt ook voor posten als depositie en mineralisatie.

Bij het bedrijfsoverschot wordt gerekend met werkelijke kilogrammenaanvoer en -afvoer van en naar het bedrijf, maar met forfaitaire gehalten.

Bij het werkelijk overschot wordt zo weinig mogelijk met forfaitaire normen gewerkt. Ook de gehalten in aan- en afgevoerde producten worden per bedrijf gemeten.

3. Uitgebreide inventarisatie van de kennis in projecten

3.1 Inleiding

In de eerste fase heeft het projectteam de predictorvariabelen geïnventariseerd waarmee op efficiënte wijze de gevolgen van diverse maatregelen op het bedrijfsmanagement en de waterkwaliteit in kaart kunnen worden gebracht. Dat is gebeurd door de resultaten van diverse projecten van de afgelopen jaren na te gaan. Deze inventarisatie heeft drie documenten opgeleverd. In paragraaf 3.2 staat de inventarisatie van de kennis in projecten waarbij het Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO) was betrokken. Paragraaf 3.3 bevat een inventarisatie van de kennis in projecten waarbij Plant Research International (PRI) was betrokken. Paragraaf 3.4 bevat de ervaringen uit het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid van RIVM en LEI (LMM). Die ervaringen zijn beschreven door het LEI.

3.2 Kennis uit projecten van PPO en anderen ¹

3.2.1 Inleiding

Ten eerste is er een inventarisatie gemaakt van economische en milieukundige predictorvariabelen, zoals die momenteel in de diverse LNV-projecten worden toegepast. Daarbij ligt het zwaartepunt op de toepassing van milieukundige predictorvariabelen, dit omdat economische predictorvariabelen voornamelijk weinig in deze projecten worden toegepast.

Voor milieukundige doeleinden is het van belang predictorvariabelen te vinden die een goede relatie vertonen met de nitraat- en fosfaatconcentraties in het oppervlakte- en/of grondwater. In het project Sturen op Nitraat worden deze relaties voor nitraat op perceelsniveau (combinaties van gewas x grondsoort x grondwatertrap) onderzocht. Op het moment dat deze paragraaf is opgesteld, zijn alleen ongepubliceerde gegevens van dit project voorhanden. Op bedrijfsniveau zijn binnenkort gegevens voor nitraat in het project Telen met Toekomst beschikbaar.

In deze paragraaf wordt de relatie tussen N-overschotten en de hoeveelheid minerale stikstof die aan het begin van het uitspoelingsseizoen aanwezig is (de N_{min_najaar}) onderzocht. De N_{min_najaar} is voor de akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt een goede maat voor de potentiële nitraatuitspoeling. Voor de bloembollenteelt is nog niet bekend of de N_{min_najaar} voldoende verband houdt met de nitraatgehalten in het grondwater, omdat meetgegevens nog ontbreken. Deze relatie is minder te verwachten dan in de akkerbouw en groenteteelt, door de grote hoeveelheid nitraat die op makkelijk uitspoelbare zandgronden

¹ De auteurs van paragraaf 3.2 zijn O.A. Clevering (PPO-agv) en S.M. van 't Riet en S.A.M. de Kool (PPO-bb).

van de bollenteelt na de oogst en voor november al is uitgespoeld. Hier is de Nmin_oogst wellicht een betere predictorvariabele.

In deze paragraaf is tevens een exploratief deel opgenomen, hierin is onderzocht in hoeverre de variantie in Nmin_najaar kan worden verklaard uit het landbouwkundig handelen en de bedrijfsvoering; inclusief sectorale en regionale verschillen. Hiertoe is een nieuwe predictorvariabele toegepast, waarmee de Nmin_najaar wordt gerelateerd aan het bouwplan. Tot slot is de gevoeligheid van N-overschotten en Nmin_najaar nagegaan voor vergaande maatregelen in de bedrijfsvoering aan de hand van scenariostudies en het bedrijfssysteemonderzoek.

3.2.2 Sturen op Nitraat

In het project 'Sturen OP NITraat' (STOPNIT) wordt op uitspoelingsgevoelige zandgronden gezocht naar verbanden tussen kandidaat predictorvariabelen voor de nitraatbelasting van het grondwater (Hack-ten Broeke et al., 2002; Ten Berge, 2002). Middels regressie-analyse wordt onderzocht of gegevens zoals, N-bedrijfsoverschot, het N-perceeloverschot, Nmineraal-gehalten in de bodem (na oogst en voor het begin van het uitspoelingsseizoen), weersgegevens en locatiespecifieke factoren zoals grondsoort en grondwatertrap (Gt), kunnen worden gebruikt voor een voorspelling van nitraatconcentraties.

De projectleider heeft aangegeven dat de tussenresultaten van dit project niet in dit verslag kunnen worden weergegeven. Zijn argument is: 'aangezien het om resultaten gaat die nog kunnen (en zeer waarschijnlijk nog zullen) veranderen, is publicatie prematuur en zou kunnen leiden tot een (ongewenste) situatie waarin de resultaten een eigen leven gaan leiden'.

3.2.3 Predictor variabelen projecten programma 398-III

Project 'Indicator Nitraat' II.1.2. van programma 398-III

Projectpartners

Alterra, projectleider: Annemieke Smit.

PRI; PPO-AGV; PPO-bollen.

Tijdsplan: Start, juli 2002 (Looptijd: 3-5 jaar).

Projectdoel

Ontwikkeling van een nieuwe landbouw- en milieupredictorvariabele om de effecten van het mestbeleid op perceelsniveau te kwantificeren ten aanzien van mobiel stikstof in de bodem, het grondwater en het oppervlaktewater. Het is hierbij vooral de bedoeling dat de predictorvariabele, op basis van metingen (monitoring) en binnen een periode van 3-5 jaar, kan aangeven of een verandering in landbouwkundig handelen tot een verbetering van de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit zal leiden.

Binnen dit project moet zoveel mogelijk gebruik worden gemaakt van andere meet- en monitoringsprojecten, zoals bijvoorbeeld Sturen op Nitraat, DOVE-klei. Verder moet aansluiting worden gezocht bij de meetnetten van het RIVM en de kaderrichtlijn water.

De predictorvariabele moet in principe landsdekkend zijn, maar voor verschillende bodemtypen en teelten mag er wel een andere predictorvariabele komen, er hoeft dus niet naar 1 overkoepelende predictorvariabele te worden gezocht.

Acties

Er is een inventarisatie gemaakt van projecten waarin op enigerlei wijze verbanden aanwezig zijn met dit project en vervolgens zijn er ideeën voor mogelijke predictor variabelen naar boven gekomen. Een mogelijke predictor variabele opgelost organisch-N (DON) zal voor het eind van het jaar nog nader onderzocht worden, middels metingen op verschillende gronden.

Conclusie

Dit project loopt nog niet echt lang en er kunnen nog geen conclusies aan verbonden worden, maar er wordt hier wel duidelijk met een nieuwe invalshoek gekeken naar mogelijke predictorvariabelen. Ook wordt er in principe aan alle gewassen en grondsoorten aandacht besteed.

Project 'Indicator Fosfaat' II.1.3. van programma 398-III ¹

In Nederland zijn vanaf 1985 verschillende beleidsmaatregelen geïmplementeerd om de overschotten van fosfor (P), en de negatieve effecten hiervan op het milieu, te verminderen. Voor het toetsen van de effectiviteit van de beleidsmaatregelen wordt momenteel het invoeren van een monitoringsysteem overwogen, met als doel te monitoren of een verdere afname van de P-overschotten leidt tot:

- een lagere P-toestand van landbouwgronden;
- een lager risico op P-uitspoeling naar het oppervlaktewater.

Door Koopmans et al. (in voorbereiding) zijn verschillende kandidaatpredictorvariabelen geselecteerd. Als predictorvariabele voor het risico van P-uitspoeling wordt de fosfaatverzadigingsgraad bepaald. Daarnaast worden andere potentiële predictorvariabelen onderzocht zoals het waterextraheerbaar anorganisch totaal P, Pw-getal, P-AL-getal en de Pi-test. Het Pi-getal is een maat voor de voorraad reversibel gebonden fosfaat.

Conclusie

Er zijn nog geen resultaten van dit project bekend. Wel zijn er eind dit jaar metingen verricht op gronden met verschillende Pw waarden.

¹ Tekst uit projectvoorstel LNV-project 398-III.II.1.3 van Koopmans, G.F., Chardon, W.J., Dekker, P.H.M., Schils, R.L.M., 2002.

3.2.4 Bedrijfsvoeringsvariabelen voorloperbedrijven

Inleiding

PPO participeert /heeft geparticipeerd in verschillende projecten met praktijkbedrijven; namelijk Innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouwsystemen (INN-AKK); Akkerbouw 2000 (AKK-2000), Praktijkcijfers 1 (PC1), Praktijkcijfers 2 (PC2), Bollenteelt na 2000, Verbreding vollegrondsgroenteteelt (VER-VGG), Biologische landbouw Innovatie en Om-schakeling (BIOM) en Telen met toekomst (Tmt). In de diverse projecten wordt/werd samengewerkt met DLV, PRI, LEI en/of Alterra.

Doelstellingen en methoden

De doelstellingen en de methoden om de doelstellingen te bereiken, zijn samengevat in tabel 3.1. De doelstelling is in principe voor alle projecten dezelfde: namelijk milieuvriendelijk produceren met behoud van het economisch rendement. Voor de meeste projecten betekent dit bemesten volgens Goede Landbouwpraktijk (GLP). In Tmt wordt daarnaast ook de mogelijkheden van vergaande maatregelen onderzocht op de kernbedrijven.

Stikstof- en fosfaatdoelstellingen

In alle projecten wordt de nadruk gelegd op het verlagen van de werkelijk N- en P-overschotten. Aangezien de N- en P-afvoer niet of nauwelijks kan worden beïnvloed (dat wil zeggen verhoogd), komt dit erop neer dat wordt gestreefd naar een zo laag mogelijke N- en P-aanvoer. De N- en P-aanvoer wordt vervolgens per gewas met landelijke, maar soms ook regionale adviezen vergeleken (BIOM en Tmt). De N- en P-afvoeren worden berekend door forfaitaire N- en P-gehalten te vermenigvuldigen met de werkelijke opbrengst van het marktbaar product. Uit veldproefgegevens blijkt dat het gebruik van forfaitaire gehalten tot een niet te verwaarlozen fout in de werkelijke afvoer van nutriënten kan leiden. In Biom wordt voor het N-overschot een streefwaarde van 100 kg N/ha op klei en van 60 kg N/ha op zand gehanteerd; in Tmt van 90 kg N/ha voor beide grondsoorten.

In de projecten die zijn gestart om agrariërs te begeleiden bij de invoering van Minas wordt bovendien het Minas N- en P-overschot bepaald. Hierbij worden de verliesnormen voor 2003 als streefwaarden gebruikt. In de projecten wordt vaak het Minas P-overschot inclusief de P-kunstmestgift bepaald.

In de projecten Biom en Tmt wordt daarnaast gestreefd naar een zo'n laag mogelijke N_{min}_najaar. Ook deze streefwaarde is gerelateerd aan de drinkwaternorm voor nitraat. In Tmt wordt voor de N_{min}_najaar een waarde gehanteerd van 45 en 70 kg N/ha voor respectievelijk uitspoelings- en niet uitspoelingsgevoelige gronden (De Buck et al., 2000). Om deze streefwaarde te bereiken, worden deelnemers intensief begeleid bij het verder optimaliseren van de stikstofgift. Daarbij wordt gestreefd naar bedrijfsspecifieke stikstofadviezen.

Tabel 3.1 Projecten met voorloperbedrijven; doelstellingen en methoden

	INNO- AKK a)	AKK- 2000	PC1	PC2	Bollen teelt na 2000	VER- VGG	Biom ^{b)}	Tmt ^{a)}
sector	akk	akk	akk	Bb	Bb	vgg	akk/vgg	open-tt
# deelnemers	38	450	15	30	24	16-19	25	33
jaar	87-93	93-95	97-99	00-03	98-00	96-98	98-02	99-03
Doelstellingen								
- verlaging van werkelijke overschotten ^{c)}	x	x	x			x	x	x
- verlaging Minas-overschotten (norm 2003)					x		x	x
- verlaging Nmin najaar naar streefwaarde ^{c)}							x	x
- verlaging N-uitspoeling naar streefwaarde ^{c)}							x	x
- Pw in streeftraject akkerbouw - kostprijsanalyse	x	x	x			x	x	x
- handhaven kwaliteit producten						x	x	x
- handhaven kwantiteit producten	x	x		x	x	x	x	x
- in stand houden organische stofvoorziening				x	x		x	x
Methode:								
- juist gebruik dierlijke mest	x	x	x			x	x	x
- stimuleren gebruik mestschei- dingsproducten								x
- N-bemesting adviesbasis	x	x	x	x	x	x		x
- N-bemesting BSO ^{e)}							x	
- P-evenwichtsbemesting	x	x		x	x	x	x	x
- P-verliesnormen gerelateerd aan Pw	x	x	x			x	x	x
- P gewasgericht advies ^{d)}						x	x	x
- stimuleren inzet groenbemesters	x	x	x			x	x	x
- stimuleren ammoniummeststoffen								x
- toepassen N-bijmestsystemen				x	x	x	x	x
- optimaliseren N-bijmestsystemen								
- rekening houden met mineralisa- tie bodem	x	x	x	x	x	x	x	x
- aanvoer niet Minasplichtige org mestsoorten				x				
- aanvoer mineraalarme org mest				x	x			x

a) Bij INN-AKK en TMT is het eerste jaar een voorbereidingsjaar; b) Alleen BIOM innovatiegroep; c) In BIOM wordt een streefwaarde voor het N-overschot gehanteerd van 100 op klei en 60 kg N/ha op zand en voor Tmt van 90 kg N/ha; die voor het P-overschot is gerelateerd aan de Pw (0-20 kg P₂O₅/ha). Voor de Nmin_najaar wordt een waarde gehanteerd van 45 en 70 kg N/ha voor respectievelijk uitspoelings- en niet uitspoelingsgevoelige gronden; d) Voor groentebedrijven wordt zoveel mogelijk het akkerbouwadvies gevolgd; e) In de biologische landbouw worden vaak lagere N-adviezen gehanteerd.

Voor fosfaat wordt in de meeste projecten gestreefd naar evenwichtsbemesting; dat wil zeggen aanvoer = afvoer + onvermijdbare verliezen. De streefwaarde voor de onvermijdbare verliezen wordt gerelateerd aan de fosfaattoestand van de bodem. Zo wordt in Tmt bij een $P_w > 60$ een verliesnorm van 0 of lager; bij een P_w tussen de 60 en 20 van 0, en bij een $P_w < 20$ van 20 kg P_2O_5/ha (plus een eventuele reparatiebemesting) gehanteerd. In een aantal projecten wordt daarnaast de gerealiseerde bemesting ook met het gewasgericht advies vergeleken. Dit omdat bij hoge fosfaattoestanden dit tot lagere giften resulteert dan evenwichtsbemesting. Bij lage fosfaattoestanden kan overigens het omgekeerde optreden. Tot slot werd voor de groentebedrijven veelal gebruikgemaakt van het akkerbouw- in plaats van het groenteadvies. Dit omdat in het groenteadvies (onrealistische) hoge fosfaattoestanden werden nagestreefd. Het groenteadvies is dit jaar vernieuwd en geïntegreerd in het akkerbouwadvies.

Gebruik van dierlijke mest

In de projecten wordt het gebruik van dierlijke mest gepropageerd noch afgeraden. Wel wordt sterk de nadruk gelegd op de juiste toepassing (juist tijdstip, juiste hoeveelheid en juiste plaats) van dierlijke mest. Hierbij staat de dekking van de fosfaatbehoefte van het bouwplan middels dierlijke mest centraal. Op klei wordt daarbij geadviseerd om niet meer minerale N met dierlijke mest aan te voeren dan een groenbemester op kan nemen. In Tmt wordt op klei voorjaarstoediening van mest gepropageerd; daarnaast wordt zowel voor zand als klei het gebruik van mestbewerkingsproducten gestimuleerd.

In de bloembollenteelt wordt organische mest met name toegediend om de organische stofgehalten van de bodem te handhaven of te verhogen. De najaartoe passing van organische mest is noodzakelijk, omdat de voorjaarsbloeiende gewassen in het najaar worden geplant. Op de zandgronden gaat de minerale stikstof uit de organische mest in de wintermaanden verloren. Daarom wordt in het project Tmt de aanvoer van mineraalarme organische mestsoorten als compost gepropageerd boven dierlijke mest.

Economische doelstellingen en methoden

Op bedrijfsniveau wordt in de projecten in het algemeen geen economische predictorvariabelen bepaald; soms is dit wel voor de diverse gewassen gebeurd. In INN-AKK, Tmt en Biom worden de kwaliteit en kwantiteit van producten afgezet tegen hetgeen landelijk wordt behaald. Daarnaast is in Biom en wordt in Tmt een kostprijsanalyse uitgevoerd. Voor de bloembollensector hangt de opbrengst van teveel variabelen af, zoals leeftijd plantgoed, plantmaat, cultivar enzovoort. Hierdoor is er geen standaardopbrengst bekend en worden de kwaliteit en kwantiteit van de producten gespiegeld aan de verwachtingen van de ondernemer.

In de verschillende praktijkprojecten wordt in het algemeen niet geadviseerd om wijzigingen in het bouwplan door te voeren. Wijzigingen in het bouwplan tasten al snel de rentabiliteit van bedrijven aan. Incidenteel gebeurt dit wel voor de vruchtopvolging en inzet groenbemesters; dit vanuit het oogpunt van ziektebestrijding. Wel wordt op de 'kernbedrijven' van Tmt en het bedrijfssysteemonderzoek nagegaan in hoeverre extensive-

ring van het bouwplan en vergaande teeltmaatregelen de verschillende predictorvariabelen beïnvloeden.

Predictorvariabelen

Predictorvariabelen kunnen in verschillende groepen worden onderverdeeld; type bedrijf(svoering), duurzaamheid, milieukundig, natuur en economisch (tabel 3.2). In de projecten met voorloperbedrijven wordt bedrijf(svoering) wel geregistreerd, maar niet als predictorvariabele als zodanig meegenomen. Ze zijn wel van belang voor het project Monitoring op Bedrijfsniveau. Op bedrijfsniveau speelt ook het duurzaam gebruik van productiemiddelen (bijvoorbeeld handhaven organische stofvoorziening) een belangrijke rol. Hierbij kan een spanningsveld ontstaan tussen het streven naar een goede organische stofvoorziening en het mineralenmanagement. De milieukundige predictorvariabelen spreken voor zich. Wel kan worden afgevraagd of dit op bedrijfsniveau 'goede' predictorvariabelen zijn; sommige, bijvoorbeeld Nmin_oogst en Nmin_najaar, worden immers als gewogen perceelsgemiddelden berekend.

Tabel 3.2 Gebruikte predictorvariabelen in projecten met voorloperbedrijven

	INN- AKK	AKK 2000	PC1	PC2	Bollenteelt na 2000	VER- VGG	BIOM	Tmt
Bedrijf(svoering)								
Grondsoort	x	x	x	x	x	x	x	x
Grondwatertrap (Gt)								x
Bouwplan	x		x	x	x	x	x	x
(dierlijk) mestgebruik	x	x	x	x	x	x	x	x
Inzet groenbemesters	x		x	x	x	x	x	x
Duurzaamheid								
Organische stofvoorziening				x	x		x	x
Pw	x	x	x		x		x	x
Milieukundig								
Minas N-overschot a)	x	x	x	x	x	x	x	x
Minas P-overschot a)	x	x	x	x	x	x	x	x
Werkelijk N-overschot	x	x	x			x	x	x
Werkelijk P-overschot	x	x	x			x	x	x
Nmin oogst b)	x						x	x
Nmin najaar							x	x
N in grondwater/drainwater							x	x
Fosfaatverzadiging bodem								x
Natuur								
Agrarisch natuurbeheer								x
Economisch								
Kwaliteit producten							x	x
Kwantiteit producten							x	x

a) Bij de eerste drie projecten zijn de Minas-overschotten pas achteraf berekend. De Minas P-overschot wordt zowel inclusief als exclusief kunstmest bepaald; b) Nmin na de oogst wordt vaak alleen op gewasniveau bepaald.

Resultaten

Werkelijke N-overschotten

Voor alle projecten geldt dat de N-overschotten gedurende het project lager waren dan voor de start. Dierlijk mestgebruik heeft een grote invloed op de overschotten, zoals te zien valt aan de resultaten van het project AKK-2000 (tabel 3.3). De overschotten zijn veelal hoger in overschot- dan in tekortgebieden en hoger op gemengde bedrijven dan op puur akkerbouwbedrijven. Immers gemengde bedrijven zullen geneigd zijn zoveel mogelijk mest binnen het eigen bedrijf af te zetten. Wel wordt op gemengde bedrijven vaak rekeninggehouden met een verhoogde mineralisatie. In het project Tmt wordt, vanwege de gunstige prijs van dierlijke mest, in het Zuidwestelijk kleigebied meer dierlijke mest aangevoerd dan in het verleden vaak in deze regio het geval was. In het algemeen geldt voor klei dat in het begin van projecten te weinig rekening wordt gehouden met de nalevering van stikstof uit dierlijke mest. Ook het (regiogebonden) bouwplan heeft grote invloed op de overschotten; daarnaast wordt bijvoorbeeld in de akkerbouw in het Zuidwesten traditioneel meer dan elders bemest. In bepaalde regio's speelt ook de verplichte afname van mest bij de huur/verhuur van grond een rol. De groentebedrijven laten een grote spreiding in N-overschotten zien (figuur 3.1 t/m 3.4). Dit heeft naast het bouwplan ook sterk te maken met risicobeleving van de individuele deelnemer. Daarnaast worden groenteteelers meer dan akkerbouwers afgerekend op de kwaliteit van producten. Tot slot is vooral in de groenteteelt (herfstteelten op mineraalarme gronden) het soms noodzakelijk na veel neerslag bij te bemesten. Dit laatste kan tot grote verschillen tussen projectjaren leiden.

Tabel 3.3 Gemiddelde werkelijke N-overschotten (kg/ha) per project, sector en regio. Voor akk-2000 is dit tevens onderverdeeld in bedrijven met alleen kunstmest (KM) en kunstmest + dierlijke mest (DOM) gebruik

Sector	NL	NZK	CZK	ZWK	NH	NON	ZON	MB	Bollen
Akkerbouw									
INN-AKK		107	58	118		109	119		
AKK-2000 (gem)		81	90	155		116	125		
AKK-2000 (KM)		45	30	62					
AKK-2000 (DOM)		93	104	161		116	125		
TMT				180		86	120		
PC a)	161								
Groenten									
VEB-VGG				199	88		170	205	
TMT a)							146	291	
Biologisch (akk + vgg)									
BIOM a)		88		92	7	162	119		
Bollen									
TMT a)									273

a) Streefwaarde in Tmt: 90 kg N/ha; Biom 60 voor zand en 100 kg N/ha voor klei.

Werkelijke P-overschotten

Hoge Pw-waarden worden veelal aangetroffen op gemengde bedrijven en in regio's met een overschot aan dierlijke mest. In Noord-Holland wordt daarentegen weinig dierlijke mest gebruikt. In de vollegrondsgroenteteelt worden hoge Pw-waarden ook veroorzaakt door het streven de organische stofvoorziening van de bouwvoor op (een hoog) peil te houden en door de (tot voorkort) hoge streefwaarden in het fosfaatbemestingsadvies. De grootste winst die in de diverse projecten wordt behaald, is het terugdringen van de fosfaatkunstmestgift. Op bedrijven met alleen kunstmestgebruik kan het voorkomen dat er landbouwkundig gezien zelfs te weinig fosfaat wordt aangevoerd (Akk-2000) (tabel 3.4).

Ook in de biologische landbouw worden vaak hoge Pw-waarden aangetroffen. Dit hangt samen met een lage N:P-behoefte van gewassen ten opzichte van de N:P-verhouding in dierlijke mest. In de biologische landbouw wordt de inzet van fosfaatarmere mestsoorten dan ook gepropageerd; en recentelijk ook die van mestscheidingsproducten.

Opgemerkt dient te worden dat het gemakkelijker is om fosfaatoverschotten te verlagen bij een hoge dan bij een lage fosfaattoestand. Aangezien het verlagen van de Pw (en daarmee uiteindelijk de mate van fosfaatverzadiging van de bodem) het uiteindelijke doel is en niet hoogte van de P-overschotten als zodanig, wordt bijvoorbeeld in Tmt de streefwaarde voor het P-overschot gerelateerd aan de hoogte van de Pw. In de projecten is het vanwege de korte looptijd veelal niet mogelijk een afname van de Pw vast te stellen.

Tabel 3.4 Gemiddelde werkelijke P-overschotten per project, sector en regio. Voor akk-2000 is dit tevens onderverdeeld in bedrijven met alleen kunstmest (KM) en kunstmest + dierlijke mest (DOM) gebruik

Sector	NL	NZK	CZK	ZWK	NH	NON	ZON	MB	Bollen
Akkerbouw									
INN-AKK		40	17	22		37	35		
AKK-2000 (gem)		8	35	46		49	41		
AKK-2000 (KM)		-10	12	-6					
AKK-2000 (DOM)		14	41	48		49	41		
TMT				48		32	28		
PC a)	38								
Groenten									
VEB-VGG				57	18		13	26	
TMT a)							1	74	
Biologisch (akk + vgg)									
BIOM a)		52		48	22	73	43		
Bollen									
TMT a)									60

a) Normwaarde onvermijdbare verliezen: 0-20 kg P₂O₅/ha.

3.2.5 Veld-, scenario- en modelstudies

Project emissies van bestrijdingsmiddelen en nutriënten in de bloembollenteelt

Binnen dit project (1992-1995) is onderzoek gedaan naar de emissie van bestrijdingsmiddelen en meststoffen naar het grond- en oppervlaktewater. Kennis werd vergaard uit veldonderzoek; scenario-onderzoek; en modelonderzoek. Bij het veldonderzoek werden monsters genomen van bodemvocht, grond-, drain-, en slootwater. Deze monsters werden onder andere geanalyseerd op N, P en K (diverse vormen). Het doel van het onderzoek was om informatie te leveren waarmee beoordeeld kon worden of bepaalde maatregelen ter beperking van de emissie effectief zijn. Onderzoek heeft plaatsgevonden op twee proeflocaties, een bij Wassenaar (Zuid Holland) en een in St Maartensbrug (Noord Holland).

Resultaten

De modeltoetsing werd bemoeilijkt door de grote spreiding in de meetresultaten op de 2 onderzochte locaties. Toch bleek de N- en P-concentratie in bodemvocht, grond- en drainwater middels modelberekeningen redelijk in te schatten, hoewel de berekende uitspoelingsperiode niet altijd correct was. Ook binnen en tussen percelen kunnen aanzienlijke verschillen bestaan in de drainwaterconcentraties ten gevolge van de ruimtelijke variabiliteit van factoren die de uitspoeling beïnvloeden.

Een groot deel van de gemineraliseerde stikstof spoelt uit als nitraat naar de zone tussen bouwvoor en drains, waar het grotendeels gedenitrificeerd wordt. Bij hogere grondwaterstand trad meer denitrificatie op evenals in minder aërobe gronden. Stikstofafvoer uit de drain naar het oppervlaktewater bleek voornamelijk plaats te vinden als opgelost organisch-N (DON) en veel minder als nitraat en ammonium (in de verhouding 3:1:2).

Uit scenarioberekeningen, waarbij 1987 vergeleken wordt met 2000, blijkt dat het erg moeilijk is om de drainageconcentraties onder de grenswaarde te krijgen. Hierbij werd uitgegaan van een vervanging van stalmest en drijfmest door GFT-compost, groenbesters en enkelvoudige kunstmest. Voor P komt hieruit naar voren dat zelfs wanneer er geen P meer toe wordt gediend de grenswaarde niet gehaald zal worden. Wel verminderen de concentraties van N en P in het oppervlaktewater met aanzienlijke bedragen. Een groot deel van de uitspoeling van P bleek echter afkomstig van de in het verleden opgebouwde voorraad in het bodemprofiel, en leek dus minder relatie te hebben met bemesting van dat moment.

Van venige laagjes in het bodemprofiel werd verwacht dat ze een belangrijke bijdrage leveren aan de belasting van het oppervlaktewater met stikstof. Ook wordt er onderscheid gemaakt tussen kwelprofielen en wegzijgingsprofielen, waarbij in kwelprofielen een 20-30% grotere stikstof- en fosfaatbelasting voor het oppervlaktewater op kan treden dan in de wegzijgingsprofielen.

Stoppen van berekening en opzetten van het slootpeil voor de vochtvoorziening zal leiden tot een grotere N-afvoer. Voor P-uitspoeling wordt geen effect berekend.

Uit het scenario waarbij alle GFT-compost is weggelaten en waarin cellulose wordt toegepast voor stuifbestrijding wordt een vermindering van de P-concentraties in het

drainwater gevonden van 0,2 tot 0,6 mg/l. Voor stikstof wordt een extra reductie van 15 kgN/ha/jaar berekend.

Een verbod op de toepassing van drijfmest leek voornamelijk te leiden tot een vermindering van de vervluchtiging van ammoniak. De afvoer naar het oppervlaktewater van N werd met 12 kg/ha/jr verminderd. Voor fosfaat werd geen verandering verwacht, alleen de ophoping van fosfaat in de bodem geschiedt minder snel.

Er werd geen invloed van het tijdstip van inmesten van stalmest gevonden op uitspoeling van stikstof en fosfaat.

Concentraties van N en P in het slootwater lagen over het algemeen van augustus tot november hoger dan in de rest van het jaar en een relatie met de bemesting is niet eenduidig. Veranderingen van week tot week zijn vaak groot.

Scenariostudies PPO-agv

In Sturen op Nitraat (Van Enkevort et al., 2002) en het project N-management op bedrijfsniveau (Van Dijk et al., 2002) is een brede verkenning uitgevoerd naar de N-verliezen op akkerbouw- en vollegrondsgroentebedrijven. Het laatstgenoemde project is vanaf begin 2002 voortgezet als het LNV-project 398-I.5. In dit laatst genoemde project is het de bedoeling ook de economische gevolgen van vergaande bemestings- en teeltmaatregelen door te rekenen.

Methode

Aan de hand van areaalgegevens van het CBS, zijn modelbedrijven voor de bovengenoemde sectoren en regio's geselecteerd. De bemesting vindt volgens Goede Landbouwpraktijk plaats. Als predictorvariabelen zijn de Minas en werkelijke N- en P-overschotten, Nmin_oogst en Nmin_najaar berekend. In deze studie is ook P-kunstmest in het Minas P-overschot opgenomen.

De gevoeligheid van predictorvariabelen voor veranderingen in mestgebruik en inzet groenbemesters

Voor beide sectoren op zowel zand als klei is nagegaan in hoeverre het mestgebruik de verschillende predictorvariabelen en hun onderlinge relaties beïnvloedt. Voor de bedrijven op klei is tevens het effect van de inzet van groenbemesters bij de aanwending van dierlijke mest onderzocht.

Bij alleen kunstmestgebruik is er een redelijk goede relatie tussen het Minas en werkelijk N-overschot (figuur 3.1). Het verband tussen Nmin_najaar en het werkelijk N-overschot is beter dan die tussen Nmin_najaar en Minas N-overschot. De hoogste overschotten en Nmin_najaar worden in de vollegrondsgroenteteelt op zand (zand-vgg) gevonden (tabel 3.5); binnen deze sector is er nauwelijks verband tussen de verschillende predictorvariabelen (figuur 3.1).

Tabel 3.5 Sectorale verschillen in de gemiddelde waarden (\pm s.e.) van verschillende milieu-predictorvariabelen. Km=kunstmest; DOM=dierlijk organische mest en GB = groenbemester. E.O.S is effectief organische stof

Predictorvariabelen	KM	DOM	DOM+GB	KM	DOM
	AKK-klei			AKK-zand/löss	
Minas N-overschot	0 \pm 4	53 \pm 5	42 \pm 4	-1 \pm 3	30 \pm 5
Werkelijk N-overschot	45 \pm 3	98 \pm 3	87 \pm 3	70 \pm 6	101 \pm 8
N-min na oogst	49 \pm 2	49 \pm 2	49 \pm 2	51 \pm 4	51 \pm 4
N-min najaar	86 \pm 2	126 \pm 3	91 \pm 2	85 \pm 4	86 \pm 4
Minas P-overschot	7 \pm 3	9 \pm 3	9 \pm 3	13 \pm 5	16 \pm 5
Werkelijk P-overschotk	16 \pm 4	18 \pm 4	18 \pm 4	31 \pm 7	33 \pm 7
E.O.S	1256 \pm 28	1422 \pm 31	1819 \pm 45	1173 \pm 51	1429 \pm 36
	VGG-klei			VGG-zand	
Minas N-overschot	16 \pm 7	52 \pm 7	45 \pm 7	47 \pm 7	84 \pm 9
Werkelijk N-overschot	85 \pm 4	121 \pm 4	113 \pm 4	153 \pm 5	190 \pm 6
N-min na oogst	51 \pm 4	51 \pm 4		116 \pm 4	116 \pm 3
N-min najaar	96 \pm 10	126 \pm 10	100 \pm 10	154 \pm 8	157 \pm 8
Minas P-overschot	-16 \pm 3	-8 \pm 3	-8 \pm 3	37 \pm 11	67 \pm 7
Werkelijk P-overschot	3 \pm 4	11 \pm 2	11 \pm 2	61 \pm 10	92 \pm 6
E.O.S	1290 \pm 83	1403 \pm 83	1673 \pm 83	871 \pm 93	1177 \pm 102

De relatie tussen de verschillende predictorvariabelen is gemiddelde genomen slechter indien, naast kunstmest, dierlijke mest wordt gebruikt (figuur 3.1). Verschillen tussen sectoren zijn kleiner dan bij alleen kunstmestgebruik, hetgeen grotendeels te verklaren valt uit de lage N-efficiëntie van najaarstoediening van dierlijke mest op klei.

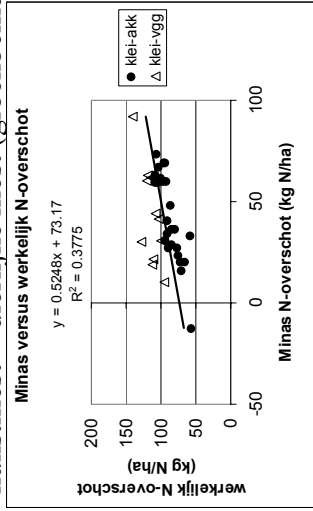
Uit een regressie-analyse (data van kunstmest en dierlijke mestgebruik samengenomen) kwam naar voren dat slechts 49% van de variantie in Nmin_najaar kon worden verklaard uit het werkelijk N-overschot.

Voor klei zijn tevens de onderlinge relaties tussen predictorvariabelen onderzocht als groenbemesters worden ingezet. De inzet van groenbemesters heeft slechts een geringe invloed op de Minas- en werkelijke N-overschotten, maar een grote invloed op de Nmin_najaar (tabel 3.5).

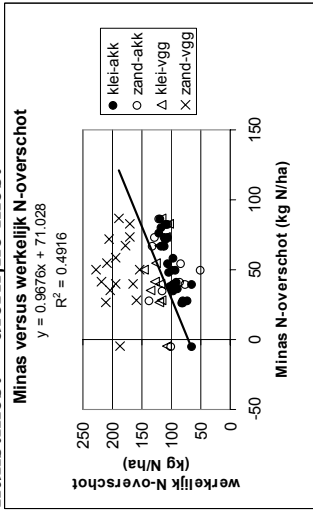
Uit een regressie-analyse (data van wel en geen inzet groenbemesters samengenomen) kwam naar voren dat slechts 19% van de variantie in Nmin_najaar kon worden verklaard uit het werkelijk N-overschot.

Geconcludeerd kan worden dat bij bemesting volgens 'Goede landbouwpraktijk' de relatie tussen het Minas en werkelijk overschot over de sectoren heen redelijk goed is. De inzet van dierlijke mest op zand en in combinatie met groenbemesters op klei, leidt volgens deze scenariostudie tot slechts een geringe toename in Nmin_najaar. Gemiddeld genomen wordt bij de groenteteelt op zandgrond de hoogste overschotten en Nmin_najaar gevonden; de verschillen binnen sectoren (dat wil zeggen tussen bouwplannen) zijn echter groot.

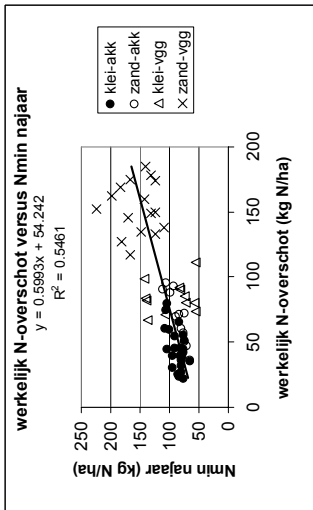
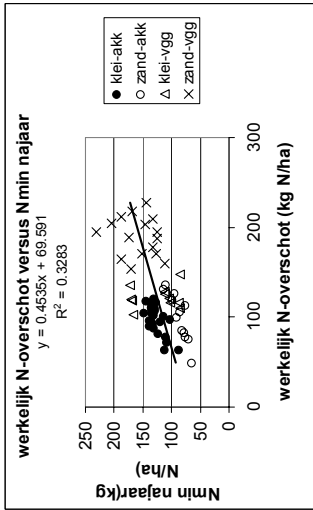
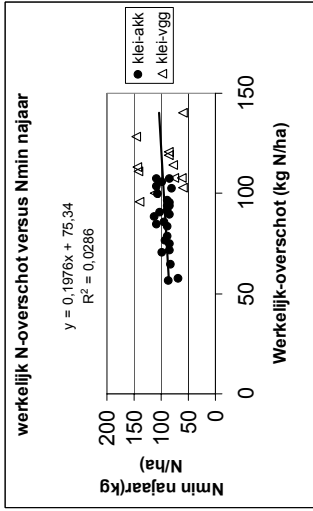
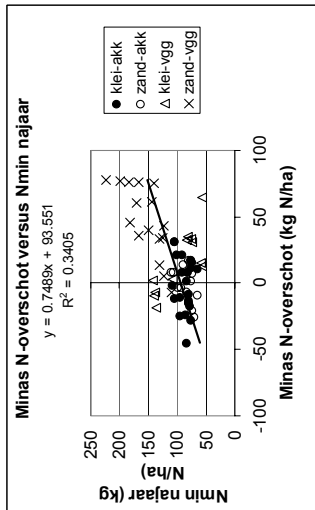
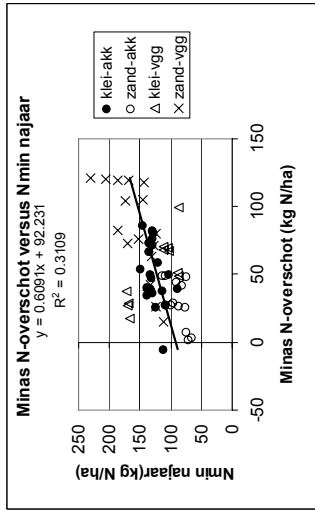
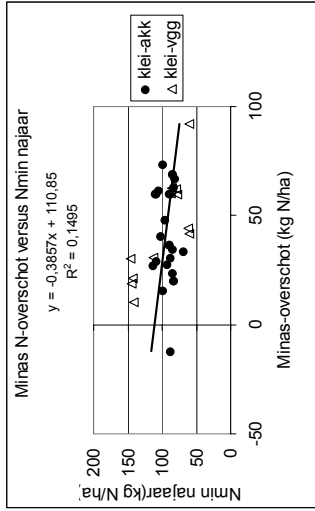
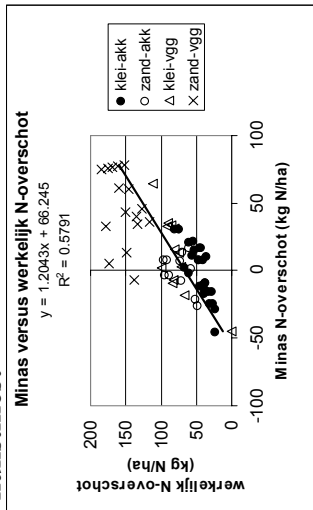
kunstmest + dierlijke mest (groenbemesters)



kunstmest + dierlijke mest



kunstmest

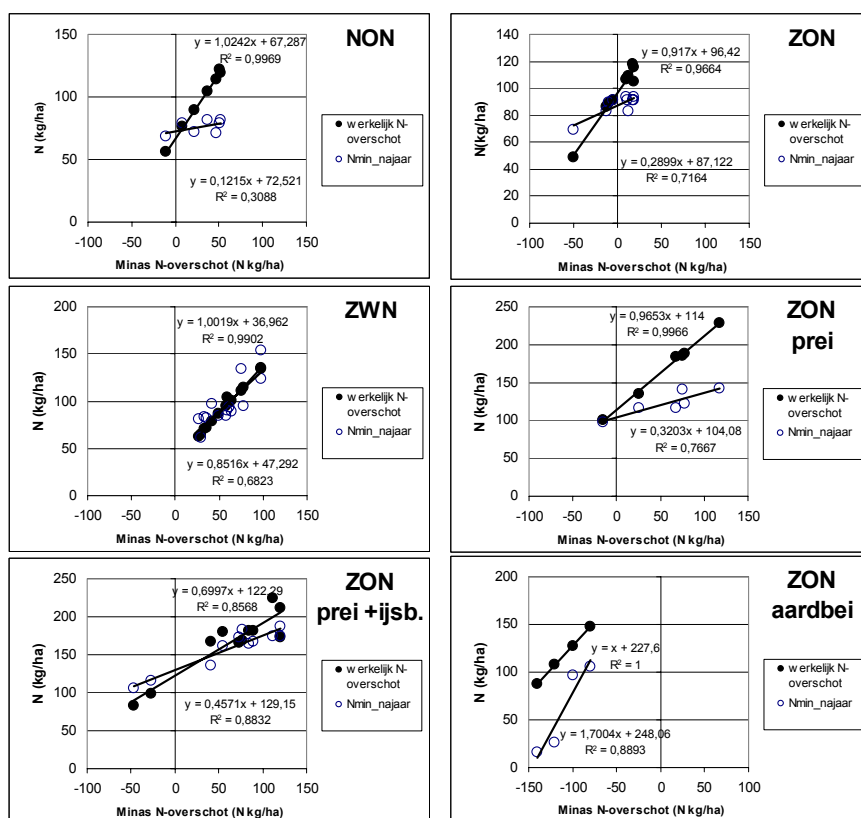


Figuur 3.1 Relatie tussen Minus en werkelijk N-overschot; Minus N-overschot en Nmin najaar en werkelijk N-overschot en Nmin najaar bij gebruik van alleen kunst- mest of kunstmest+dierlijke mest bij akkerbouw en groenteteelt op klei en zand. Tevens is voor beide sectoren op klei het effect van groenbemesters weergegeven

Gevoeligheid van predictorvariabelen voor vergaande maatregelen in de bedrijfsvoering

Voor een aantal bouwplannen (akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt), representatief voor bepaalde regio's, zijn de gevolgen van vergaande bemestings- en teeltmaatregelen op de N-overschotten en N_{min_najaar} doorgerekend. De bouwplannen en maatregelen zijn in bijlage 1 gegeven.

Als voorbeeld zijn per sector voor drie bouwplannen de onderlinge relaties tussen de Minas en werkelijke N-overschotten en de N_{min_najaar} gegeven bij toepassing van verschillende teelt- en bemestingstechnische maatregelen (figuur 3.2). Hierbij is behalve voor het bouwplan ZWN (Zuidwest Nederland) het uitgangspunt dat volgens GLP wordt bemest. Bij ZWN is het uitgangspunt: 'het volledig opvullen van de Minas N-ruimte bij najaarstoediening van dierlijke mest'. Zoals te verwachten valt, zijn binnen een bouwplan de Minas en werkelijke overschotten sterk aan elkaar gerelateerd. In het algemeen is het goed mogelijk de N-overschotten te verlagen (bijvoorbeeld door geen dierlijke mest meer te gebruiken en bij groentebedrijven een tweede teelt te vervangen door een vanggewas). De afname van de N_{min_najaar} is vaak veel geringer; deze afname wordt in veel mindere mate bepaald door de vervanging van dierlijke mest door kunstmest; wel is hier de inzet



Figuur 3.2 Invloed van verschillende teelt- en bemestingstechnische maatregelen op de Minas en werkelijke N-overschotten en N_{min_najaar} bij drie akkerbouwbouwplannen (NON; ZON en ZWN) en drie vollegrondsgroentebouwplannen (ZON prei, prei + ijsbergsla en aardbei) die representatief zijn voor bepaalde regio's. NON = Noordoost Nederland; ZON= Zuidoost Nederland en ZWN= Zuidwest Nederland (zie bijlage 1).

van vanggewassen en het verwijderen van N-rijke gewasresten van belang (zie bijlage 1). Voor ZWN geldt dat de N_{min_najaar} sterk kan worden verlaagd, indien wordt overgegaan op voorjaarstoediening van dierlijke mest of gebruikgemaakt wordt van mestscheidingsproducten. Uit bijlage 1 blijkt dat met name op de bedrijven met prei vergaande maatregelen nodig zijn om de N_{min_najaar} richting 100 kg N/ha te verlagen.

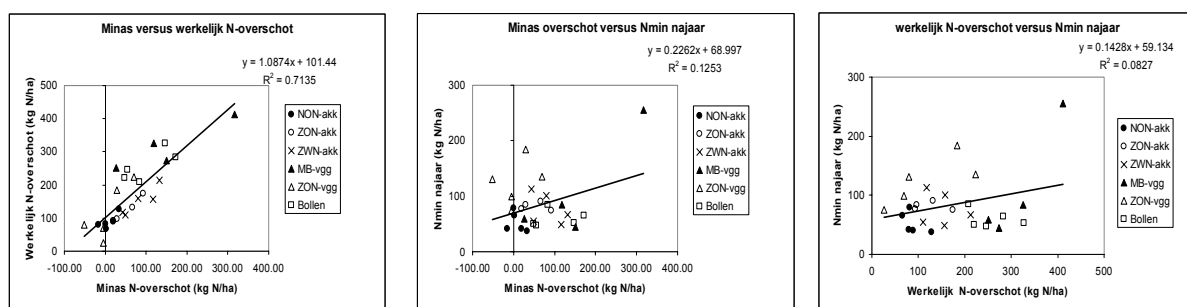
Ontwikkeling nieuwe predictorvariabele

In het exploratief deel van 'Sturen op Nitraat' is door van Enkevort et al. (2001, 2002) middels veldproefgegevens een verband gelegd tussen bemesting volgens advies en de N_{min} na de oogst. Daarnaast is in deze studie de N_{min_oogst} ook middels balansberekeningen berekend. De relatie tussen beide werd gebruikt voor gewassen waarvoor nog geen of onvoldoende experimentele data voorhanden zijn. Vervolgens werd per gewas-teeltbodem-combinatie de N_{min_najaar} berekend. Op basis van de berekende N_{min_najaar} werden deze verschillende combinaties in vier categorieën, naar risico van nitraatuitspoeling, (0-60; 60-120; 120-180 en >180 kg N/ha op 1 dec. in de laag 0-100 cm), ingedeeld.

De belangrijke conclusie van deze studie was dat balansberekeningen op basis van N-mineraal een reëler beeld van het risico van nitraatuitspoeling geven dan die op basis van N-totaal. Dit geldt met name indien de N-gift niet hoger is dan 1,5x de adviesgift. Deze berekende N_{min_najaar} kan mogelijk als predictor voor de risico op N-uitspoeling dienst doen in projecten als Sturen op Nitraat en Telen met Toekomst. Ook kan de werkelijk gemeten N_{min_najaar} worden vergeleken met de berekende N_{min_najaar} . In het laatste geval kan de berekende N_{min_najaar} worden gebruikt als normwaarde (namelijk de verwachte N_{min_najaar} gegeven een bepaald bouwplan en bij bemesting volgens Goede Landbouwpraktijk).

N_{min_najaar} in relatie tot landbouwkundig handelen (Uitwerking Tmt-gegevens)

Voor het kalenderjaar 2001 zijn voor Tmt de relaties tussen Minas en werkelijke N-overschotten en N_{min_najaar} weergegeven (figuur 3.3).



Figuur 3.3 Relatie tussen Minas en werkelijke N-overschotten en N_{min_najaar} voor de akkerbouw; vollegrondsgroenteteelt en bloembollenteelt (Tmt-data, 2001)

Er is een goede relatie tussen Minas en werkelijke N-overschotten (figuur 3.3). De relatie tussen overschotten en Nmin_najaar is ronduit slecht. Voor de bloembollen heeft dit vooral te maken met het feit dat vóór december al veel stikstof is uitgespoeld. De resultaten worden verder sterk beïnvloed door één groentebedrijf in het gebied Midden Brabant.

Voor Tmt is met behulp van multiple regressie getracht de in 2001 gevonden Nmin_najaar te verklaren uit het landbouwkundig handelen. Aangezien in ZWN en in de bloembollen bemesting in het najaar van 2001 wordt gegeven voor het teeltjaar 2002 zijn de N-overschotten, N-dom, N-bemesting en N-aanvoer zowel op basis van het teeltjaar (tj) als kalenderjaar (kj) berekend. Bovendien wordt voor de akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt gebruikgemaakt van de door Van Enckevort ontwikkelde indeling van gewassen op basis van de Nmin_najaar die (in theorie bij netjes bemesten) in de bodem aanwezig is (zie voorgaande). Deze indeling is vervolgens op bedrijfsniveau doorgerekend (Index Nmin_najaar).

Predictorvariabelen

Sector; bodem; % groene braak + groenbemesters; % dubbelteelten, Index Nmin_najaar (zonder bollen); N-advies (zonder bollen); neerslag (sept + okt + nov); N-dom; N-bemesting; N-werkzaam; werkelijk N-overschot; N-bemestingsoverschot; Minas N-overschot; % DOM; % werkz. DOM; N-benutting, kwaliteit en kwantiteit van gewassen en % org. stof. De Nmin_oogst werd niet getoetst, dit omdat Nmin_najaar hiervan niet 'onafhankelijk' is.

Tabel 3.6 Multiple regressie voor Nmin_najaar met maximaal drie predictorvariabelen (+ constante) (Telen met toekomst dataset zonder bloembollen (2001)). + = positieve en - = negatieve correlatie met Nmin_najaar. Tussen haakjes staat de maximale verklaarde variantie bij weglating van de Index Nmin_najaar

verklaarde variantie	predictorvariabelen		
	eerste	tweede	derde
36%	Index Nmin_najaar		
26%	% dubbelteelten		
20%	sector		
19%	N-werkzaam bem.		
19%	werkelijk N-overschot (kj)		
47%	Index Nmin_najaar	+ N-advies	
41%	Index Nmin_najaar	- % groenbemesters	
41%	Index Nmin_najaar	+ N-werkzaam	
(37%)	% dubbelteelten	+ N-advies	
59%	Index Nmin_najaar	+ N-advies	+ % dubbelteelten
49%	Index Nmin_najaar	+ N-advies	+ sector
49%	Index Nmin_najaar	+ N-advies	+ N-werkzaam
(44%)	N-advies	+ % dubbelteelten	+ sector

Voor de akkerbouw en de vollegrondsgroenteteelt wordt verreweg de meeste variantie in N_{min_najaar} door de Index N_{min_najaar} verklaard; gevolgd door het percentage dubbelteelten en de sector (tabel 3.6). Het percentage dubbelteelten is synoniem aan intensieve groentebedrijven. Sector geeft aan dat de N_{min_najaar} lager is voor akkerbouw- dan groentebedrijven. De door de Index N_{min_najaar} verklaarde hoeveelheid variantie is zelfs hoger dan die door de gemeten N_{min_oogst} (data niet gepresenteerd). Bij toepassing van twee en drie predictorvariabelen blijft de Index N_{min_najaar} de belangrijkste verklarende variabele; daarbij wordt de hoeveelheid verklaarde variantie verhoogd door het gemiddelde N-advies, het percentage groenbemesters en het percentage dubbelteelten. Opvallend bij deze analyse is dat alle variabelen die de variantie het beste verklaren op een of andere manier zijn gerelateerd aan de milieuvriendelijkheid van het bouwplan als zodanig. De hoogte van de bemesting (ook als dierlijke mest wordt gebruikt) is daarbij van minder belang. Uit deze resultaten zou ook kunnen worden geconcludeerd dat binnen Tmt in het algemeen netjes wordt bemest.

Voor de bloembollenteelt is de Index N_{min_najaar} nog niet ontwikkeld. In de dataset inclusief bloembollen is het % dubbelteelten (30%) de belangrijkste verklarende variabele (tabel 3.7). Gevolgd door de hoeveelheid werkzame stikstof (17%) en sector (16%). In tegenstelling tot de vorige dataset is hier de hoeveelheid neerslag mede bepalend voor de N_{min_najaar} . Naarmate er in het najaar meer neerslag valt, neemt de N_{min_najaar} af. Bij drie variabelen is de hoeveelheid neerslag zelfs de belangrijkste predictorvariabele. Ook uit deze dataset kan worden geconcludeerd dat vooral het bouwplan en de daarbij behorende gift (N-werkzaam) de N_{min_najaar} bepaalt; daarnaast kunnen regionale verschillen in neerslag van invloed zijn.

Tabel 3.7 *Multiple regressie voor N_{min_najaar} met maximaal drie predictorvariabelen (+ constante) (Telen met toekomst dataset met bloembollen (2001)). + = positieve en - = negatieve correlatie met N_{min_najaar}*

verklaarde variantie	predictorvariabelen		
	eerste	tweede	derde
30%	% dubbelteelten		
17%	N werkzaam		
16%	sector		
10%	Minas N-overschot (kj)		
34%	% dubbelteelten	- neerslag	
34%	N werkzaam	- neerslag	
33%	% dubbelteelten	- N werkzaam	
44%	- neerslag	+ N werkzaam	+
41%	% dubbelteelten	- neerslag	+ Minas N-overschot (kj)
41%	Sector	+ N werkzaam	+ % dom

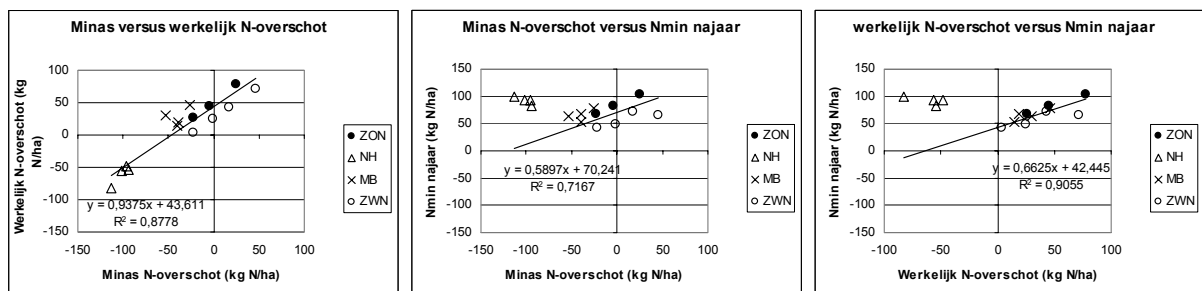
Zoals eerder werd opgemerkt, is de N_{min_najaar} als predictorvariabele voor de waterkwaliteit naar alle waarschijnlijkheid niet bruikbaar in de bloembollenteelt. Een multiple

regressie analyse om de relatie tussen N_{min_najaar} en andere variabelen te bepalen lijkt daarom ook niet nuttig. Wellicht is voor de bloembollenteelt de N_{min_oogst} , maar ook de Index N_{min_najaar} , een belangrijker predictorvariabele voor de potentiële hoeveelheid uit-spoelbare stikstof.

3.2.6 Bedrijfsysteemonderzoek

Bij PPO is van het bedrijfssysteemonderzoek (inclusief Tmt kernbedrijven) een uitgebreide dataset aanwezig van gemeten milieukundige predictorvariabelen. Deze dataset leent zich bij uitstek voor onderzoek naar de gevoeligheid van predictorvariabelen voor (toekomstige) veranderingen in de bedrijfsvoering; daarnaast is deze dataset zeer geschikt voor verificatie van scenariostudies en het testen van de in de scenariostudies ontwikkelde berekende predictorvariabelen. In deze quick scan is als voorbeeld een relatie gelegd tussen de Minas en werkelijke overschotten en de N_{min_najaar} voor verschillende bedrijfssystemen (van intensief naar extensief) voor groentebedrijven in vier regio's.

Net zoals in de scenariostudies is er een goede relatie tussen de Minas en werkelijke N-overschotten (figuur 3.4). Doordat in de bedrijfssystemen te Noord-Holland rekening wordt gehouden met de sterke mineralisatie van de grond zijn hier de overschotten laag. Deze hoge mineralisatie is ook de oorzaak van de hoge N_{min_najaar} in deze regio en van het ontbreken van een relatie tussen teeltsysteem en N_{min_najaar} (figuur 3.4). Voor de andere regio's valt op, dat met name in de regio ZON de N_{min_najaar} sterk op veranderingen in de bedrijfsvoering reageert.



Figuur 3.4 Verband tussen Minas en werkelijke N-overschotten en N_{min_najaar} bij vier bedrijfssystemen voor de groenteteelt (op basis intensiviteit van het bouwplan) in de regio's ZON (Zuidoost Nederland); NH (Noord-Holland); MB (Midden Brabant) en ZWN (Zuidwest Nederland). Bij de laatste twee figuren is de regio NH niet in de lineaire regressie opgenomen

3.2.7 Discussie

Bedrijfsvariabelen

In dit door PPO verzorgde deel van de inventarisatie is voornamelijk ingegaan op de toepassing van milieukundige predictorvariabelen en mindere op economische predictorvariabelen. Voor een gezonde bedrijfsvoering is de koppeling van beide typen

predictorvariabelen onontbeerlijk. Het valt te verwachten dat door de ontwikkeling van een Milieueconomisch Bedrijfsmodel voor de Openteelten (Mebot: LNV programma 398-III) in deze lacune wordt voorzien.

Een van de projectdoelen is het vinden van bedrijfsvariabelen die vroeg in de keten het economisch- en milieurendement van praktijkbedrijven kunnen voorspellen. Dit betekent dat predictorvariabelen dienen te worden ontwikkeld die zo veel mogelijk gebaseerd zijn op de bedrijfsvoering en liefst niet op metingen gedurende of na de teelt. Wel zijn voor de toetsing van bedrijfsvariabelen metingen op praktijkbedrijven noodzakelijk. Wat betreft milieupredictorvariabelen dient daarbij een koppeling te worden gemaakt met de nutriëntenbelasting van het grond- en/of oppervlaktewater. Momenteel wordt deze exercitie in het project Sturen op Nitraat uitgevoerd op perceelsniveau. Dit gebeurt echter niet voor alle sectoren en grondsoorten. Bloembollenbedrijven vallen niet onder Sturen op Nitraat. Op bedrijfsniveau vindt dit momenteel wel plaats in Tmt. Daarnaast zijn er onlangs binnen het LNV-programma 398-III-II diverse projecten gestart waarbij in detail de onderlinge relaties tussen predictoren worden onderzocht. In deze quick scan is op hoofdlijnen ingegaan op deze relaties; de bedoeling hiervan was om input te leveren voor de discussie omtrent de aanpak in dit project.

Kritische noot bij de gebruikte studies

De in dit rapport aangehaalde resultaten zijn gebaseerd op scenariostudies, voorloperbedrijven en bedrijfssysteemonderzoek. De scenariostudies kunnen worden gezien als een sterke versimpeling van de realiteit. Het grootste manco is dat alleen de effecten van het teeltseizoen voorafgaand aan het uitspoelingsseizoen zijn doorgerekend. De lange termijn-effecten van bijvoorbeeld gebruik van dierlijke mest zijn hier dus niet in opgenomen. Daarnaast wordt geen relatie gelegd met de grondwatertrap. In de toekomst zal overigens dit probleem worden opgelost door de koppeling van Mebot aan ANIMO. Het gebruik van data afkomstig van voorloperbedrijven en het bedrijfssysteemonderzoek heeft als nadeel dat in deze projecten in het algemeen volgens GLP of scherper wordt bemest. Dit heeft tot gevolg dat een bepaalde mate van uniformiteit in bedrijfsvoering gaat optreden, waardoor mogelijk de relaties tussen predictoren anders komen te liggen dan die voor praktijkbedrijven. Het is dan ook goed mogelijk dat het gebruik van dierlijke mest op praktijkbedrijven een belangrijker predictorvariabele is dan uit de resultaten van het exploratief deel van deze rapportage blijkt. Het meetnet van het LEI leent zich er dan ook bij uitstek voor om predictoren op praktijkbedrijven te toetsen. Hierbij kan de voetnoot worden geplaatst dat na de invoering van Minas de spreiding in de bedrijfsvoering tussen praktijkbedrijven lager zal zijn dan vóór die tijd.

Onderlinge relaties tussen milieu-predictorvariabelen

In de scenariostudie voor de akkerbouw- en groentesectoren is er een redelijk goed verband tussen de Minas en werkelijke N-overschotten. Binnen de sector vollegrondsgroenteteelt op zand is het verband echter slecht. In deze sector zijn ook de N-overschotten en Nmin_najaar verreweg het hoogst.

Door het gebruik van dierlijke mest nemen de N-overschotten toe. Wel nemen de verschillen tussen sectoren iets af; dit omdat de akkerbouw op klei ten opzichte van de groenteteelt op zand relatief milieuvriendelijker wordt. De werkelijke N-overschotten zijn veel beter gerelateerd aan de N_{min_najaar} dan de Minas N-overschotten. Ook de N_{min_najaar} is voor de vollegrondsgroenteteelt op zand hoog. De spreiding in de waarden van de predictorvariabelen verschilt sterk binnen sectoren. Indien op klei na toediening van dierlijke mest groenbemesters worden ingezet, is er geen of nauwelijks een verband tussen overschotten en N_{min_najaar}. Een deel van de oplossing zou kunnen zijn om bij het berekenen van het werkelijk N-overschot ook de N-opname door groenbemesters mee te nemen.

Uit de gegevens van voorloperbedrijven en het bedrijfssystemenonderzoek blijkt dat de relatie tussen Minas en werkelijk overschot vrij goed is. De relatie met de N_{min_najaar} is zwak. Bij Tmt wordt deze relatie sterk door een bedrijf bepaald. Uit het bedrijfssysteemonderzoek komt onder andere naar voren dat het mineraliserend vermogen van de grond van grote invloed kan zijn op de gevonden N_{min_najaar}.

Met behulp van multiple-regressie is het mogelijk relaties te leggen tussen respons- en predictorvariabelen. In dit rapport wordt daarbij gebruikgemaakt van een nieuwe predictorvariabele, die de N_{min_najaar} op basis van het bouwplan voorspelt. Deze predictorvariabele verklaarde verreweg de grootste hoeveelheid variantie in de werkelijk gemeten N_{min_najaar} in het project Tmt. Daarnaast was opvallend dat andere bedrijfsvariabelen zoals het percentage dubbelteelten en percentage groenbemesters belangrijke predictorvariabelen waren. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat een bedrijf wellicht grote invloed heeft gehad op de uitkomst. Het is dan ook nodig meerdere datasets te toetsen en de gevoeligheid van predictorvariabelen te toetsen bij weglating van 'outliers'. Voor dit project 'monitoring op bedrijfsniveau' lijkt deze nieuw ontwikkelde predictorvariabele veelbelovend te zijn. Dit geldt ook voor bloembollen. Deze predictorvariabele is immers een maat voor de risico van uitspoeling.

De scenariostudies en het bedrijfssystemenonderzoek lenen zich bij uitstek om de gevoeligheid van predictoren te toetsen bij vergaande veranderingen in de bedrijfsvoering. Het is duidelijk dat de mogelijkheden sterk afhangen van het bouwplan. In hoeverre de verschillende scenario's economisch rendabel zijn, wordt in het LNV-programma 398-I-51 nog nader onderzocht.

Rol PPO

Doordat PPO in diverse projecten binnen het LNV-programma 398 participeert, waaronder diverse indicatorenprojecten, en ook in projecten als 'Sturen op Nitraat' en 'Telen met toekomst' kan de in deze projecten verworven kennis direct worden geïmplementeerd in het project monitoring op bedrijfsniveau. Daarnaast levert de ontwikkeling van Mebot goede perspectieven voor het toetsen van diverse milieukundige en economische bedrijfsvariabelen als predictorvariabelen bij aangescherpt beleid. Tevens bezit PPO een groot aantal gegevens van praktijkproeven, voorloperbedrijven en het bedrijfssystemenonderzoek van zowel de gangbare als biologische landbouw.

3.2.8 Conclusies

- Het effect van landbouwkundige maatregelen op het behalen van milieudoelstellingen kan middels verschillende milieupredictorvariabelen worden getoetst. In deze studie zijn de Minas- en werkelijke overschotten en de vóór het uitspoelingsseizoen aanwezige hoeveelheid minerale stikstof in de bodem (N_{min_najaar}) als predictorvariabelen toegepast. Het Pw-getal is een minder goede predictorvariabele, omdat die in het algemeen slechts langzaam reageert op veranderingen in landbouwkundig handelen.
- Uit projecten met voorloperbedrijven blijkt dat de N- en P-overschotten sterk kunnen dalen (richting de overschotten behaald bij bemesting volgens GLP). Voor stikstof geldt dat in de projecten meer rekening wordt gehouden met de werkzame N uit dierlijke mest. Voor fosfaat geldt dat vooral minder kunstmest wordt gebruikt. In de groente- en de bloembollenteelt worden hoge N- en P-overschotten deels veroorzaakt door de behoefte van de deelnemers om het organische stofgehalte in de bouwvoor op peil te houden of te verhogen. De vervanging van dierlijke mest door N- en P-arme meststoffen blijkt in de bloembollenteelt te resulteren in lagere N- en P-uitspoeling. In de biologische landbouw worden hoge P-overschotten mede veroorzaakt doordat de N:P verhouding in dierlijke mest niet aansluit bij de gewasbehoefte.
- Uit de scenarioberekeningen voor de akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt blijkt dat bij bemesting volgens GLP en indien geen groenbemesters worden ingezet slechts 49% van de variantie in de N_{min_najaar} kan worden verklaard uit het werkelijke N-overschot. Op klei is dit slechts 19% als ook de variant dierlijke mest gebruik plus inzet groenbemesters wordt meegenomen.
- Uit deze berekeningen blijkt dat het N-overschot met gemiddeld 50 kg N/ha toeneemt indien op klei dierlijke mest naast kunstmest wordt gebruikt. De inzet van groenbemesters bij dierlijk mestgebruik in het najaar heeft slechts een gering verlagend effect op de N-overschotten; maar door de inzet van groenbemesters neemt de N_{min_najaar} nauwelijks toe ten opzichte van alleen kunstmestgebruik. Ook laten deze berekeningen zien dat het gebruik van dierlijke mest op zand nauwelijks invloed heeft op de N_{min_najaar}. Bij jaar op jaar toediening van dierlijke, maar ook plantaardige mest kan echter zowel in als buiten de N-opnameperiode van gewassen een behoorlijke hoeveelheid extra minerale stikstof vrijkomen. Indien hiermee geen rekening wordt gehouden, hetzij via een verlaagde N-gift of hetzij door de inzet groenbemesters, zal deze stikstof toch in de loop van de tijd uitspoelen.
- Uit de scenariostudies waarbij de effecten van vergaande landbouwkundige maatregelen op milieupredictorvariabelen zijn onderzocht, blijkt dat ondernemers mogelijk verschillende keuzes maken indien (aangescherpte) Minasnormen c.q. de N_{min_najaar} als predictorvariabele wordt gebruikt. In het eerste geval zit het perspectief vooral in het vervangen van dierlijke mest door kunstmest. In het tweede geval bieden groenbemesters en het verwijderen van N-rijke gewasresten meer perspectief. De landbouwkundige maatregelen die ondernemers zullen benutten om tot lagere N-overschotten of tot een lagere (potentiële) N_{min_najaar} te komen, kunnen dus sterk verschillen.

- Uit deze studie is ook naar voren gekomen dat met name voor de groenteteelt op zand vergaande maatregelen nodig zijn om de N_{min_najaar} tot circa 100 kg N/ha te verlagen.
- Uit de regressieanalyse van de Tmt-bedrijven blijkt dat vooral de potentieel uitspoelbare stikstof, berekend op basis van het bouwplan en de daarbij behorende bemesting volgens GLP (Index N_{min_najaar}), de variantie in N_{min_najaar} bepaalt. Hierbij is ook het areaal groenbemesters en dubbelteelten van belang. De N-overschotten (Minas en werkelijk) lijken van minder belang.
- Uit het bedrijfssysteemonderzoek komt onder andere naar voren dat op sterk mineraliserende gronden het N-overschot weinig voorspellende waarde heeft voor de N_{min_najaar}.
- Uit onderzoek aan bloembollen blijkt dat de N_{min_oogst} voor deze sector waarschijnlijk een belangrijker milieupredictor is dan de N_{min_najaar}. Dit omdat al veel stikstof voor 1 december is uitgespoeld.

3.3 Kennis uit projecten van PRI en anderen ¹

3.3.1 Telen met toekomst

Korte beschrijving van het project

In het project Telen met toekomst werken agrarische ondernemers, adviseurs van DLV, onderzoekers van Wageningen UR, het RIVM en het CLM nauw samen om begaanbare wegen te vinden naar het bedrijf van de toekomst. Telen met toekomst is een breed opgezet project met vele aspecten. Het project is in 2000 gestart en heeft een looptijd van vier jaar. Het combineert diepgaand onderzoek met het uitwerken van praktische maatregelen om te kunnen voldoen aan toekomstige hoge milieueisen (De Buck et al., 2000). De hoofddoelen zijn:

- het ontwikkelen, toepassen en verbeteren van voorbeelden van duurzame bedrijfssystemen in de sectoren akkerbouw, vollegrondsgroenteteelt, bloembollen en boomteelt;
- het communiceren van de projectresultaten naar collega-ondernemers en andere actoren in de agrarische praktijk en relevante groepen in de samenleving.

Ruim 30 agrarische ondernemers (voorloperbedrijven) nemen in Telen met toekomst het voortouw. Hun akkerbouw-, vollegrondsgroente-, bollen- en boomteeltbedrijven bevinden zich in regio's met gemiddeld hoge overschotten op de mineralenbalans. Voor deze ondernemers is het niet eenvoudig de uitstoot van mineralen te verminderen en te voldoen aan de eindnormen van Minas. Op vier regionale proeflocaties van het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO), de kernbedrijven, zijn duurzame teeltmethodes en productiesystemen die het milieu sparen, in ontwikkeling. Alleen van deze bedrijven worden hier de gegevens gepresenteerd.

¹ De auteurs van paragraaf 3.3 zijn J. Groenwold en A.E.G. Tonneijck (PRI).

Elk kernbedrijf kent een aantal extreme onderzoeksvarianten om vergaande maatregelen te kunnen toetsen. Hierbij staat het halen van milieueisen voorop. Risico's worden bij deze zogenaamde 'analyse'-varianten bewust niet gemeden. Varianten die dicht bij de praktijk staan worden 'synthese'-varianten genoemd. Hoewel bij deze varianten ook het realiseren van de milieudoelen centraal staat, gaan ze veel minder ver in de te nemen maatregelen.

De kernbedrijven (tabel 3.8) hebben als opdracht de streefwaarden met name voor het milieu zo snel mogelijk te bereiken en op procesniveau het inzicht te verdiepen in de relatie tussen maatregelen en resultaat. Voor het milieudoel betekent dit bijvoorbeeld dat zo snel mogelijk voldaan moet worden aan de meest stringente milieunormen voor emissies naar lucht, grond- en oppervlaktewater, waarbij randvoorwaarden gesteld worden voor duurzaamheid (behoud bodemvruchtbaarheid) en gebruik van organische mest. Voor stikstof betekent dit maximaal 25 mg nitraat per liter grondwater (5,6 mg N/l) en 1 mg N per liter in het oppervlaktewater. De streefwaarde voor fosfaat in grondwater is voor zandgronden gesteld op 0,4 mg P/l en voor veen en klei op 3,0 mg P/l. Voor oppervlaktewater is dit 0,05 mg/l (Neeteson et al., 2001).

Tabel 3.8 Ligging van de kernbedrijven

Sector	Regio	Bedrijf	Locatie
Akkerbouw	ZON	Vredepeel	Vredepeel
Vollegrondsgroente	ZON	Meterik	Horst
Bloembollen	NWN	De Noord	St. Maartensbrug
Boomteelt	ZON	Meterik	Horst

Opzet en uitvoering van de monitoring

Een belangrijk deel van het onderzoeksplan wordt ingenomen door de monitoring van relevante nutriëntenstromen om zodanig kwantitatieve relaties te kunnen leggen tussen maatregelen en bijbehorende milieuprestaties. Kwantificering van nutriëntenstromen is nodig om het belang van voorgestelde teelt- en bemestingsstrategieën voor de te behalen milieudoelen te beoordelen.

- Op de Kernbedrijven worden de volgende metingen verricht (Booij et al., 2001):
- N- (totaal en N-NH₄⁺) en P-gehalte van elke partij dierlijke mest;
 - N- en P-gehalten van de gewassen (gewasresten + marktbaar product);
 - opname van N en P door elk gewas;
 - P parameters ter karakterisering van de P dynamiek en P voorraad van relevante bodemlagen (P-totaal, P_i-getal, P-adsorptie-isotherm (PAI), P verzadigingsgraad (Pox/(Feox+Alox) en P_w-getal) bij aanvang en halverwege en aan het einde van de looptijd van het project. PAI wordt eenmalig bepaald;
 - waterfluxen (debietmetingen), alleen Vredepeel en Meterik;

- fluxen van N₂O door denitrificatie, capaciteitsmeting op maximaal twee van de vier onderzoeksbedrijven tevens validatiemetingen ondersteund met aanvullende N-min metingen op 1 kernbedrijf;
- uitspoeling van N en P naar grondwater of naar oppervlaktewater via drains;
- N-min bij aanvang, elk jaar na de oogst en in het late najaar voor de winter per perceel;
- nitraatgehalten in het bovenste grondwater of van het drainwater maandelijks gedurende vier meetjaren;
- potentiële mineralisatie in drie proefjaren;
- uitgangstoestand AGO (Algemeen Grondonderzoek) per bedrijf per perceel;
- op een beperkt aantal percelen zal op de kernbedrijven aandacht aan de organische stof dynamiek geschonken worden.

Resultaten en conclusies

Alle kernbedrijven voldeden in 2001 aan de Minas-normen 2003. De resultaten van de mineralenbalansen op deze bedrijven staan vermeld in tabel 3.9. De stikstofoverschotten van het kernbedrijf boomteelt zijn op dit moment nog niet bekend.

Tabel 3.9 Resultaten 2001 van de verschillende varianten op de kernbedrijven voor akkerbouw, vollegrondsgroenteteelt en bollenteelt. Overschotten mineralenbalansen van stikstof (kg N/ha) en fosfaat (kg P₂O₅/ha), en voorraad uitspoelbare minerale stikstof (kg N/ha) in het najaar (november), 0-90 cm

Kernbedrijf	Variant	Stikstof	Fosfaat	Minerale stikstof in nj
Vredepeel akkerbouw	'Synthese'	118	16	53
	'Analyse2'	70	-35	37
	Doel	90		45
Meterik vollegrondsgroenten (bladgewassen)	'Synthese'	86	-40	53
	'Analyse'	5	-48	62
	Doel	90		45
De Noord bloembollenteelt	'Synthese'	171	5	n.b.
	'Analyse'	106	-9	n.b.
	Doel	90		

n.b. = niet bekend.

Bron: Telen met toekomst, jaarverslag 2001.

De volledige balansen van de 'synthese'-varianten zijn aan de hoge kant (86-171 kg N/ha). De 'analyse'-varianten hebben lagere stikstofoverschotten (5-106 kg N/ha). De fosfaatoverschotten zijn in alle gevallen minder dan 20 kg P₂O₅/ha en vaak negatief. De hoeveelheid minerale stikstof in het najaar, in de laag 0-90 cm, ligt tussen 35 en 65 kg. De verschillen tussen de systemen zijn hier in het algemeen klein.

Op het kernbedrijf Vredepeel voor de akkerbouw bestaan de verschillen tussen de 'analyse2'-variant en de 'synthese'-variant vooral uit een verlaagde aanvoer van mest (geen

dierlijke mest) en een grotere inzet van groenbemesters. Dit is terug te vinden in de resultaten. De gestelde streefwaarden voor stikstof en fosfaat werden gehaald in de 'analyse'-variant en niet in de 'synthese'-variant. Op Meterik, het kernbedrijf voor vollegrondsgroenten, waren de verschillen in stikstofoverschot tussen de beide varianten erg groot, al werd bij beide de streefwaarde van 90 kg N/ha gehaald. Ook hier is er bij de 'analyse'-variant geen aanvoer van dierlijke mest. Op De Noord, het kernbedrijf voor de bollenteelt, was er ook een groot verschil in stikstofoverschot tussen de beide varianten, maar hier voldeed geen van beide aan de streefwaarde.

De resultaten van nitraatmetingen op Vredepeel in het grondwater laten zien dat het nitraatgehalte van gemiddeld 60 mg/l bij de 'analyse'-variant duidelijk lager ligt dan die van 100 mg/l bij de 'synthese'-variant. Hier waren er grote verschillen tussen de gewassen. Zomergerst en suikerbieten gaven veel minder uitspoeling te zien dan een dubbelteelt van peulvruchten. Voor de kernbedrijven zal het zeer moeilijk worden de doelstelling van 25 mg N per liter grondwater te halen.

3.3.2 Koeien & Kansen

Korte beschrijving van het project

Het voorloperproject 'Koeien & Kansen' is gestart in 1999 als praktijkgericht vervolg van het onderzoek dat sinds 1991 op De Marke, het Proefbedrijf voor Melkveehouderij en Milieu, wordt uitgevoerd, en heeft een looptijd van 6 jaar (Anonymous, 2000; Oenema et al., 2001). Het project omvat 17 melkveebedrijven, die samen een gemotiveerde doorsnee van de Nederlandse melkveehouderij vertegenwoordigen. De bedrijven liggen verspreid over heel Nederland en vertonen onderling grote verschillen wat betreft schaal, intensiteit, grondsoort en bedrijfsstijl. Klei, veen, zand, löss, intensief en extensief zijn in het project vertegenwoordigd. De hoofddoelen zijn:

- het in de praktijk ontwikkelen, onderzoeken en demonstreren van duurzame melkveehouderij onder verschillende omstandigheden op diverse grondsoorten;
- bewustwording van en kennisoverdracht naar andere melkveehouders.

Meer concreet betreffen de doelstellingen voor de bedrijven:

- mineralen: binnen een jaar voldoen aan de Minas-eindnormen;
 - een fosfaatverlies van maximaal 20 kg/ha;
 - een stikstofverlies op grasland van maximaal 180 kg/ha (droge zandgrond 140 kg/ha);
 - een stikstofverlies op bouwland van maximaal 100 kg/ha (droge zandgrond 60 kg/ha);
- gewasbeschermingsmiddelen: Meerjarenplan Gewasbescherming (MPJG): maximaal 0,44 kg actieve stof bestrijdingsmiddel per hectare gras en 0,90 kg actieve stof per hectare maïs;
- energie: 33% minder energieverbruik dan op het gemiddelde melkveebedrijf in 1995;
- per bedrijf doelstellingen voor: waterverbruik, zware metalen, natuur en landschap, dierlijk welzijn en diergezondheid.

Opzet en uitvoering van de monitoring

Mineralenspoor

Van elk bedrijf zijn de stikstof- en fosforstromen verwerkt tot mineralenbalansen en mineralenkringlopen (Oenema et al., 2000; Oenema en Aarts, 2001). De mineralenbalansen zijn per bedrijfssysteem en per bedrijfscomponent opgesteld. De bedrijfscomponenten zijn: VEE, MEST, BODEM en GEWAS. Deze componenten zijn de schakels in de mineralenkringloop van het bedrijf.

De mineralenbalansen (N en P) worden onderverdeeld in:

- bedrijfsbalans;
- Minas-balans;
- deelbalansen per bedrijfscomponent;
- gewasbalansen;
- perceelsbalansen.

Het verzamelen van de gegevens gebeurt grotendeels op het bedrijf zelf via een uitgebreid vragenformulier (tabel 3.10).

Nitraat

Naast de registratie van bedrijfsgegevens wordt ook de milieukwaliteit gemeten (uitspoeling van nitraat en de vervluchtiging van ammoniak). Dit moet antwoord geven op de vraag wat het effect van de bedrijfsvoering is op de feitelijke milieukwaliteit. De binnen 'Koeien & Kansen' gebruikte nitraatgegevens worden verzameld door het RIVM, in het kader van de Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM). Ze hebben betrekking op de bovenste meter van het grondwater.

De monsters voor klei-, zand en lössbedrijven worden elk jaar verzameld in de periode juli tot november, en voor de veenbedrijven in de winterperiode. Naast putwatermonsters worden op bedrijven met drainagebuizen en/of sloten ook drain- en slootwatermonsters genomen.

Voor zandgrond worden 48 monsters per bedrijf genomen en voor klei en veen 16. De nitraatconcentratie wordt voor elk meetpunt in het veld bij benadering bepaald met een kleurtest (Nitracheck). Vervolgens worden van alle monsters van een bedrijf vier mengmonsters gemaakt, die in het laboratorium worden geanalyseerd op nitraat en fosfaat. Details over de bemonsterings- en analysemethoden zijn beschreven in Fraters et al. (2000).

In het kader van het project 'Sturen op Nitraat' worden er ook nitraatmetingen door Alterra (volgens RIVM protocol) uitgevoerd op 'Koeien & Kansen'-bedrijven op zand- en lössgronden. Verder wordt binnen dit project in het najaar de hoeveelheid minerale stikstof (N_{min}) in het bodemprofiel (0-90 cm) bepaald. De metingen in 'Sturen op Nitraat' hebben ten doel om relaties op het niveau van zogenaamde Clusters vast te leggen. Een cluster is een areaal dat homogeen is voor grondsoort, grondwaterregime en gewas. De clustergrenzen zijn geheel onafhankelijk van perceelsgrenzen. Zodoende zijn de gemiddelden van deze metingen niet representatief als bedrijfsgemiddelde.

Tabel 3.10 Overzicht van op de bedrijven verzamelde gegevens

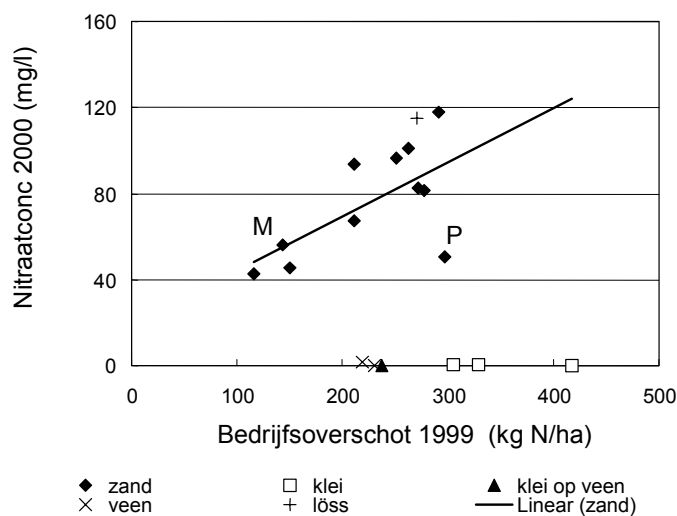
Bedrijfsgegevens	Eenheid
Cultuurgrond	
Oppervlakte per perceel	ha
Gewas per perceel	gras, maïs, overige
Bemesting	
organische bemesting	
- hoeveelheid bemesting per perceel	m ³ /ha
- gehaltes organische mest	kg N en P/ton
- methode toediening grasland en maïsland	bijv. zodebemesting
- begin- en eindvoorraden org. Mest	m ³
- aan- en afvoer org. Mest	m ³ of ton
- gehaltes aan- en afvoer org. Mest	kg N of P/ton
kunstmest	
- stikstofgift grasland en maïsland	kg N/ha
- fosfaatgift grasland en maïsland	kg P/ha
klaver	
- hoeveelheid klaver in grasland	geschat %
Beweidingsstelsel	
inscharen en opstallen melkvee en jongvee	data, bijv. op 15 mei inscharen
beweidingsstelsel melkvee en jongvee	onbeperkt/standweiden/etc.
gemiddelde duur weideperiode/dag melkvee en jongvee	uren/dag
Rantsoen/voeding	
krachtvoer	
- aankoop kracht- en mengvoer	kg
- kwaliteit krachtvoer	% ds, N, P
- begin- en eindvoorraden krachtvoer	kg
ruwvoer	
- aankoop ruwvoer	kg of kg ds
- kwaliteit aankoop ruwvoer	% ds, N, P
- verkoop ruwvoer	kg of kg ds
- hoeveelheid ingekuild gras	m ³ of ton
- kwaliteit ingekuild gras	% ds, N, P
- hoeveelheid eigen teelt voedermiddelen (o.a. maïs)	m ³ of ton
- kwaliteit eigen voedermiddelen	% ds, N, P
- begin- en eindvoorraden ruwvoer	soort + m ³ of kg
Veestapel	
gemiddeld aanwezige dieren per diersoort	aantal
aan- en verkoop dieren	aantal
aanwezige dieren begin en einde jaar	aantal
Melkproductie	
geleverde melk aan fabriek	kg
huisverkoop + zuivelbereiding	kg
privé-gebruik	kg
kwaliteit	% eiwit en % vet

Bron: Oenema et al., 2000.

Resultaten en conclusies

In Oenema et al. (2000) worden de resultaten van 1997 tot 2000 weergegeven:

- het gemiddelde stikstofoverschot op de werkelijke bedrijfsbalans is afgenomen van 267 kg N/ha in 1997/1998 tot 205 kg/ha in 2000;
- in 1997/1998 lag het Minas-overschot 59 kg N/ha boven de eindnorm. In 2000 lag het 20 kg onder de eindnorm. In het jaar 2000 voldeden 11 van de 17 bedrijven aan de Minas-eindnorm 2003;
- de bedrijfsgemiddelde nitraatconcentraties lagen in het jaar 2000 voor de zandgronden (inclusief löss) tussen 40 en 120 mg/l en voor de klei- en veengronden tussen 0 en 5 mg/l.;
- voor het meetseizoen 1999/2000 werd er op de zandgronden (inclusief löss) een duidelijk lineair verband geconstateerd tussen het bedrijfsoverschot en de bedrijfsgemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater (figuur 3.5). De figuur vertoont een vrij sterke samenhang tussen het bedrijfsoverschot en de nitraatconcentratie in grondwater, mits de relatie beperkt wordt tot de zandgrond. Lineaire regressie tussen beide grootheden levert een rechte die vrijwel door de oorsprong gaat ($y = 0.25x + 19$; $R^2 = 0.41$). Voor de veen- en kleigronden bleken de nitraatwaarden in alle gevallen zeer laag. Het verband met het bedrijfsoverschot is daar eenvoudig: bij alle overschotwaarden werd een nitraatconcentratie van vrijwel nul (< 5 mg/l) gevonden;
- de nitraatconcentratie vertoonde met het Minas-overschot een minder goed verband dan met het bedrijfsoverschot op zandgrond (figuur 3.6). Lineaire regressie levert hier de vergelijking $y = 0.11x + 58$; $R^2 = 0.15$.

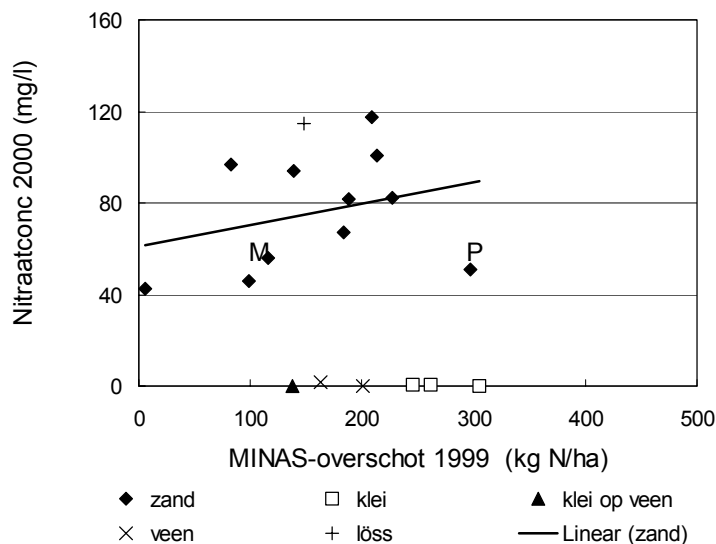


Figuur 3.5 Relatie tussen het bedrijfsoverschot in het jaar 1999 en de nitraatconcentratie gemeten in het jaar 2000 (lineaire regressie is alleen uitgevoerd voor de bedrijven op zandgrond). Het bedrijf Post gelegen op dalgrond (gemarkeerd P) vertoont een lagere nitraatwaarde dan de andere zandbedrijven bij vergelijkbaar overschot. Het datapunt M heeft betrekking op Proefbedrijf De Marke

Bron: Oenema et al. (2002).

De zwakkere samenhang wordt verklaard doordat de Minas-systematiek de aanvoerposten depositie en N-binding door vlinderbloemigen buiten beschouwing laat en rekening houdt met een extra afvoerpost 'diercorrectie' (toegestane gasvormige verliezen). Ook voorraadverschillen worden in Minas buiten beschouwing gelaten.

- Op de zandgronden bleek de grenswaarde van 50 mg nitraat per liter overeen te komen met een bedrijfsoverschot in de orde van 100 à 150 kg N/ha;
- de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater vertoonde geen duidelijk verband met het bodemoverschot op gewasniveau per bedrijf (aggregatie van alle grasland-respectievelijk bouwlandpercelen);
- de nitraatconcentraties vertoonden geen samenhang met het perceelsoverschot. Dit wordt vooral toegeschreven aan het beperkt aantal monsters per perceel (afzonderlijke Nitracheck bepalingen). De variatie in nitraatconcentratie binnen een perceel is dermate groot dat een enkelvoudige waarneming een slechte schatter is voor het perceelsgemiddelde. Bovendien kunnen er relatief grote fouten worden gemaakt met het berekenen van de perceelsoverschotten, veroorzaakt door de verdeling van de totale hoeveelheid weidemest (aanvoer) en weidegras (afvoer) over de afzonderlijke percelen.



Figuur 3.6 Relatie tussen het Minas-overeschot in het jaar 1999 en de nitraatconcentratie gemeten in het jaar 2000 (lineaire regressie is alleen uitgevoerd voor de bedrijven op zandgrond). Het bedrijf Post gelegen op dalgrond (gemarkeerd P) vertoont een lagere nitraatwaarde dan de andere zandbedrijven bij vergelijkbaar overschot. Het datapunt M heeft betrekking op Proefbedrijf De Marke

Bron: Oenema et al. (2002).

Geconcludeerd kan worden dat op bedrijfsniveau op zandgronden een duidelijk lineair verband bestaat tussen het bedrijfsoverschot en de bedrijfsgemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater. Het vaststellen van een relatie tussen deze

grootheden op perceelsniveau vereist een veel intensiever meetprogramma dan tot op heden is uitgevoerd.

3.3.3 Gelders nitraatreductieprogramma NIMF

Korte beschrijving van het programma

Het programma NIMF (N-impuls, milieukundige en financiële effecten) heeft een looptijd van 2000 t/m 2003. Met dit programma levert de provincie, samen met in studiegroepverband samenwerkende Gelderse agrarische ondernemers, Waterleidingbedrijf Gelderland en anderen een krachtige impuls aan de kennisontwikkeling en -verspreiding inzake mineralenmanagement op droge zandgronden in Oost-Gelderland (Denters en Korevaar, 2002). Doelen van dit project zijn:

- het versneld realiseren van de Minas-verliesnormen op droge zandgronden in Oost-Gelderland. Versneld betekent dat de deelnemende bedrijven een jaar eerder dan wettelijk verplicht voldoen aan de normen, dus in 2002 al voldoen aan de verliesnormen die gelden voor 2003 (140 kg N/ha voor grasland en 60 kg N/ha voor bouwland);
- max. 50 mg nitraat/l in ondiep grondwater.

Het programma is opgebouwd uit zes projecten, die samen het geheel van effectiviteit van maatregelen, financiële gevolgen voor de bedrijven en reductie van de nitraatbelasting van het bovenste grondwater in kaart brengen. Er vindt een directe afstemming en samenwerking plaats met de landelijke projecten Sturen op Nitraat, Praktijkcijfers 2 en Koeien & Kansen. Twee van de zes projecten zijn hier relevant en verder uitgewerkt.

Verbredingsproject nitraat droge zandgronden (DLV)

Korte beschrijving van het project

Het project is in 2002 in het derde jaar binnen het veelomvattende en samenhangende programma NIMF. De 55 deelnemende agrarische bedrijven worden gestimuleerd om in 2002 te voldoen aan de Minas-verliesnormen voor droge zandgrond 2003 (Denters en Korevaar, 2002). Daarnaast ligt de nadruk op de noodzakelijke reductie van de nitraatbelasting in kwetsbare waterintrekgebieden in Gelderland. De doelen zijn:

- versneld realiseren van de Minas-verliesnormen voor N op 55 deelnemende bedrijven in vier gebieden ('t Klooster-Hengelo, Neede-Borculo, Varsseveld en Oost Veluwe);
- het geven van een krachtige impuls voor kennisontwikkeling en -verspreiding inzake mineralenmanagement.

Opzet en uitvoering van de monitoring

In 2000 zijn bedrijfsplannen opgesteld en zijn de effecten van een pakket van maatregelen doorgerekend. Het toepassen van Goede Landbouw Praktijkmaatregelen is daarbij het uitgangspunt. In 2001 hebben de deelnemers dit pakket van maatregelen toegepast. In 2002

gaan alle bedrijven zich richten op het realiseren van de verliesnormen van 2003 voor droge zandgronden.

Maatregelen:

- bemestingsplan drijfmest en kunstmestgebruik en gebruik van BAP (Bemestings Advies Programma);
- grondgebruiksplan: keuze aandeel gras en maïs in bouwplan;
- inzet vernieuwende technieken stikstofmeting N-totaal;
- optimalisatie aankoop krachtvoer en ruwvoer;
- optimalisatie eigen ruwvoeropbrengst;
- gebruik van beregeningsplanner in verband met bemesting;
- in weideperiode rantsoenoptimalisatie, opbrengstbepaling met grashoogtemeter;
- bij de bemesting van snijmaïs nitraatmetingen in de bouwvoor via Nitracheck;
- rantsoenoptimalisatie gedurende de stalperiode.

Resultaten en conclusies

Bij 35 deelnemers in Hengelo, Neede en Borculo (in 2000 gestart met het project) is de gemiddelde verliesnorm in een jaar tijd met 35 kg N teruggebracht naar ruim 150 kg N/ha en ligt daarmee onder de norm van 2003. Ongeveer de helft van de deelnemers haalde in 2001 de verliesnorm voor 2003 en circa 20% de verliesnormen voor 2003 op droge zandgronden (Anonymous, 2002). Boven verwachting heeft in 2001 ongeveer 20% van de deelnemers door de mineralenbenutting te optimaliseren, de verliesnormen van 2003 al gerealiseerd.

Integrale monitoring nitraat in 't Klooster (KIWA)

Korte beschrijving van het project

Rond de waterwinning 't Klooster van Waterbedrijf Gelderland is een meerjarige groot-schalige praktijkproef opgezet waarbij samen met landbouwers maatregelen worden ontwikkeld en uitgevoerd die moeten leiden tot een gemiddelde nitraatconcentratie onder de 50 mg/l in het ondiepe grondwater (zie Verbredingsproject nitraat). Om het effect van deze maatregelen op de kwaliteit van het ondiepe grondwater te kunnen evalueren is een meetprogramma opgesteld. Het project beoogt het jaarlijks uitvoeren van een monitoring voor nitraat in ondiep grondwater onder landbouwpercelen en natuurgebied en in klein oppervlaktewater in het intrekgebied 't Klooster bij Hengelo waarmee het effect van nitraatreductiemaatregelen in beeld wordt gebracht (Denters en Korevaar, 2002).

Opzet en uitvoering van de monitoring

Met RIVM (De Marke en Koeien & Kansen) en Alterra (Sturen op Nitraat) vindt afstemming plaats over de meetprotocollen voor nitraatmeting in ondiep grondwater en uitwisseling van gegevens. Het landbouwgebied bestaat uit twee deelgebieden, namelijk 't Klooster ten westen van het natuurgebied 't Zand en Wolfersveen ten oosten van 't Zand. Het meetnet in het landbouwgebied bestaat uit 50 percelen die naar rato zijn verdeeld over nat grasland, droog grasland, nat bouwland en droog bouwland. Per perceel worden 8 monsters genomen, die in het laboratorium tot een mengmonster worden samengevoegd. In het natuurgebied is gebruik gemaakt van een grondwaterkwaliteitmeetnet van Waterbedrijf

Gelderland. Dit meetnet bestaat uit 20 locaties ieder bestaande uit 2 waarnemingsputten. Beide gebieden worden in de herfst bemonsterd (Van Beek en Baggelaar, 2001).

In de herfst van 2000 zijn nitraatconcentraties in het bovenste grondwater gemeten op de landbouwpercelen en in het natuurgebied (uitgangssituatie). Het is de bedoeling om de metingen in 2001, 2002 en 2003 te herhalen en deze op programmaniveau te relateren aan de maatregelen die deelnemende bedrijven in het kader van het verbredingsproject treffen.

Voor 2002 is een additioneel voorstel opgenomen om aanvullende metingen te doen aan de temporele spreiding van nitraatgehaltes gedurende het jaar. Hieruit kan het optimale bemonsteringsmoment worden afgeleid. In andere projecten worden namelijk nitraatgehalten gemeten in het voorjaar in plaats van in het najaar.

Resultaten en conclusies

In de jaren 1989, 1991 en 1993 is er ook onderzoek gedaan naar de nitraatconcentraties in het ondiepe grondwater die betrekking hebben op hetzelfde gebied als het jaar 2000 rond 't Klooster. Uit de vergelijking van enerzijds de jaren 1989 en 1993 met 2000 lijkt de gemiddelde concentratie van nitraat in het ondiepe grondwater minder te zijn geworden (tabel 3.11). Daaruit zou kunnen worden afgeleid dat de aanvoer van stikstofmeststoffen in de loop der jaren is verminderd.

Tabel 3.11 Gemiddelde nitraatconcentraties (mg NO₃/l) in het ondiepe grondwater

't Klooster				Wolfers veen	Nat grasland	Nat bouwland	Droog grasland	Droog bouwland	Natuur gebied
1989	1991	1993	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
160	263	134	121	89	94	99	94	134	19

Bron: Van Beek en Baggelaar, 2001.

De nitraatconcentratie in 2000 in Wolfersveen is lager dan in 't Klooster (niet statistisch significant) en de verschillen in concentraties tussen nat en droog grasland respectievelijk bouwland zijn niet groot. De indruk bestaat echter dat de nitraatconcentraties onder bouwland iets hoger zijn. Wel blijkt duidelijk dat de concentratie van nitraat ongeveer tweemaal zo hoog is als de streefwaarde van 50 mg/l. De nitraatconcentratie van de afzonderlijke meetpunten onder het landbouwgebied varieert tussen 25 en 250 mg/l en onder het natuurgebied tussen 0 en bijna 100 mg/l. De gemiddelde nitraatconcentratie van 19 mg/l onder het natuurgebied ligt wel onder de streefwaarde van 50 mg/l. De rapportage over 2001 is nog niet afgerond, maar de eerste indruk is dat het nitraatgehalte van de 50 percelen in het landbouwgebied globaal op hetzelfde niveau ligt als in 2000.

De gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater onder landbouwgebied bedroeg in 2000 circa 100 mg/l en overschreed daarmee de norm van 50 mg/l. De gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater onder natuurgebied bedroeg in 2000 circa 20 mg/l en was daarmee lager dan de norm van 50 mg/l. Vergelijking met on-

derzoekresultaten uit 1989, 1991 en 1993 geeft de indruk dat de concentratie van nitraat lager is geworden, wat kan duiden op een vermindering van het stikstofoverschot.

3.3.4 Nabeschuiving

In deze paragraaf vatten we in het kort de relevante ervaringen van Plant Research International samen. Doelstelling van het onderhavige project was om variabelen op bedrijfsniveau liefst vroeg in de keten te selecteren die als voorspeller (predictor variabelen) kunnen dienen voor de nitraatmissie naar het grondwater om daarmee de effectiviteit van verschillende maatregelen tussen bedrijven te kunnen vergelijken. Het nitraatgehalte in grondwater reageert op een termijn van maximaal een jaar op acties van stikstofmanagement op de bedrijven. Dat een predictor variabele liefst vroeg in de keten (bedrijfsvoering - emissies - immissies - milieukwaliteit - effecten) wordt geselecteerd is hiermee minder belangrijk dan de kwaliteit van de voorspelling van een variabele op zich. Nadruk moet in eerste instantie dus liggen op die variabelen die een goede voorspeller zijn van het nitraatgehalte in grondwater.

Op dit moment lopen er grote onderzoeksprojecten bij Plant Research International die gericht zijn op de ontwikkeling van duurzame bedrijfssystemen om te voldoen aan scherpe milieukwaliteitseisen. Genoemd kunnen worden Telen met toekomst, Koeien en Kansen, Sturen op Nitraat en Nimf. In deze projecten wordt onderzoek gedaan naar kwantitatieve relaties tussen maatregelen en milieuprestaties. Meer specifiek zijn met betrekking tot stikstof de relaties tussen het Minas-overschot, het bedrijfsoverschot en de voorraad minerale stikstof in de bodem aan het begin van het uitspoelingseizoen (N_{min_najaar}) enerzijds en het nitraatgehalte in grondwater anderzijds onderwerp van studie. Minas-overschot, bedrijfsoverschot en N_{min_najaar} komen volgens bestaande expertise het meest in aanmerking als mogelijke predictor variabele voor het nitraatgehalte in het bovenste grondwater.

Het onderzoek zal de komende jaren concrete informatie over deze relaties genereren. Resultaten van het project Koeien en Kansen laten voor bedrijven op zandgrond een duidelijk lineair verband zien tussen het bedrijfsoverschot en de bedrijfsgemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater. Het bedrijfsoverschot bleek hierbij een betere predictor variabele te zijn dan het Minas-overschot. Uit dit project (Koeien en Kansen) kwam eveneens naar voren dat voor vaststelling van relaties tussen deze grootheden op het niveau van perceel een veel intensiever meetprogramma nodig is dan tot op heden is uitgevoerd.

Een aantal aspecten is van grote invloed op de voorspellingswaarde van de predictor variabele. Te noemen zijn gewas, grondsoort, grondwatertrappen en denitrificatie en mineralisatie. Waar het N-bedrijfsoverschot in het project Koeien en Kansen een goede voorspeller was voor het nitraatgehalte in grondwater bij bedrijven op zandgronden, bleek dit niet zo te zijn voor bedrijven op kleigronden. De mate van denitrificatie verschilt sterk tussen bedrijven op zand- en kleigronden. Bovendien is niet gezegd dat eenzelfde relatie tussen bedrijfsoverschot en nitraatgehalte in grondwater ook wordt gevonden voor akkerbouw- en groentebedrijven. Goede relaties tussen het bedrijfsoverschot en het nitraatgehalte in grondwater zijn alleen te verwachten op bedrijven met vergelijkbare condities voor denitrificatie en mineralisatie. Algemeen kan de vraag gesteld worden of de

effectiviteit van landbouwkundige en milieumaatregelen op een groot aantal bedrijven in relatie tot de grondwaterkwaliteit wel voorspeld kan worden met een en dezelfde predictor variabele. Wellicht moet er meer aandacht komen voor de relevante processen en moet de waarde van bijvoorbeeld mineralisatie als predictor variabele worden onderzocht.

3.4 Ervaringen uit het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) ¹

In deze paragraaf beginnen we met een korte beschrijving van het project LMM. Vervolgens komt de opzet en uitvoering van de monitoring aan de orde. Daarna gaan we in op de analyse op bedrijfsniveau en de resultaten die vervolgens bediscussieerd worden en leiden tot de mogelijkheden voor uitbouw van het monitoringsysteem. Een beschrijving van het Bedrijven-Informatienet van het LEI staat in bijlage 2. In die bijlage is ook een overzicht opgenomen van het aantal bedrijven dat per type en per regio in het Bedrijven-Informatienet is opgenomen (Van Dijk et al., 2002).

3.4.1 Korte beschrijving van het project

Het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) wordt gezamenlijk door het RIVM en het LEI ontwikkeld en beheerd, in opdracht van de ministeries van LNV en VROM.

Hoofddoelstellingen van het LMM zijn:

- beschrijven en zo mogelijk verklaren van de huidige kwaliteit van het recent gevormde grondwater in relatie met milieudruk en beleidsmaatregelen;
- onderzoek naar veranderingen in de landbouwpraktijk en de kwaliteit van het recent gevormde grondwater.

Om zicht te krijgen hoe de doelstellingen te realiseren zijn, vindt jaarlijkse bemonstering en analyse van het bovenste grondwater of drainwater op landbouwbedrijven plaats. Juist daar zijn effecten snel waar te nemen. De bemonsterde bedrijven nemen ook deel aan het Bedrijven-Informatienet van het LEI (het Informatienet). Daardoor is, naast de waterkwaliteit, ook gedetailleerde informatie bekend over de aan de bemonstering voorafgaande bedrijfsvoering, de gerealiseerde mineralenoverschotten en de lokale- en gebiedskenmerken. Het schaalniveau is het bedrijfsniveau omdat ook het mest- en mineralenbeleid (Minas, Mest Afzet Overeenkomsten) op dit niveau aangrijpt. Op dit niveau worden ook de data in het Informatienet vastgelegd.

Van de deelnemers aan het Informatienet wordt jaarlijks een deel vervangen. Dat is ook voor LMM het geval. Zowel het Informatienet als het LMM zijn dus een zogenaamd 'wandeland' meetnet. Hierdoor wordt voorkomen dat deelnemers die, juist omdat ze van deelnemen aan een meetnet leren de bedrijfsvoering in de juiste richting aan te passen, de representativiteit voor de invloed van het managementgedrag op de waterkwaliteit verstoren.

¹ De auteurs van paragraaf 3.4 zijn T.C. van Leeuwen en A. van den Ham (LEI).

Het LMM bestaat sinds 1992 en kent in de huidige opzet een bemonsteringsinspanning van circa 150 bedrijven per jaar. In totaal zijn sinds 1992 meer dan 850 bedrijfsbemonsteringen uitgevoerd.

3.4.2 Opzet en uitvoering van de monitoring

Binnen het LMM wordt onderscheid gemaakt tussen evaluerende en verkennende monitoring. In de evaluerende monitoring (EM) worden de veranderingen in de landbouw vastgesteld zoals die plaatsvinden in de loop van de tijd. Het doel daarvan is om een representatief beeld te geven van de effecten van het gevoerde beleid tot dan toe (ex-post). De verkennende monitoring (VM) richt zich op het vooraf inschatten van de effecten van beoogd beleid (ex-ante). Binnen de VM zijn veel deelnemers te vinden aan zogenoemde voorloperprojecten zoals Management Duurzame Melkveebedrijven (MDM), Koeien & Kansen en Bioveem.

Het LMM-EM beslaat momenteel 3 sub-meetnetten voor elk van de drie hoofdgrondsoorten in Nederland, te weten:

- zandgebieden waarbinnen op bedrijven in de periode maart tot en met augustus het bovenste grondwater wordt bemonsterd;
- kleigebieden waarbinnen in het winterhalfjaar (september tot april) drainwater wordt bemonsterd. Met ingang van 2002 geldt dit ook voor het oppervlaktewater;
- veengebieden waarbinnen put- en oppervlaktewater in de periode november tot april wordt bemonsterd.

Met ingang van 2002 is binnen het submeetnet zandgebieden ook het lössgebied van Zuid-Limburg opgenomen. Daar wordt het bodemvocht bemonsterd.

Voor ieder submeetnet is een specifieke steekproef opgezet. Dat wil zeggen: de totale populatie land- en tuinbouwbedrijven in elk grondsoortgebied, afgebakend naar de te bemonsteren bedrijfscategorieën daaruit. Dit met het doel om, gegeven de beperkt beschikbare bemonsteringscapaciteit, een zo representatief mogelijk beeld van de waterkwaliteit in elk gebied te verkrijgen. Belangrijkste criterium bij het afbakenen van de totaalpopulatie tot de steekproefpopulatie is het grondgebruik per bedrijfscategorie, zoals dat blijkt uit de dan meest recente Landbouwtelling. Daarnaast wordt echter ook gekeken naar relatief veel voorkomende bedrijven met te verwachten hoge grondwaterbelastingen. Zo wordt in de veengebieden alleen op melkveebedrijven bemonsterd, maar op zandbedrijven op graasdierbedrijven, akkerbouwbedrijven, hokdierbedrijven en overige bedrijven. Bij selectie van potentiële bedrijven uit het Informatienet worden aanvullende criteria gebruikt. Een van die criteria is dat de oppervlakte cultuurgrond per bedrijf minimaal 10 ha moet bedragen. Dat betekent dat kleine bedrijven niet in het LMM zijn vertegenwoordigd.

Voor alle submeetnetten geldt dat gebiedsgericht wordt bemonsterd, hetgeen betekent dat ook op bedrijven met afwijkende grondsoorten bemonstering plaatsvindt.

Elk sub-meetnet komt gefaseerd tot stand. Eerst wordt een oriënterend onderzoek uitgevoerd waarbij ervaring wordt opgedaan met bemonsteringstechnieken. Daarna wordt een bemonsteringsstrategie ontworpen en een meetprogramma ingericht. Binnen het meetprogramma wordt de nulsituatie vastgelegd, globaal inzicht verkregen in de spreiding van de waterkwaliteit en ervaring opgedaan met de bemonsteringsstrategie en -methode(s). Op

basis van de ervaringen in het meetprogramma wordt na optimalisatie het monitoringnetwerk ingericht. Tabel 3.12 geeft de ontwikkeling van de verschillende sub-meetnetten binnen het LMM weer.

Tabel 3.12 Ontwikkeling sub-meetnetten binnen het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid

Grondsoortgebied	Fase		
	oriënterend onderzoek	meetprogramma	monitoringnetwerk
Zand	1989 - 1991	1992 - 1997	Vanaf 1997
Klei	1992 - 1997	1997/98 - 2001/02	Vanaf 2002/03
Veen	1995 en 1999		Vanaf 2000/01
Löss		Vanaf 2002	

Onderstaand volgt een verdere uitwerking van de opzet en uitvoering van de monitoring per submeetnet (tabel 3.12).

Zandgebieden

Uit tabel 3.12 blijkt dat voor de zandgebieden al sinds 1997 een monitoringnetwerk bestaat. Daarbij wordt op bedrijven steeds driemaal in een periode van zeven jaar de bovenste meter van het grondwater bemonsterd met steeds twee jaren tussen elke bemonstering in. Vanaf 2003 zal, als dit netwerk volledig ontwikkeld is, jaarlijks op circa 80 landbouwbedrijven het bovenste grondwater worden bemonsterd. Op 27 nieuwe bedrijven voor het eerst en voor circa 27 bedrijven voor de tweede en derde maal. De opzet en uitvoering van het meetprogramma staan beschreven in Van Swinderen et al. (1996).

Binnen de zandgebieden worden 4 bedrijfscategorieën onderscheiden:

- graasdierbedrijven & veeteeltcombinaties;
- akkerbouwbedrijven;
- hokdierbedrijven;
- overige bedrijven.

Zoals reeds vermeld, wordt met ingang van 2002 ook in het lössgebied de waterkwaliteit gemeten. Dat zullen jaarlijks zes bedrijven zijn. Daarbij wordt de waterkwaliteit bepaald via bodemvochtbemonstering.

Kleigebieden

In de kleigebieden heeft tijdens het oriënterend onderzoek van 1992-1997 zowel bemonstering van het grondwater (via de boorgatmethode in de zomerperiode) als van het drainwater (3-4 maal gedurende het winterhalfjaar sept-april) plaatsgevonden. Het meetprogramma voor de kleigebieden bestaat sinds 1997. Daarbij wordt jaarlijks op circa 60

landbouwbedrijven alleen drainwater bemonsterd. Per keer worden 16 monsters genomen. Dat gebeurt ongeveer viermaal gedurende elk winterhalfjaar.

Vanaf het najaar 2002 gaat het monitoringnetwerk van start. Net als bij het zandmeetnet wordt daarbij gewerkt met een geleidelijke verversing van de steekproef. Jaarlijks wordt een zesde van de, maximaal 60 te bemonsteren bedrijven vernieuwd. De eerste jaren is sprake van een opbouw periode van de steekproefomvang. In die periode wordt de groep nieuwe bedrijven aangevuld met ex-deelnemers uit het meetprogramma.

Anders dan in de zandgebieden wordt op bedrijven in de kleigebieden jaarlijks gedurende het winterhalfjaar het drainwater bemonsterd. Dat betreft 16 drainbuizen verspreid over het bedrijfsoppervlak.

Belangrijke wijzigingen ten opzichte van het meetprogramma is dat voortaan ook bedrijven in de kleigebieden zonder drainage worden meegenomen. Deze bedrijven liggen veelal in het rivierkleigebied. Op die bedrijven wordt een putwaterbemonstering op 16 punten uitgevoerd.

Op alle bedrijven (dus zowel de wel- als niet-gedraineerde) wordt op 8 punten monsters van het slootwater genomen.

Op basis van grondgebruik zijn binnen de steekproefpopulatie de volgende bedrijfs-categorieën opgenomen:

- akkerbouwbedrijven;
- gespecialiseerde melkveebedrijven;
- overige bedrijven (gewassen/veeteeltcombinaties + overige graasdierbedrijven).

Het betreft niet alleen bedrijven met een gangbare bedrijfsvoering. Ook bedrijven met een biologische bedrijfsvoering zijn in het meetprogramma opgenomen.

Naast het netwerk voor evaluerende monitoring start vanaf najaar 2002 een zogenoemd uitbreidingsprogramma in de kleigebieden. Primair doel is het nagaan hoe het beste de effecten van beleid op de waterkwaliteit kan worden gemonitord op bedrijven waar niet wordt gedraineerd. En hoe de waterkwaliteit op niet-gedraineerde bedrijven zich verhoudt tot bedrijven die wel zijn gedraineerd. De betrokken bedrijven hebben eerder deelgenomen aan het meetprogramma of het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit van het RIVM.

Veengebieden

In de veengebieden heeft in 1995 een eerste bemonsteringsronde van het bovenste grondwater op circa 20 landbouwbedrijven plaatsgevonden, welke in 1999 is herhaald. Sinds 2000 is voor de veengebieden een netwerk ingericht waarbij jaarlijks 12 bedrijven worden bemonsterd. De bemonsteringsfrequentie is gelijk aan die in de zandgebieden; driemaal gedurende een periode van 7 jaar, met steeds 2 jaren tussen elke bemonstering in. De steekproefpopulatie voor de veengebieden bevat alleen gespecialiseerde melkveebedrijven.

Gemeten waterkwaliteitsparameters

Gezien de doelstelling van het LMM worden de genomen monsters geanalyseerd op componenten van zowel stikstof als fosfaat. Voor stikstof betreft dit de concentraties nitraat en ammonium en Kjeldahl-stikstof. Voor fosfaat worden zowel de ortho- als de

ammonium en Kjeldahl-stikstof. Voor fosfaat worden zowel de ortho- als de totaal-fosfaatconcentratie bepaald.

Naast de nutriënten worden nog de volgende, meer algemene parameters bepaald: elektrisch geleidingsvermogen (EC), de zuurgraad (pH), chloride, sulfaat, magnesium, calcium, natrium en opgelost organisch koolstof (DOC).

3.4.3 Analyse op bedrijfsniveau

Tot nu toe hebben analyses ter verklaring van de gemeten waterkwaliteit vooral in het teken gestaan van de gemeten nitraatconcentraties. Hieronder hebben we kort weergegeven welke bedrijfsgegevens we daarvoor hebben gebruikt. Daarbij geven we ook de motivatie:

- het stikstofoverschot. Hoe minder beschikbare stikstof wordt afgevoerd, des te meer stikstof is beschikbaar voor uitspoeling;
- de grondwaterstand. Hoe hoger de grondwaterstand, des te meer kans is er op anaërobie waardoor denitrificatie wordt bevorderd. Dat denitrificatie op grotere diepte veel minder voorkomt, wordt verklaard doordat op grotere diepte minder organische stof aanwezig is. De aanwezigheid van gemakkelijk afbreekbare organische stof is namelijk ook een voorwaarde voor het optreden van denitrificatie;
- het neerslagoverschot. Nitraat spoelt vooral uit in de periode dat de hoeveelheid neerslag de verdamping overtreft (meestal de periode medio augustus tot april);
- de grondsoort. De capillaire eigenschappen van de grond beïnvloeden de infiltratiesnelheid van water in de bodem waardoor meer of minder nitraat kan uitspoelen;
- het organische stofgehalte en de zuurgraad (pH) van de bodem. De hoeveelheid en de kwaliteit van de organische stof alsmede de zuurgraad van de bodem beïnvloeden de omvang van de mineralisatie, immobilisatie en denitrificatie. Zo zijn op gronden met een lage pH de stikstofverliezen door denitrificatie geringer dan op gronden met een hoge pH. Ook de mineralisatie is op gronden met een lage pH geringer. Bij een pH hoger dan 6,5 neemt evenwel de kans op vervluchtiging van ammoniak exponentieel toe. Dat geldt vooral wanneer het percentage vrije kalk relatief hoog is (kalkrijke kleigronden);
- het bodemgebruik. De mineralenopname door het gewas is afhankelijk van de lengte van de groeiperiode van het gewas, het soort gewas en het groeistadium. De bemestingsgeschiedenis speelt ook een rol. Door langdurige bemesting met dierlijke mest neemt de hoeveelheid gemakkelijk afbreekbare organische stof in de bodem toe. Op gronden die langdurig met dierlijke mest zijn bemest zijn de stikstofverliezen door denitrificatie daardoor hoger.

Bovengenoemde bedrijfsgegevens worden hieronder verder toegelicht.

Het stikstofoverschot

Voor het bepalen van de hoeveelheid niet-afgevoerde stikstof is inzicht nodig in de aan- en afvoer van mineralen op bedrijfsniveau. Op basis van het Informatienet is voor ieder boekhoudjaar een stikstofoverschot in te schatten (in kg N per hectare cultuurgrond), als de

aanvoer minus de afvoer. Grootste aanvoerposten hierbij zijn kunstmest, veevoer en organische mest; grootste afvoerposten zijn melk, vee en organische mest.

Als representant voor het stikstofoverschot kan het overschot worden ingeschat op basis van de Minas-systematiek. Voor de verklaring van verschillen in de grondwaterkwaliteit uit het Minas-overschot moeten we echter de volgende kanttekeningen maken (Schröder en Corré, 2000):

- het Minas-systeem werkt met forfaitaire afvoer via akkerbouw-, vollegrondsgroenten en bloembollengewassen die in de meeste gevallen aanmerkelijk hoger is dan de werkelijke onttrekking. Hierdoor zijn er grote verschillen tussen het Minas-overschot en het werkelijke overschot;
- bij de berekening van het Minas-overschot mogen de gasvormige verliezen uit stal en mestopslag in mindering worden gebracht. Dat gebeurt aan de hand van standaard vastgestelde, diergebonden N-correcties die op bedrijfsniveau een waarde van 60 kg N voor iedere hectare grasland overschrijden (de zogenoemde '2 GVE grens'). Behalve het feit dat dergelijke verliezen tussen bedrijven sterk kunnen verschillen, blijkt dat de gasvormige verliezen voor melkvee uit mest aanzienlijk lager zijn dan de eerder vastgestelde N-correcties (Oenema et al., 2000). Hierdoor mag worden verwacht dat het werkelijke overschot en dus de werkelijke bodembelasting hoger zijn dan in Minas berekend wordt;
- de N-bijdrage door depositie en N-binding door de teelt van vlinderbloemigen behoeven niet in het systeem te worden ingeboekt.

Genoemde kanttekeningen betekenen dat het Minas-overschot minder geschikt is als predictorvariabele voor de belasting van grond- of drainwater. Op basis van deze kanttekeningen kan uit het Informatienet een 'werkelijk' overschot worden ingeschat. Dat gebeurt door het Minas-overschot, exclusief de ammoniakverliezen bij de mesttoediening, te verhogen met de atmosferische depositie en biologische stikstofbinding.

Behalve het 'huidige' stikstofoverschot (in het boekjaar voorafgaand aan de bemonstering) is in het Informatienet informatie beschikbaar over de bemestingstoestand voor fosfaat als predictorvariabele voor de mineralenbelasting in het verleden. Een hogere bemestingstoestand zal naar verwachting de kans op uitspoeling vergroten. Van bedrijven die aan bovengenoemd Informatienet deelnemen, is uit bemonsteringen door het BLGG (Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek) bekend hoe groot het aandeel van de bedrijfsoppervlakte is met een bemestingstoestand 'zeer laag', 'laag', 'voldoende', 'ruim voldoende' en 'hoog'.

Grondwaterstand

Fluctuaties in de grondwaterstand worden weergegeven door de zogenoemde GT-verdeling van de bemonsterde bedrijven. Door het RIVM-LBG is per bedrijf het aandeel grond met een bepaalde grondwatertrap (klassen I t/m VIII) afgelezen uit de bodemkaart 1:50.000 waarop grondwatertrappen staan vermeld (De Vries en Denneboom, 1992). Vervolgens is het aandeel grond met grondwatertrap I tot en met IV samengevoegd tot het 'aandeel natte grond', het aandeel grond met grondwatertrap V en V* tot het 'aandeel normale grond' en het grond met grondwatertrappen VI, VII, VII* en VIII tot het 'aandeel droge grond'.

Als alternatief is ook stijghoogte (de diepte van de grondwaterstand ten tijdens de bemonstering) beschikbaar voor bedrijven waarbij het bovenste grondwater is bemonsterd.

Neerslagoverschot

Variaties in neerslag en verdamping leiden tot variaties in grondwateraanvulling waardoor volgens onderzoek de stofconcentraties met een factor 5 kunnen verschillen (referentie). Om met deze invloeden op de grondwaterkwaliteit rekening te kunnen houden, is door RIVM een zogenoemde 'verdunningsfactor' geconstrueerd, die als verklarende (predictor)variabele voor de verschillen in neerslagoverschot kan worden opgenomen (Boumans et al., 1997). De verdunningsfactor is bedrijfs- en jaarspecifiek en afhankelijk van de neerslag en verdamping in het gebied, de datum van bemonstering en de grondwaterstand tijdens de bemonstering. Globaal varieert de factor tussen 0,5 in natte jaren en 1,5 in droge jaren.

Grondsoort

Ten aanzien van de grondsoort beschikken we over de door het RIVM vastgestelde grondsoort (Bodemkaart) en de grondsoort zoals die is vastgelegd in het Informatienet. Voor de analyse hebben we gebruik gemaakt van de grondsoort zoals die in het Informatienet is vastgelegd. Volgens de ondernemer mag laatstgenoemde bron op bedrijfsniveau betrouwbaarder worden geacht dan de grondsoort volgens de bodemkaart. In het Informatienet wordt, behalve de belangrijkste, ook een eventueel tweede voorkomende grondsoort vastgelegd. Het betreft een nominale variabele met de volgende codering: 1=zeeklei, 2=rivierklei, 3=laagveen, 4=zand, 5=dalgrond, 6=löss- en verweringsgronden en 7=klei op veen.

Organische stofgehalte

Van het bemonsterde grond- of drainwater is ook de concentratie opgeloste organische stof (DOC) bepaald. Het is echter de vraag of deze predictorvariabele een goede maat is voor het gehalte organische stof in de bodem.

Bodemgebruik

In het Informatienet zijn veel data met betrekking tot het bodemgebruik beschikbaar. Ter verklaring van verschillen in nitraatconcentratie die door verschillen in bodemgebruik veroorzaakt kunnen worden, kunnen worden genoemd:

- de mate en wijze van bemesting;
- de mate waarin de stikstofbemesting heeft plaatsgevonden met dierlijke mest. Enerzijds is het risico op uitspoeling bij dierlijke mest groter dan bij kunstmest omdat bij gebruik van dierlijke mest een deel van de N buiten het groeiseizoen vrijkomt. Anderzijds neemt door het gebruik van dierlijke mest de hoeveelheid gemakkelijk afbreekbare organische stof in de bodem toe. Op gronden die langdu-

- rig met dierlijke mest zijn bemest zijn de stikstofverliezen door denitrificatie daardoor hoger;
- het percentage mest dat emissie-arm is toegediend (in percentage van de totaal toegediende tonnen mest). Minder ammoniakemissie betekent dat meer stikstof voor uitspoeling beschikbaar blijft als de kunstmestgift daarop niet is aangepast;
 - de relatieve mestopslagcapaciteit ofwel de omvang van de mestopslag als percentage van de totale mestproductie. Bij een grotere relatieve mestopslagcapaciteit zal meer mest in het groeiseizoen wordt toegediend. Dat komt de benutting van de N en dus de belasting van het grondwater ten goede;
 - de mate en wijze van beweiding. Bij standweiden of bij beweiding na augustus kan veel nitraat uitspoelen. Uit het Informatienet is hiervoor een predictorvariabele beschikbaar met als hoofdcodering; 1=onbeperkte beweiding, 2=beperkt, 3=zomerstalvoeren. Ook tussenliggende waarden zijn mogelijk indien gedurende het seizoen een overstap wordt gemaakt van het ene naar het andere systeem. Algemeen geldt dat naarmate de waarde lager is, minder mest en urine direct in de wei komt en pleksgewijs tot nitraatuitspoeling kan leiden;
 - het graslandbeheer. Bij graslandvernieuwing of gras in rotatie met bouwland (zoals maïs) is er relatief veel ophoping in de graslandperiode en veel mineralisatie in de bouwlandperiode. Daardoor is er meer kans dat stikstof vrijkomt in het winterhalfjaar die bij gebrek aan opname kan uitspoelen. In het Informatienet kan het areaal gescheurd grasland slechts bij benadering worden ingeschat door de gemaakte kosten voor graslandvernieuwing te delen door een normatief bedrag per hectare;
 - de mate van beregenen. Berekening kan de gewasopname en/of denitrificatie maar ook de uit- of afspoeling vergroten. Het Informatienet geeft alleen de oppervlakte beregende gewassen. Door deze oppervlakte uit te drukken in procenten van de totaal betaalde oppervlakte, ontstaat een voor opname geschikte (ordinaal geschaalde) predictorvariabele;
 - de mate van drainage. Drainage kan in theorie twee effecten hebben op de mineralenconcentraties in het grondwater. Volgens de eerste theorie heeft horizontale verplaatsing van water een verdrogend effect. Grond die van nature een grondwatertrap I of II heeft zal daardoor een grondwaterstand krijgen die vergelijkbaar is met grondwatertrap IV, V of VI. Deze verlaging van de grondwaterstand betekent een verslechtering van de omstandigheden voor denitrificatie waardoor een groter deel van het nitraat kan uitspoelen. De tweede theorie luidt dat bij drainage in de buurt van een gebied met een hogere grondwaterstand, of nabij een groot oppervlaktewater, kwel kan optreden. Door bijmenging met kwelwater met een lagere nitraatconcentratie treedt verdunning van het nitraat op. Er kan dus zowel een positief als een negatief effect worden verwacht. In een eerdere rapportage over het meetnet (Van Swinderen et al., 1996) bleek er een negatief verband te bestaan tussen de mate van drainage en de kaliumconcentratie in het grondwater;
 - de mate van drainage wordt in het Informatienet ingeschat met behulp van de vervangingswaarde van de drainage (in euro per hectare). Door uit te gaan van de vervangingswaarde is het mogelijk de mate van drainage, ongeacht de ouderdom, te vergelijken. Een hoge vervangingswaarde betekent dat een groot deel van de grond is gedraineerd en/of dat de afstand tussen drains klein is. Bij bedrijven met eenzelfde

grondsoort valt te verwachten dat de drainafstand weinig varieert. Dit betekent dat het aandeel gedraineerde grond groot is, indien de vervangingswaarde van drainage per hectare hoog is. Deze predictorvariabele varieert van nul tot bijna 500 euro per hectare, indien alle grond gedraineerd is;

- gewasaandelen (in procenten van areaal cultuurgrond), zoals van:
 - maïs versus gras op melkveehouderijen, waarvan de veldperiode en dus veelal ook de mineralenopname en -uitspoeling sterk verschillend zijn;
 - aardappelen of tuinbouwgewassen in de akkerbouw die gekenmerkt worden door inefficiënte opname bij relatief hoge N-giften en daardoor hogere uitspoeling per hectare;
 - gewassen met veel achterblijvende plantenresten zoals bijvoorbeeld suikerbieten en spruitkool;
 - groenbemesters die als nagewas de uitspoeling van niet-opgenomen stikstof sterk kunnen beperken door opname.

3.4.4 Resultaten

Ten behoeve van de Evaluatie Mestwet 2002 (EMW) hebben diverse analyses van relaties tussen bedrijfsvoering, mineralenoverschotten en de gemeten stikstofconcentraties plaatsgevonden, op basis van bemonsteringen die binnen het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) over de periode 1992-2000 zijn uitgevoerd.

Bij alle resultaten zijn, waar mogelijk, de bovenstaand weergegeven bedrijfsgegevens uit het Informatienet verzameld voor het boekjaar (groeiseizoen) dat direct vooraf ging aan de bemonstering. Dat zijn waarnemingen per bemonsteringsjaar op bedrijfsniveau. Voor de zandgebieden wordt in de maanden maart tot augustus bemonsterd. Daarom zijn voor die gebieden voor 1998 de bedrijfsgegevens van het boekjaar 1997/'98 gebruikt. In de klei- en veengebieden vinden de bemonsteringen in hetzelfde jaar plaats is het winterhalfjaar (in kleigebieden van oktober-april en in de veengebieden van november-mei in het opvolgende jaar). Daarom is voor die gebieden met de bedrijfsgegevens van het 1998/'99 is gewerkt.

Uit analyses bleken grote verschillen in gemeten nitraatconcentraties. Met behulp van de gegevens van de bemonsterde bedrijven op het gebied van lokale en gebiedskennmerken zoals grondsoort, grondwatertrap en weersomstandigheden en de bedrijfsvoering, mineralenoverschotten, bemestingsgiften en dergelijke is door middel van regressie-analyse getracht een zo goed mogelijke verklaring te geven van de verschillen tussen de bedrijven. Bij deze analyse zijn die verklarende (predictor)variabelen opgenomen die elk een significante bijdrage leveren en met elkaar een zo hoog mogelijke verklaring van de verschillen geven.

In tabel 3.13 staan de verklarende predictorvariabelen voor de verschillen in nitraatconcentratie op melkvee- en akkerbouwbedrijven in de zandgebieden, op basis van de empirische data van bedrijven in LMM en het Informatienet voor periode 1992-2000.

Een niet-lineaire vergelijking bleek de beste verklaring te geven. Deze is gebaseerd op wortel-transformatie op de gemeten nitraatconcentraties. Met bovenstaand model kon bijna twee derde van de variantie in nitraatconcentratie worden verklaard (De Hoop, 2002).

Tabel 3.13 Overzicht van de significante verklarende predictor variabelen voor verschillen in nitraatconcentraties in het bovenste grondwater in de zandgebieden voor zowel melkvee- als akkerbouwbedrijven (De Hoop, 2002)

Predictorvariabelen	Om invloeden te 'vangen' voor
- indexconcentratie (ook wel verdunningsfactor genoemd)	effecten van neerslag (verduunning)
- aandeel veengrond van totale bedrijfsoppervlakte	bodemprocessen (mineralisatie, immobilisatie en denitrificatie)
- aandeel moerige grond van totale oppervlakte	
- aandeel matig droge grond (som GT5, GT5, GT6)	bodemgebruik (onttrekking door gewas alsmede graslandgebruik)
- aandeel droge grond (som GT7 en GT8)	
- aandeel grasland (in procenten van oppervlakte cultuurgrond)	
- maaipercentage (gemaaide ha gras in % van oppervlakte gras)	maat voor o.a. naijlingseffect
- trend (opgenomen om restvariantie te verklaren)	beschikbare N voor emissies en uitspoeling
- N-kunstmestgift (kg/ha) in voorgaand groeiseizoen	
- N-dierlijke mestgift ^{a)} (kg/ha) in voorgaand groeiseizoen	

a) Gebaseerd op N-productie, dus niet-gecorrigeerd voor gasvormige verliezen uit stal, opslag en bij mesttoediening.

Opvallend is dat uit de velerlei analyses voor genoemde bedrijfstypen in de zandgebieden is gebleken dat afzonderlijke N-mestgiften via kunstmest en dierlijke mest een betere bijdrage leveren aan de verklaring van de verschillen in nitraatconcentratie dan het Minas-stikstofoverschot (zowel berekend volgens Minas-systematiek als de overschotten zonder forfaitaire correcties). De effecten van verschillen in neerslag tussen jaren kwamen ook significant tot uiting door opname van de indexconcentratie in het model; in droge jaren relatief een hogere nitraatconcentratie dan in natte jaren.

Ook bleken er binnen de zandgebieden verschillen op te treden door aanwezigheid van veengronden en moerige gronden, waar de nitraatconcentraties relatief lager zijn dan op zandgronden met eenzelfde grondwaterstand. De grondwaterstand zelf bleek eveneens een belangrijke invloed te hebben. Dit kwam tot uiting in de relatieve verschillen tussen de droge (GT VII - GT VIII), matig droge (GT V - GT VI) en natte zandgronden (GT I - GT IV).

Bovendien bleek dat verschillen in nitraatconcentraties significant verklaard worden door het aandeel grasland alsmede het maaipercentage. De nitraatconcentraties zijn lager bij een hoger aandeel grasland van de totale oppervlakte en bij een hoger maaipercentage. Het maaipercentage is als maat is opgenomen voor de mate van beweiding volgens het principe: meer beweiden -> minder maaien).

Er bleek een duidelijk verschil in effect op de nitraatconcentratie van kunstmest en dierlijke mest. Een kilogram extra stikstof uit kunstmest leverde aanzienlijk meer uitspoeling dan een kilogram extra stikstof uit dierlijke mest (De Hoop, 2002). Het gaat daarbij

om de totale stikstof in dierlijke mest op basis van de productie door het dier. Een deel van de verklaring is dat een deel van de op deze wijze berekende gift met dierlijke mest gasvormig emitteert (vanuit stal, opslag en bij toediening) en dus zodoende niet voor uitspoeling in aanmerking komt. Maar ook als daarvoor wordt gecorrigeerd, blijft er een positief verschil ten gunste van stikstof in dierlijke mest.

Tenslotte bleek, los van bovengenoemde significant verklarende (predictor)variabelen, ook in de loop van de jaren nog een dalende trend op te treden (mogelijk vooral als gevolg van het na-ijlingseffect).

Behalve voor de zandgebieden zijn ook voor de klei- en veengebieden voor bedrijfstypen melkveehouderij en akkerbouw (regressie-)analyses uitgevoerd ter verklaring van de verschillen in gemeten nitraatconcentraties.

De (regressie-)analyses geven inzicht in de predictorvariabelen die een significante verklaring vormen voor de in het verleden gemeten grond- en drainwaterkwaliteit. Daarmee leveren de analyses ook inzicht in sturingsvariabelen voor overheid en de agrarische ondernemers om deze kwaliteit in de nabije toekomst te verbeteren.

3.4.5 Discussie

Uit onderzoek naar de relatie tussen milieukwaliteit en landbouwkundig handelen komt naar voren dat deze relatie zeer complex is (Schröder en Corré, 2000):

- plaats en tijdstip van landbouwkundig handelen komen niet altijd overeen met de plaats en het tijdstip waarop de milieu-effecten zich manifesteren;
- er is een veelheid aan betrokken processen en bronnen van variatie, betrekking hebben op de verscheidenheid van bedrijven (takken, intensiteit, productieniveaus, strategieën), de mate van ruimtelijke clustering van bedrijven van een bepaald type, de verscheidenheid van grondsoorten en hydrologie en de verscheidenheid van milieukwaliteitseisen.

Naast genoemde complexiteit van relaties mag, specifiek voor de relaties tussen landbouwkundig handelen en grondwaterkwaliteit mag, gezien de opzet van het LMM, niet worden verwacht dat er zeer duidelijke relaties tussen landbouwkundig handelen en grondwaterkwaliteit gevonden zullen worden. In voorgaande publicaties in het kader van het meetnet (Van Swinderen et al., 1994 en 1996) en (Fraters et al., 1997) werden hiervoor als redenen genoemd:

- eventuele relaties kunnen worden verstoord door factoren die niet direct met de bedrijfsvoering samenhangen zoals de grondsoort en de waterhuishouding;
- relaties worden gelegd op basis van gegevens van een aan bemonstering voorafgaand boekjaar, terwijl de bedrijfsvoering in het verdere verleden ook van invloed zal zijn op de huidige mineralenconcentraties;
- effecten van factoren, die slechts op een deel van de oppervlakte betrekking hebben (zoals bijvoorbeeld de stikstofgift op maïsland) kunnen voor het deel van de oppervlakte waarop ze betrekking hebben grote gevolgen hebben, terwijl de invloed op de bedrijfsgemiddelde mineralenconcentratie minder duidelijk is;
- mogelijke effecten van factoren zijn niet bekend, zoals bijvoorbeeld de verdeling van meststoffen op en over de percelen en de samenstelling van dierlijke mest.

Daarnaast blijven metingen van de stikstofconcentratie in het grond- en oppervlaktewater momentopnamen waarbij ook nog eens sprake is van ruimtelijke en temporale variatie (verschillen binnen het perceel en tussen percelen alsmede onderscheid tussen verschillende tijdstippen van bemonstering binnen het jaar).

Ten aanzien van de beïnvloeding van de milieukwaliteit door landbouwkundig handelen spelen de mineralenverliezen op bedrijfsniveau een belangrijke rol. Deze, niet-afgevoerde hoeveelheid mineralen, is immers 'beschikbaar' voor emissies richting lucht, grond- en oppervlaktewater. Of de verliezen ook daadwerkelijk de milieukwaliteit aantasten, is weer afhankelijk van de mate waarin omzettingen mogelijk zijn.

Ten aanzien van het nitraatgehalte in het grond- en drainwater is inzicht gewenst in de omvang van het stikstofverlies richting het grondwater; de zogenoemde stikstofuitspoeling. Omdat stikstofuitspoeling voornamelijk plaats heeft in de vorm van nitraat, kunnen de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater worden beschouwd als indicatief voor de stikstofuitspoeling in de periode voorafgaande aan bemonstering.

De stikstofuitspoeling kan niet direct worden gemeten en is ook niet rechtstreeks gerelateerd aan verliezen door landbouwkundig handelen omdat ook 'grillige bodemprocessen' als ammoniakvervluchtiging, N-mineralisatie, N-immobilisatie en denitrificatie de mate van uitspoeling beïnvloeden.

3.4.6 Mogelijkheden voor uitbouw van het LMM

Voor aanvullend meten van data in LMM gezien ten aanzien van:

- bemesting; wijze, hoeveelheden en tijdstip van bemesting; zowel voor kunstmest als dierlijke, de bijbehorende 'overige' emissies, de mineralengehaltes in toegediende organische (dierlijk en plantaardig) mest (verfijnde Minas), bekalking (pH-verhoging vergroot mineralisatie), N-binding door klaver;
- grondkwaliteit en -bewerking; pH, organische stofgehalte, structuur, textuur, geïmpregnering, laagte, tijdstip van ploegen, zero tillage en dergelijk beïnvloeden 'overige verliezen';
- mate van berekening; in termen van tijdstip en kuubs gebruikt water;
- mate van drainage, inclusief de al geheel afgeschreven en behalve vervangingswaarde ook de dichtheid van drainage (bij geringere afstand kan minder uitspoeling);
- verzamelen nieuwe predictorvariabelen voor het N-overschot zoals bijvoorbeeld het ureumgehalte in tankmelk, mobiliteit;
- completer inzicht in beweidingssysteem/graslandbeheer (doorzaai klaver);
- aanvullende gegevens ten aanzien van klimaat (temperatuur, straling, neerslag);
- verbetering van de systematiek voor de inschatting van de werkelijke bodembelasting:
 - actualisatie en bedrijfs- of bodemgebruikspecifieke inschatting van depositie, binding en ammoniakverliezen om stikstofoverschot danwel belasting (overschot minus denitrificatieverliezen) in te kunnen schatten;
 - inschatting van een alternatieve predictorvariabele voor de grondwaterbelasting; de hoeveelheid in water oplosbare hoeveelheid N en P in de bovenste bodemlagen van percelen, te weten: de hoeveelheid minerale N na de oogst (N_{min} in kilogram per hectare), de P_w (mg per liter grond) en fosfaatsorptie-index PSI (weerspiegelt

de snelheid waarmee P door de bodem kan worden nageleverd). Nadelen zijn dat N_{min} (P veel minder) door veel temporele en ruimtelijke variatie is omgeven (al gevolg van vele bronnen) en dat ook deze in water oplosbare N respectievelijk P weer tijdens transport kunnen worden omgezet (Schröder en Corré, 2000). De hoeveelheid in water oplosbare P is evenwel betere predictorvariabele dan P-gehalte in bodemvocht of P-totaal gehalte of P-verzadigingsgraad;

- wellicht kan naast het bovenste ook het dieper gelegen grondwater worden gemeten op bedrijven die deelnemen aan het Informatienet;
- aandacht voor kleinere sectoren (met kleine bedrijven, maar met wel grote milieueffecten).

4. Samenvatting van mogelijk geschikte predictorvariabelen

4.1 Inleiding

Hoofdstuk 3 bevat een uitgebreide inventarisatie van de kennis die in verschillende projecten is opgedaan met betrekking tot de geschiktheid van predictorvariabelen om snel inzicht te krijgen in de relaties tussen bedrijfsmanagement en milieuprestaties. In dit hoofdstuk geven we de voor dit onderzoek belangrijkste kennis uit de inventarisatie nog eens kort weer. Deze samenvatting richt de focus op de belangrijkste input voor het tweede deel van het project namelijk de integratie met deskundigen.

4.2 Kennis uit de projecten

We beginnen met de belangrijkste conclusies uit de projecten kort weer te geven. Daarna komen de predictorvariabelen die het meest perspectiefvol lijken voor uitbouw van het Landelijk Mestmeetnet (LMM) aan bod. Die perspectiefvolle predictorvariabelen kunnen we indelen in:

- bedrijfsvoeringsvariabelen, dat zijn de predictorvariabelen waarop het beleid kan sturen in de gewenste richting. Predictorvariabelen dus waarop ondernemers, als het beleid daarop stuurt, hun bedrijfsvoering kunnen aanpassen om aan de beleidsdoelstellingen te voldoen die betrekking hebben op de waterkwaliteit. Die predictorvariabelen geven de ondernemer snel inzicht in de wijze waarop hun bedrijfsvoering zich ontwikkelt in relatie tot de waterkwaliteit;
- omgevingsvariabelen. Dat zijn variabelen waarvan de omvang van de invloed vooral door de omgeving wordt bepaald en die door het landbouwkundig handelen niet beïnvloed kunnen worden. Voorbeelden zijn verschillen in neerslag tussen seizoenen, temperatuurverschillen en verschillen in bodemmineralisatie. Deze predictorvariabelen zijn nodig als extra informatie om de invloed van wijzigingen in de bedrijfsvoering van jaar tot jaar beter te kunnen evalueren.

4.2.1 Belangrijkste conclusies uit de inventarisatie

De voor dit onderzoek belangrijkste conclusies uit de inventarisatie zijn de volgende:

Algemeen

- het nitraatgehalte in het bovenste grondwater reageert op een termijn van maximaal een jaar op veranderingen in het stikstofmanagement op bedrijven. Daarom moet bij selectie de nadruk meer liggen op predictorvariabelen die de kwaliteit van het

- grondwater goed voorspellen dan op predictorvariabelen die zich voor in de milieuketen bevinden;
- een deel van de variantie in de waarden van predictorvariabelen wordt bepaald door seizoeninvloeden. De landbouwer kan door zijn handelen slechts in beperkte mate op seizoensinvloeden inspelen. Monitoring van deze variatie tussen seizoenen is van belang om de bandbreedte van predictorvariabelen te kunnen aangeven;
 - het belang van de proxi-predictorvariabele is sterk afhankelijk van de te kiezen rechtstreekse predictorvariabele.

Bedrijfsvoeringsvariabelen

Open teelten

- overschotten, gebaseerd op aan- en afvoer van N-totaal (Minas- en bedrijfsoverschot) komen volgens de huidige expertise het meest in aanmerking als mogelijke predictorvariabele voor het nitraatgehalte in het bovenste grondwater. Nmin_oogst is een geschikte predictorvariabele als er sprake is van weinig gewasresten, als er na de oogst weinig mineralisatie optreedt en als er na de oogst veel uitspoeling optreedt. Voor de bollenteelt lijkt Nmin_oogst een betere predictorvariabele dan Nmin_najaar;
- over de open teelt sectoren heen is het verband tussen N-overschotten en Nmin_najaar vrij laag;
- Nmin_najaar wordt grotendeels bepaald door de combinatie: bouwplan, hoeveelheid werkzame N, neerslag, percentage areaal groenbemesters, hoeveelheid, soort, tijdstip en historie van de mesttoediening, mineraliserend vermogen van de bodem, grondwatertrap en gewassaldo;
- als de mest in het voorjaar wordt toegediend, lijkt het gebruik van dierlijke mest geen belangrijke predictorvariabele te zijn mits de landbouwer netjes bemest. Als de mest in het najaar wordt toegediend, kan er veel nitraat uitspoelen. Inzet van groenbemesters kan uitspoeling tijdens de aansluitende winter voorkomen.

Melkveehouderij

- voor melkveebedrijven op zandgrond blijkt een duidelijk lineair verband tussen het bedrijfsoverschot en de gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater onder de bedrijfsoppervlakte. Voor melkveebedrijven op kleigrond bleek dat niet het geval. Mogelijk wordt dat veroorzaakt door verschillen in denitrificatie op beide grondsoorten;
- het bedrijfsoverschot bleek voor melkveebedrijven op zandgrond een betere predictorvariabele te zijn dan het Minas-overschot;
- goede relaties tussen het bedrijfsoverschot en het nitraatgehalte in grondwater zijn alleen te verwachten op bedrijven met vergelijkbare condities voor denitrificatie en mineralisatie. Het is de vraag of de effectiviteit van landbouwkundige en milieumaatregelen in relatie tot de grondwaterkwaliteit op een groot aantal bedrijven wel voorspeld kan worden met een en dezelfde predictor variabele. Mogelijk moet er meer aandacht komen voor de relevante processen en moet de waarde van bijvoorbeeld mineralisatie als predictor variabele worden onderzocht.

Resultaten meetnet

- Jarenlange metingen op melkvee- en akkerbouwbedrijven in de zandgebieden geven aan dat bijna twee derde van de variantie in nitraatconcentratie van het bovenste grondwater kan worden verklaard met een niet-lineaire vergelijking waarvan de volgende predictorvariabelen deel uitmaken:
 - N-kunstmestgift in het voorgaande groeiseizoen (kg/ha);
 - N dierlijke mestgift (N-productie) in het voorgaande groeiseizoen (kg/ha);
 - het aandeel grasland van de bedrijfsoppervlakte;
 - de gemaaide oppervlakte grasland als aandeel van de totale oppervlakte grasland (maaipercentage);
 - (dalende) trend als gevolg van een vermindering van het na-ijlingseffect;
 - verschillen in neerslag (indexconcentratie);
 - het aandeel veengrond in de bedrijfsoppervlakte;
 - het aandeel moerige grond in de bedrijfsoppervlakte;
 - het aandeel matig droge zandgrond in de bedrijfsoppervlakte (som van de GT's V, V* en VI);
 - het aandeel droge zandgrond van de bedrijfsoppervlakte (som van de GT's VII en VII* ofwel VIII);
- Met bovenstaande variabelen blijft ruim eenderde van de variantie onverklaard. Mogelijke verklaringen zijn:
 1. De relatie tussen milieukwaliteit en landbouwkundig handelen is complex:
 - plaats en tijdstip van landbouwkundig handelen komen niet altijd overeen met de plaats en het tijdstip waarop de milieu-effecten zich manifesteren;
 - er zijn veel processen en bronnen van variatie zoals de verscheidenheid van bedrijven (takken, intensiteit, productieniveaus, strategieën), de mate van ruimtelijke clustering van bedrijven van een bepaald type, de verscheidenheid van grondsoorten en hydrologie en de verscheidenheid van milieukwaliteitseisen.
 2. De opzet van LMM kan geen zeer duidelijke relaties tussen het landbouwkundig handelen en de milieukwaliteit *garanderen*:
 - relaties met de bedrijfsvoering kunnen worden verstoord door factoren die niet met de bedrijfsvoering samenhangen (grondsoort, waterhuishouding);
 - relaties worden gelegd op basis van gegevens van het voorafgaand boekjaar terwijl ook gegevens uit het verder verleden invloed kunnen hebben;
 - effecten die voor een deel van de oppervlakte gelden (zoals N op maïsland) kunnen grote gevolgen hebben voor dat deel, maar die worden voor de gehele oppervlakte 'weggemiddeld';
 - onbekende effecten zoals de verdeling van de meststoffen over het perceel en/of percelen alsmede de samenstelling van de gebruikte dierlijke mest.

4.2.2 Perspectiefvolle predictorvariabelen voor de bedrijfsvoering voor uitbouw van LMM

Het Minas-overschot, het bedrijfsoverschot en het werkelijk overschot komen volgens de huidige expertise het meest in aanmerking als mogelijke predictor variabelen voor het nitraatgehalte in het bovenste grondwater.

- Andere perspectiefvolle predictorvariabelen zijn:
- wijze en tijdstip van de bemesting (kunstmest en organische mest) alsmede de op die wijze en tijdstippen gegeven hoeveelheden;
 - beweidingssysteem en beweidingduur;
 - ureum in tankmelk;
 - aandeel klaver en de N-binding daarvan;
 - invloed van bewerking zoals tijdstip van ploegen en herinzaai, zero tillage;
 - samenstelling van dierlijke mest;
 - toegediende N met organische mest (N-productie) vóór het voorafgaand seizoen;
 - mate van berekening (tijdstip, hoeveelheden);
 - mate van drainage.

4.2.3 Perspectiefvolle predictorvariabelen als omgevingsvariabele voor uitbouw van LMM

Belangrijke (extra) omgevingsvariabelen zijn:

- invloed van neerslagverschillen tussen seizoenen;
- interactie grondsoort-temperatuur;
- inschatting minerale N na de oogst, in water oplosbare N na de oogst in de bovenste grondlaag;
- invloed van bodemgegevens als pH, gehalte aan org stof, structuur, textuur, gelaagdheid;
- verbetering systematiek voor het inschatten van de bodembelasting (denk aan depositie, ammoniakverliezen, denitrificatie).

5. Integratie en synthese van de beschikbare kennis

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk beschrijven we de integratie en synthese van de beschikbare kennis. Deze integratie en synthese werd uitgevoerd door een panel van deskundigen. Zij beoordeelden, op basis van eigen expertise, de kansrijkdom van de in hoofdstuk 4 genoemde perspectiefvolle predictorvariabelen. Die gezamenlijke beoordeling leidt tot een voorstel van predictorvariabelen die het panel van deskundigen kansrijk acht voor het realiseren van het doel van dit onderzoek. Dat doel is het benoemen van geschikte predictorvariabelen die beleid en praktijk snel en goedkoop een inzicht kunnen geven in de effecten van het gevoerde beleid op de verbetering van de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater en die tevens handvatten biedt om de bedrijfsvoering naar het realiseren van een betere waterkwaliteit te sturen. Het panel van deskundigen (11 personen) heeft de kansrijkdom van de variabelen voor de bedrijfsvoering en die voor de omgeving afzonderlijk beoordeeld. Kansrijke predictorvariabelen om het LMM te gaan versterken, zijn volgens hen predictorvariabelen die:

- snel beschikbaar zijn (binnen een jaar);
- eenvoudig meetbaar zijn;
- goedkoop te meten zijn;
- op veel bedrijven te meten zijn;
- aanvullend zijn op wat er al is;
- bruikbaar zijn voor de ondernemer in zijn bedrijfsvoering;
- een relatie hebben met het nitraatgehalte in het grond- en oppervlaktewater.

5.2 Kansrijke predictorvariabelen voor de bedrijfsvoering

Alle deskundigen typten predictorvariabelen in die zij op basis van de eigen expertise kansrijk achten. Daarbij hoefden zij zich niet te beperken tot de predictorvariabelen die in hoofdstuk 4 werden genoemd. Daarna werd er plenair voor gezorgd dat de beelden bij elke variabele voor iedereen eenduidig waren. Daarna scoorden de deskundigen iedere variabele op een 7-puntsschaal van heel belangrijk (+ 3) tot heel onbelangrijk (- 3). In totaal waren 37 variabelen ingebracht. De variabelen die gemiddeld minimaal een score van 1 (enigszins belangrijk) kregen, staan in tabel 5.1. Dat zijn er 17. Daarnaast staat in tabel 5.1 onderaan een variabele die weliswaar zeer verschillend en daarmee gemiddeld laag werd gewaardeerd maar later in de discussie toch nog een rol speelde.

Tabel 5.1 Kansrijke predictorvariabelen voor de invloed van de bedrijfsvoering op de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater met de gemiddelde score per variabele en het aantal scores per klasse (n = 11)

Predictorvariabele	Gemiddeld	Belang door deskundigen ^{a)}						
		- 3	-2	-1	0	1	2	3
Bedrijfsoverschot	2,91	0	0	0	0	0	1	10
Minas-overschot	2,36	0	0	0	0	2	3	6
Werkelijk overschot	2,00	0	1	1	0	0	1	7
Ureum in melk	2,00	0	0	0	1	1	3	3
Grootte bemestingsgiften	1,91	0	1	0	0	1	5	4
Bouwplan (N in(marktb prod +gewasr)	1,82	0	0	0	2	2	3	4
Beweiding	1,75	0	0	0	0	3	4	1
Gift kunstmest N	1,50	0	0	1	1	3	2	3
Tijdstip bemesting	1,45	0	0	1	0	3	7	0
% grasland / % maïsland	1,33	0	0	0	2	2	5	0
Samenstelling mest	1,27	0	0	1	3	1	4	2
Aanvoer en soort dierlijke mest	1,27	0	2	0	1	1	4	3
Verschillende organische mestsoorten	1,18	0	0	0	3	4	3	1
Hoeveelheid N- werkzaam uit mest	1,18	0	1	1	1	1	6	1
Nmin	1,18	0	1	1	2	2	1	4
Na- of tussengewassen, groenbemesters	1,09	1	0	0	1	3	6	0
GVE per hectare	1,00	0	2	0	0	1	4	1
Tijdstip herinzaai grasland	0,27	1	0	3	2	1	4	0

a) Waarde van de score: heel onbelangrijk (-3), onbelangrijk (-2), enigszins onbelangrijk (-1), neutraal (0), enigszins belangrijk (1), belangrijk (2), heel belangrijk (3). Als deskundigen voor een bepaalde variabele zich geen oordeel konden vormen, vulden ze daarvoor geen waardering in. Dat betekent dat voor enkele variabelen de totaalstelling lager is dan 11.

De variabelen staan in tabel 5.1 op volgorde van gemiddelde score. Soms liggen predictorvariabelen met ongeveer dezelfde betekenis dicht bij elkaar. De drie variabelen met de hoogste score zijn alle een berekening van het mineralenoverschot (aanvoer minus afvoer op het bedrijf) waarbij het grootste verschil is dat de afvoer verschillend wordt berekend.

Over variabelen met een hoge score en een kleine spreiding (door (bijna) alle deskundigen als belangrijk gewaardeerd) zoals het bedrijfsoverschot en het Minas-overschot hoeft weinig discussie te worden gevoerd. Dat zijn predictorvariabelen die algemeen worden gezien als voldoende aan de criteria in paragraaf 5.1 en dus als veelbelovend.

Een of andere vorm van berekening van het overschot scoort hoog. Het is gemakkelijk en goedkoop en het Minas-overschot moet toch al berekend worden en is een direct gevolg van het beleid. Het Ministerie van LNV heeft echter aangegeven van mening te zijn dat dit laat beschikbaar is. Het bedrijfsoverschot heeft de voorkeur omdat ook voor de afvoer met werkelijke opbrengsten wordt gerekend. Bovendien is het goed te meten. Bij het werkelijk overschot is er meer diversiteit in de beoordeling. Het argument daarvoor is dat het werkelijk overschot wel beter is, maar dat het moeilijk te meten is omdat, behalve met

werkelijke kilogram-opbrengsten, ook met werkelijke mineralengehalten moet worden gerekend.

Het ureumgetal in melk scoort eveneens hoog. Het ureumgehalte gedurende diverse perioden van het jaar kan binnen bedrijven vergeleken worden en daarmee een handvat opleveren voor sturing van de bedrijfsvoering. Het is gemakkelijk beschikbaar en geeft een integrale indruk van het gehele voedingsbeleid van de ondernemer. Het is daarmee een proxi-variabele voor een complex systeem van voeding en voersystemen die afzonderlijk moeilijk zijn te meten. Als mogelijke kanttekening kwam naar voren dat als het voedingsstelsel in orde is de waterkwaliteit nog kan worden bedreigd door veel N te bemesten. Dat geldt vooral voor bedrijven met relatief veel maïsland. Maïs geeft in de voeding een goed resultaat ook al is de bemesting te overvloedig. Het blijft dus belangrijk de bemesting in het oog te houden. Op grasland wordt een dergelijk gedrag via de voeding (veel N in gras) wel gecorrigeerd. Een vergelijking van het ureumgetal tussen bedrijven onderling kan dan ook alleen als die bedrijven ongeveer hetzelfde percentage maïsland van de totale oppervlakte hebben.

De grootte van de bemestingsgift scoort gemiddeld ook als kansrijk. Het is vooral bekeken vanuit een maximale gift per keer. Hoe hoger de totale gift, des te belangrijker is een goede verdeling. Het deskundigen panel kijkt tegen kunstmest N als variabele wat divers aan. De gemiddelde score is met 1,50 zeker niet hoog. Het argument daarvoor is dat het belangrijker is naar de bemesting als totaal te kijken dan alleen naar de kunstmestgift.

Het bouwplan (N in het marktbaar product plus de N in gewasresten) is bruikbaar als een gewasgroepindeling wordt gemaakt naar milieuvriendelijkheid. Een goede ingang daarvoor is de mate waarop de gewasresten stikstof naleveren. Aandachtspunten voor de ondernemer zijn dan de gewasrotatie, dubbelteelten (vollegrondsgroente) en het roteren van gras- en bouwland.

Beweiding is eveneens een belangrijke variabele. Het aantal uren beweiding per dag en in welke periode in het jaar zijn mogelijkheden voor monitoring. Vooral kritische perioden moeten dan in beschouwing worden genomen.

Het panel acht het precieze tijdstip van de bemesting als variabele niet erg werkbaar. Het is wel belangrijk dat na 1 september geen bemesting meer plaats vindt (kritische periode). Het precieze tijdstip is gewasafhankelijk dus er is moeilijk een vinger achter te krijgen. Als de ondernemer meststoffen gebruikt met weinig minerale N is het tijdstip van weinig belang.

De predictorvariabele N_{min} krijgt een relatief lage waardering met bovendien een grote spreiding. De mening over de bruikbaarheid als predictorvariabele loopt dus behoorlijk uiteen. Deze predictorvariabele is in het verleden vaak genoemd als mogelijk zinvolle variabele. Deskundigen blijken echter erg verdeeld over het nut er van. Sommigen zien de variabele als kansrijk. De reden daarvoor is dat zij N_{min} goed meetbaar en kansrijk achten als mogelijke predictorvariabele voor nitraat in het grondwater. Anderen echter bestrijden de bruikbaarheid van N_{min} metingen als bruikbaar instrument voor management en beleid. In het verleden is N_{min} aanvankelijk aanbevolen als kansrijke variabele om de stikstofverliezen mee te reguleren (Goossens en Meeuwissen, 1990). Later echter werd geconcludeerd dat N_{min} metingen in het najaar geen bruikbaar beleidsinstrument opleveren. De doelmatigheid van een grenswaarde voor N_{min} ten aanzien van de waterkwaliteit,

de mogelijkheid de bemesting op die grenswaarde af te stemmen en de controleerbaarheid is hoogst onzeker. Die onzekerheid is het gevolg van:

- het ontbreken van een eenduidige relatie tussen de in het najaar aanwezige hoeveelheid N_{min} en de nitraatuitspoeling in de winter;
- het in de praktijk nagenoeg ontbreken van enig verband tussen de hoogte van de bemesting en de hoeveelheid N_{min} na de oogst in de bodem;
- de grote ruimtelijke variatie van de hoeveelheid N_{min} in het veld (Corré, 1995).

De oorzaken worden onder meer toegeschreven aan verschillen in neerslag en verschillen in bodemmineralisatie. Deskundigen die tijdens de workshop de N_{min} laag waarden geven daarom als argument dat er andere (lees: betere) variabelen zijn. Wat N_{min} biedt, kan ook met andere variabelen worden gevangen.

Andere variabelen die wel in tabel 5.1 staan maar nog niet werden besproken, kregen in het algemeen een zeer diverse en vaak lage waardering, meestal omdat een betrouwbare koppeling met de uitspoeling moeilijk is, de variabele moeilijk is te meten of aan een grote spreiding onderhevig is. Dat betekent overigens niet dat er in het betreffende compartiment geen gevaren zijn. Zo neemt bijvoorbeeld de 'reizende bollenkraam' toe. Steeds meer graslandbedrijven verhuren voor een jaar grasland aan bollentelers. Vooral als dan oud grasland wordt gescheurd, komt er veel stikstof beschikbaar die vervolgens gemakkelijk kan uitspoelen. Hetzelfde geldt bij herinzaai van grasland in het najaar.

Voor de variabele 'gve per hectare' wordt nog opgemerkt dat deze gemakkelijk en goedkoop beschikbaar is.

Voor de eindprioritering van de veelbelovende predictorvariabelen voor de bedrijfsvoering is het belangrijk voldoende spreiding over de bedrijfsvoeringsblokken te hebben. Dat vermindert het gevaar dat een belangrijk blok of compartiment aan de aandacht ontsnapt. Daarom werd bij de verdere discussie een driedeling aangebracht, namelijk veelbelovende predictorvariabelen voor voeding, bemesting en bodemgebruik.

Voorop staat dat het overschot in ieder geval een belangrijke predictorvariabele is. Het Minas-overschot is al beschikbaar en moet voor het beleid toch berekend worden. Het bedrijfs- of werkelijk overschot verdienen echter de voorkeur omdat die predictorvariabelen een betere relatie hebben met de kwaliteit van het grondwater.

Daarnaast kan voor de veehouderij aan de volgende predictorvariabelen worden gedacht:

1. Voeding
 - ureumgehalte afgeleverde melk;
2. Bemesting
 - beweidingstelsel, vooral gedurende de herfstperiode;
 - dag en nacht weiden of alleen overdag, stoppen op 1 oktober of op 1 november;
 - verdeling van de bemesting binnen of buiten het groeiseizoen. Dat geldt vooral de kunstmest, dierlijke mest niet na 1 september toedienen;
 - grootte van de mestgift;
 - toepassing van vlinderbloemigen;

3. Bodemgebruik

- de verhouding grasland/maïsland op het bedrijf. Een aandachtspunt daarbij is of de ondernemer elk jaar dezelfde percelen voor de maïsteelt gebruikt of dat er sprake is van een regelmatige rotatie met het grasland;
- het tijdstip van herinzaai. Is dat het voorjaar of het najaar. Egaliseren, bekalving en grondbewerking zijn belangrijk. Graslandverbetering middels doorzaaien heeft geen nadelig effect op de uitspoeling. Het gevaar voor uitspoeling is het grootst naarmate het gescheurde grasland ouder is en later in de nazomer/herfst wordt gescheurd. Deze predictorvariabele vraagt bij implementatie er van in een monitoringsysteem extra aandacht voor de wijze waarop de gegevens worden verzameld.

Voor de *akkerbouw* gaat het om de volgende variabelen

1. Bouwplan. De benutting van N door het gewas. Daarnaast is de hoeveelheid N in gewasresten belangrijk. Een mogelijkheid om naar het bouwplan te kijken, is het percentage milieuvriendelijke en het percentage milieu-onvriendelijke gewassen in een bouwplan te bepalen.
2. Bemesting
 - toegediende werkzame N versus benodigde werkzame N;
 - verhouding organische (dierlijk plus plantaardig) mest / kunstmest;
 - tijdstip van toediening van dierlijke mest (kleibouwland);
 - gebruik van organische mestsoorten (GFT, champost, mestscheidingsproducten);
 - toepassing van vlinderbloemigen;
 - methode (precisie of breedwerpig);
3. Gebruik van nagewassen, groenbemesting, tussengewassen (gras onder maïs is tussengewas).

Voor de *vollegrondsgroenten* en de *bollen*

NBS geeft nog te weinig info vanuit de praktijk. Het gaat er om hoeveel minerale N aanwezig is. Winter- en zomerprei kan via een bouwplanvariabele worden gemeten.

Biologische bedrijven

Vlinderbloemigen spelen bij biologische bedrijven een grotere rol. Het gaat om een andere N kringloop met een groter risico op verliezen als N over de winter moet worden getild. Een groter aandeel vlinderbloemigen komt tot uiting in het bedrijfsoverschot.

5.3 Kansrijke predictorvariabelen voor de omgevingsfactoren

Omgevingsfactoren zoals bijvoorbeeld de hoeveelheid neerslag per seizoen en de bodem-mineralisatie verschillen van jaar tot jaar. Dat kan een goede interpretatie van de predictorvariabelen voor de bedrijfsvoering hinderen. Vandaar dat tijdens het panel van deskundigen ook aandacht heeft besteed aan de monitoring van omgevingsvariabelen. Ook

nu hebben we de variabelen die gemiddeld minimaal een score van 1 (enigszins belangrijk) kregen in de tabel 5.2 opgenomen. Dat zijn er 14.

Tabel 5.2 *Kansrijke predictorvariabelen voor de invloed van omgevingsvariabelen op de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater met de gemiddelde score per variabele en het aantal scores per klasse (n = 11)*

Predictorvariabele	Gemiddeld	Belang door deskundigen a)						
		- 3	-2	-1	0	1	2	3
Hoeveelheid neerslag	2,80	0	0	0	0	0	2	8
Grondsoort	2,80	0	0	0	0	0	2	8
Grondwatertrap	2,30	0	0	0	0	1	5	4
Grondwaterdynamiek	1,90	0	0	0	1	2	4	3
Aandeel droge grond (Gt VII en Gt VIII)	1,89	0	0	0	1	2	3	3
Drainage	1,78	0	0	0	0	4	3	2
Grondwaterstand	1,70	0	0	1	0	2	5	2
Optreden van kwel	1,60	0	0	0	1	3	5	1
Organische stofgehalte van de bodem	1,60	0	0	0	1	4	3	2
Temperatuur	1,40	0	0	0	2	3	4	1
Waterpeilbeheer polder	1,40	0	0	0	2	4	2	2
Mineralisatie	1,40	0	1	0	2	1	3	3
Gelaagdheid bodem (bijv. klei op veen)	1,30	0	0	0	1	6	2	1

a) Waarde van de score: heel onbelangrijk (-3), onbelangrijk (-2), enigszins onbelangrijk (-1), neutraal (0), enigszins belangrijk (1), belangrijk (2), heel belangrijk (3). Als deskundigen voor een bepaalde variabele zich geen oordeel konden vormen, vulden ze daarvoor geen waardering in. Dat betekent dat voor enkele variabelen de totaalstelling lager is dan 11.

De predictorvariabelen staan alle op volgorde van gemiddelde score in tabel 5.2. Alle 14 variabelen in de tabel hebben nauwelijks van een deskundige een negatieve waardering gekregen. De hoeveelheid neerslag, de grondsoort en een bepaalde vorm van grondwatertrap/grondwaterstand hebben een hoge waardering. Deze worden dus door een groot deel van het panel als veelbelovend aangemerkt. Wat de neerslag betreft, gaat het niet alleen om de verschillen tussen jaren, maar ook over de verdeling binnen een seizoen. De grondwatertrap is een statisch gegeven, namelijk de Gt. De grondwaterdynamiek heeft betrekking op de fluctuaties in de grondwatertrap, hier spelen aspecten als vernatting en verdroging een rol. De vraag is of die op korte termijn gemakkelijk is te meten. De mate van drainage is vooral op klei van belang voor de kwaliteit van het oppervlaktewater.

De gelaagdheid van de bodem heeft betrekking op het voorkomen van veenlagen in klei- en veengebieden. De gelaagdheid is gemakkelijk te meten. Bij het boren van meetputten opschrijven welke grondlagen aanwezig zijn, is voldoende. De gegevens kunnen overigens alleen worden gebruikt voor de gemeten plaatsen. Algemeen gebruik heeft dus zijn beperkingen. Het gehalte aan organische stof moet vooral van informatie van kaarten

komen. Alleen bij het boren is analyseren wel mogelijk. Als gebruik gemaakt wordt van kaartgegevens is het mogelijk om ook van niet gemeten locaties iets te zeggen.

Al met al is sprake van een aantal omgevingsvariabelen die interessant genoeg zijn om bij monitoring te betrekken, maar waarvan het niet altijd eenvoudig is om goede en snelle metingen te verrichten. Niet alle veelbelovende predictorvariabelen voldoen al aan alle criteria die in hoofdstuk 5.1 zijn genoemd.

6. Conclusies

1. Bijna twee derde van de variantie in nitraatconcentratie van het bovenste grondwater op melkvee- en akkerbouwbedrijven in zandgebieden kan worden verklaard met een niet- lineaire vergelijking waarvan de volgende predictorvariabelen deel uitmaken:
Bedrijfsvoeringsvariabelen:
 - N kunstmestgift in het voorgaande groeiseizoen (kg/ha);
 - N dierlijke mestgift (N-productie) in het voorgaande groeiseizoen (kg/ha);
 - het aandeel grasland van de bedrijfsoppervlakte;
 - de gemaaide oppervlakte grasland als aandeel van de totale oppervlakte grasland;
 - (dalende) trend als gevolg van een vermindering van het na-ijlingseffect;Omgevingsvariabelen:
 - verschillen in neerslag (indexconcentratie);
 - het aandeel veengrond in de bedrijfsoppervlakte;
 - het aandeel moerige grond in de bedrijfsoppervlakte;
 - het aandeel matig droge zandgrond in de bedrijfsoppervlakte (som van de GT's V, V* en VI);
 - het aandeel droge zandgrond van de bedrijfsoppervlakte (som van de GT's VII en VII*/VIII).
2. Een aantal omgevingsfactoren is van grote invloed op de voorspellingswaarde van predictor variabelen als bijvoorbeeld het bedrijfsoverschot. Belangrijk zijn het gewas, de grondsoort, de grondwatertrappen, de denitrificatie en de mineralisatie.
3. Kansrijke predictorvariabelen hebben als eigenschap dat ze snel beschikbaar zijn, eenvoudig en goedkoop te meten, op veel bedrijven te meten, aanvullend werken op wat er al is, bruikbaar voor de ondernemer in zijn bedrijfsvoering en een relatie hebben met het nitraatgehalte in het grond- en oppervlaktewater.
4. Het overschot wordt algemeen als een belangrijke predictorvariabele gezien. Het Minas-overschot heeft als voordeel dat het voor beleidsdoeleinden al berekend wordt, maar het geeft niet snel genoeg inzicht in het effect van beleidswijzigingen. Het bedrijfsoverschot kent een betere relatie met de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater. Het bedrijfsoverschot is daarom een betere predictorvariabele dan het Minas-overschot.
5. Naast het overschot kan aan het volgende breed spectrum aan predictorvariabelen voor de bedrijfsvoering worden gedacht:
Veehouderij: Ureumgehalte afgeleverde melk (voeding), het beweidingstelsel tijdens de herfst, de grootte en de verdeling van de bemesting over het seizoen en de toepassing van vlinderbloemigen (bemesting), de verhouding grasland/maïslaan en het tijdstip van herinzaai (bodemgebruik).
Akkerbouw: N in marktbaar gewassen en in gewasresten (bouwplan), toegediende versus benodigde bemesting, verhouding organische mest en kunstmest, bemestings-tijdstip, gebruik andere organische meststoffen en de toepassing van

vlinderbloemigen (bemesting) en gebruik van na- of tussengewassen of groenbemestingsgewassen.

6. Nmin_najaar wordt vooral bepaald door de combinatie bouwplan, hoeveelheid werkzame N, neerslag, percentage areaal groenbemesters, hoeveelheid, soort mest, tijdstip en historie van de mesttoediening, mineraliserend vermogen van de bodem, grondwatertrap en gewassaldo.
7. De bruikbaarheid van de gemeten Nmin_najaar als instrument voor management en beleid werd door een panel van deskundigen als zeer discutabel beoordeeld. Er is geen eenduidige relatie tussen de gemeten Nmin_najaar en de nitraatuitspoeling en tussen de hoogte van de bemesting en de gemeten Nmin_najaar. Bovendien is er een grote ruimtelijke variatie van Nmin in het veld. Er zijn betere variabelen die hetzelfde bieden als Nmin(zie conclusie 6).
8. Veelbelovende predictorvariabelen voor de omgevingsfactoren zijn de verdeling van de neerslag over het seizoen, de grondsoort, de grondwatertrap / grondwaterdynamiek / grondwaterstand / aandeel droge grond /kwel / peilbeheer, aandeel drainage op kleigrond, temperatuurverschillen, organische stofgehalte van de bodem, mineralisatie en de gelaagdheid van de bodem.

7. Aanbevelingen

7.1 Aanbevelingen voor het beleid

1. Streef naar een breed spectrum van te meten predictorvariabelen voor het monitoren van de bedrijfsvoering (voeding, bemesting, bodemgebruik, bouwplan, na- en tussengewassen). Dan kunnen verliezen naar het grond- en oppervlaktewater over zo mogelijk alle bedrijfsvoeringscompartimenten worden gemonitord. Beperk het type te meten variabelen dus niet alleen tot de meest kansrijke.
2. Meet niet alleen predictorvariabelen voor de bedrijfsvoering maar meet daarnaast ook omgevingsvariabelen om de invloed daarvan op de bedrijfsvoeringsvariabelen te kunnen nagaan bij evaluatie.
3. Het overschot (aanvoer minus afvoer) wordt algemeen als een belangrijke predictorvariabele aangemerkt. Het Minas-overschot wordt nu beleidsmatig al gebruikt, maar geeft niet snel genoeg inzicht in het effect van beleidswijzigingen. Het bedrijfsoverschot en het werkelijk overschot hebben een betere relatie met de waterkwaliteit. Overweeg de meerwaarde van het bedrijfsoverschot of het werkelijk overschot en de mogelijkheden om een van die beide predictorvariabelen te gaan gebruiken in plaats van het Minas-overschot. Andere opties zijn om, naast het Minas-overschot, enkele snel beschikbare predictorvariabelen te meten of gebruik van het bedrijfsoverschot met standaardgehalten voor afgevoerde producten.
4. Richt de voortgang van het project op:
 - de wijze van monitoring, beperking van het aantal te meten variabelen en van de kosten, maar toch met het doel het gehele spectrum te vangen (milieucompartiment, regio, bedrijf, sector, grondgebruik);
 - eventueel noodzakelijk onderscheid naar sectoren of regio's bij het vaststellen van te meten predictorvariabelen;
 - andere elementen dan nitraat (fosfaat, ammonium).

7.2 Aanbevelingen voor het onderzoek

1. Het is enerzijds van groot belang dat over een breed spectrum te meten predictorvariabelen wordt beschikt, maar anderzijds dat goed wordt nagegaan hoe dat met zo laag mogelijke kosten kan worden gerealiseerd. Stel een Plan van Aanpak op waarin de conclusies verder worden uitgewerkt voor wat betreft de wijze van monitoring, beperking van het aantal te meten variabelen en de kosten, maar toch met het doel het gehele spectrum te vangen. Van de meeste aanbevolen predictorvariabelen voor de bedrijfsvoering in de veehouderij (conclusie 5) is reeds veel informatie aanwezig. Bekijk die variabelen op de meest geschikte inzet voor monitoring van de waterkwaliteit en de bedrijfsvoering op veehouderijbedrijven. Voor de aanbevolen

predictorvariabelen voor de akkerbouw is wat meer aandacht nodig om ze voor een goede monitoring te kunnen gebruiken, maar de inschatting is dat de meeste snel beschikbaar kunnen zijn. De aanbevolen predictorvariabelen voor de omgevingsfactoren (conclusie 8) moeten goed worden bekeken op hun (snelheid van) beschikbaarheid en operationaliteit voor monitoring en de kosten van monitoring.

2. Het bedrijfsoverschot en het werkelijk overschot verdienen de voorkeur boven het Minas-overschot vanwege een betere relatie met de waterkwaliteit. Het werkelijk overschot is echter moeilijker te meten dan het Minas-overschot en zal daardoor mogelijk nog later beschikbaar komen. Bekijk daarom ook de optie van het gebruik van het Minas-overschot met daarnaast enkele aanvullende, snel beschikbare predictorvariabelen of de optie van gebruik van het bedrijfsoverschot met standaard gehalten voor afgevoerde producten.
3. Let bij de gewenste breedte en beperking van kosten en te meten variabelen niet alleen op de milieucompartimenten (voeding, bemesting, bodemgebruik), maar ook op de aspecten regio, bedrijf en sector.
4. Kijk, waar beslist nodig, naar onderscheid naar sectoren of regio's bij het vaststellen van te meten predictorvariabelen.
5. De aandacht is tot nu toe vooral uitgegaan naar nitraat in grond- en oppervlaktewater. Richt voor het vervolg de aandacht meer op fosfaat en ammonium in de bodem.
6. Gebruik bij de verdieping en bijstelling van de conclusies van de workshop ten aanzien van de te meten variabelen de voortgang van de kennis in projecten, ga na aan welke maatregelen internationaal wordt gedacht of gewerkt.

Literatuur

Aartrijk, J. van, P. Groenendijk, J.J.T.I. Boesten, O.F. Schoumans en R. Gerritsen. *Emis-sies van bestrijdingsmiddelen en nutriënten in de bloembollenteelt*. Hoofdrapport 387, Staring centrum, Wageningen, 1997.

Anonymous. *Projectinformatie 'Koeien & Kansen'*. www.koeienenkansen.wageningen-ur.nl, 2000.

Anonymous. *Succesvolle resultaten 2001 Verbredingsproject Nitraat*. Brochure Provincie Gelderland, 2002.

Anonymous. *Telen met toekomst. Kansen en knelpunten in zicht*. Jaaroverzicht 2001. Red.: Projectteam Telen met toekomst, Plant Research International, Wageningen, 2002.

Beek, C.G.E.M. van en P.K. Baggelaar. *Nitraatmonitoring 't Klooster. Opstellen integraal monitoringsysteem en vastleggen uitgangssituatie 2000*. KIWA, KOA 01.029, Nieuwegein, 2001.

Berge, H.F.M. ten [ed.]. *A review of potential indicators for nitrate loss from cropping and farming systems in the Netherlands*. Reeks Sturen op Nitraat 2, 2001.

Bodemkaart van Nederland, Schaal 1 : 50.000, SC-DLO, Wageningen.

Booij, R., W. van Dijk, B. Smit, F. Wijnands, H. Langeveld, J. de Haan, A. Pronk, J. Schröder, J. Proost, H. Brinks, P. Dekker en P. Ehlert. *Detailering projectplan 'Telen met toekomst'*. Publicatie nr. 3, Telen met toekomst, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lelystad, 2001.

Boumans, L.J.M., G. van Drecht en B. Fraters (RIVM), T. de Haan en W. de Hoop (LEI). *Effect van neerslag op nitraat in het bovenste grondwater onder landbouwbedrijven in de zandgebieden; gevolgen voor de inrichting van het MOnitoringnetwerk effecten mestbeleid op landbouwbedrijven (MOL)*. RIVM-rapport 714831002. RIVM, Bilthoven, 1997.

Buck, A.J. de, F.J. de Ruijter, F. Wijnands, P.L.A. van Enkevort, W. van Dijk, A.A. Pronk, J. de Haan en R. Booij. *Voorwaarts met de milieuprestaties van de Nederlandse open-teelt sectoren: een verkenning naar 2020*. Rapport 6, Plant Research International, Wageningen, 2000.

Corré, W.J. *Nmin in het najaar geen bruikbaar beleidsinstrument*. Meststoffen 1995 p. 38 - 44. NMI, Wageningen, 1995.

Denters, H. en H. Korevaar. *NIMF, N-impuls: milieukundige en financiële effecten ofwel gedaanteverwisseling van de landbouw naar een duurzaam mineralenbeheer. Werkplan 2002 en benodigde financiering voor jaren 2001 t/m 2003*. Provincie Gelderland, dienst Milieu en Water, Arnhem, 2002.

Dijk, J.P.M. van, K. Lodder en Dr. H.C.J. Vrolijk. *De steekproef voor het Bedrijven-Informatienet van het LEI, Bedrijfskeuze 2000 en selectieplan 2001*. Rapport 1.02.01, LEI, Den Haag, 2002.

Dijk van, W., P.L.A. van Enkevort en J.R. van der Schoot. *N-management op bedrijfsniveau*. Intern documentatieverslag PPO-AGV, Lelystad, 2002.

Embrechts, A., J.J. Rovers en W. Sukkel. *Verbreding BSO vollegrondsgroenten 1996-1998*. PAV-intern documentatieverslag, 1999.

Enkevort van, P.L.A., J.R. van der Schoot en W. van den Berg. *Estimation of residual mineral soil nitrogen in arable crops and field vegetables at standard recommended rates. In: Ten Berge (ed). A review of potential indicators for nitrate loss from cropping and farming systems in the Netherlands*. Reeks Sturen op Nitraat 2, 2001.

Enkevort van, P.L.A., J.R. van der Schoot en W. van den Berg. *Relatie tussen N-overschot en N-uitspoeling*. PPO-AGV rapport 1125234, Lelystad, 2002.

Fraters, B., H.A. Vissenberg, L.J.M. Boumans (RIVM), T. de Haan, D.W. de Hoop. (LEI) *Resultaten Meetprogramma Kwaliteit Bovenste Grondwater Landbouwbedrijven in het zandgebied (MKBGL-zand) 1992 - 1995*. RIVM, Bilthoven, 1997.

Fraters, B., M.M. van Eerd, D.W. de Hoop, P. Latour, C.S.M. Olsthoorn, O.C. Swertz, F. Verstraten en W.J. Willems. *Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland, Achtergrondinformatie periode 1992-1997 voor de landenrapportage EU-nitraatrichtlijn*. RIVM rapport 718201. RIVM, Bilthoven, 2000.

Goossenssen, F.R. en P.C. Meeuwissen (red). *Advies van de Commissie Stikstof. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 9*. DLO, Wageningen, 1990.

Hack-ten Broeke, M.J.D, S.L.G.E. Burgers, H.F.M ten Berge, P.L.A. van Enkevort, J.J. de Gruijter, I.E. Hoving en G.L. Velthof. *Tussenrapportage data-analyse 'Sturen op Nitraat'*, 2002.

Koopmans, G.F., W.J. Chardon, P.H.M. Dekker en R.L.M. Schils. *Projectvoorstel LNV-project 398-III.II.1*. Alterra, 2002.

Hoop, D.W. *de Effecten van beleid op mineralenmanagement en economie in de landbouw. Een deelstudie in het kader van Evaluatie Mestbeleid 2002*. Rapport 3.02.02, LEI, Den Haag, 2002.

Kroonen-Backbier, B.M.A. *Bedrijfssystemen-onderzoek vollegrondsgroenten Meterik (evaluatie 1991-1996)*. PAV-publicatie nr. 92, 1998.

Leeuwen-Haagsma, W.K. van. *Biologische landbouw innovatie en omschakeling. BIOM-databank*. PPO/agv, 2001.

Leeuwen-Haagsma, W.K. van, G.J.M. van Dongen en F.G. Wijnands. *Akkerbouw op weg naar 2000*. PAV-intern documentatieverslag, 1998.

Neeteson, J., R. Booij, W. van Dijk, J. de Haan, A. Pronk, H. Brinks, P. Dekker en H Langeveld. *Projectplan 'Telen met toekomst'. Publicatie nr. 2, Telen met toekomst, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving*, Lelystad, 2001.

Oenema, J., H.F.M. Aarts en B. Habekotté. *Het mineralenspoor in 'Koeien & Kansen', uitgangssituatie mineralenstromen*. Rapport 9, Plant Research International, Wageningen, 2000.

Oenema, J., G.J. Koskamp en P.J. Galema. *Guiding commercial pilot farms to bridge the gap between experimental and commercial dairy farms; the project 'Cows & Opportunities'*. Netherlands Journal of Agricultural Science 49, 277-296, 2001.

Oenema, J. en H.F.M. Aarts. *Het mineralenspoor in 'Koeien & Kansen', de mineralenstromen zoals verwacht bij het realiseren van de MINAS-eindnormen*. Rapport 39, Plant Research International, Wageningen, 2002.

Oenema, J., H.F.M. ten Berge, C.J. de Jong en B. Fraters. *Stikstofoverschotten in 'Koeien & Kansen' en de relatie met nitraatconcentratie in grond- en oppervlaktewater*. Rapport 49, Plant Research International, Wageningen, 2002.

Oenema, O., G.L. Velthof, N. Verdoes, P.W.G. Groot Koerkamp, A. Bannink, G.J. Monteny, H.G. van der Meer en K. van der Hoek. *Forfaitaire waarden voor gasvormige stikstofverliezen uit stallen en mestopslagen*. Rapport 107, Alterra, Wageningen, 2000.

Rovers, J. *Bedrijfssystemen-onderzoek vollegrondsgroenten te Westmaas (evaluatie 1991-1995)*. PAV-publicatie nr. 91, 1998.

Schröder, J.J. en W.J. Corré (eds). *Actualisering stikstof- en fosfaat-desk-studies*. Plant Research International B.V., Wageningen, rapport 22, 2000.

Swinderen, E.C. van, W.J. Willems, C.H.G. Daatselaar, T. de Haan en D.W. de Hoop. *Meetprogramma Bovenste Grondwater Landbouwbedrijven, resultaten eerste bemonstering 1992*. RIVM rapport 714901002, RIVM, Bilthoven, 1994.

Swinderen, E.C. van, B. Fraters, H.A. Vissenberg, T. de Haan, D.W. de Hoop. *Meetprogramma Kwaliteit Bovenste Grondwater Landbouwbedrijven, resultaten tweede bemonstering 1993*. RIVM rapport 714831001, RIVM, Bilthoven, 1996.

Vries, de en Denneboom. *De bodemkaart van Nederland digitaal*. Technisch Document I, SC-DLO, Wageningen 1992.

Wijnands, F.G., P. van Asperen, G.J.M. van Dongen, S.R.M. Janssens, J.J. Schröder en K.B. van Bon. *Innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw*. PAGV-verslag nr. 196, 1995.

Wijnands, F.G., J.J. Schröder, W. Sukkel en R. Booij. *Biologisch bedrijf onder de loep 'biologische akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt in perspectief'*. Themaboek PPO 303, 2002.

Zwart-Roodzant. M.H. *Bedrijfsystemen-onderzoek vollegrondsgroenten/bloembollen proeftuin Zwaagdijk (evaluatie 1991-1996)*. PAV-publicatie nr. 89, 1998.

Bijlage 1 Bouwplanscenario's bij aangescherpte normen

	Minas-N	Werkelijk N	Nmin_najaar
NON bouwplan: 50 zetmeelaardappel + 25suikerbiet + 25graan			
- Referentie/vroeg	52	119	74
- Referentie/laat	22	90	74
- Vanggewassen	47	114	64
- NBS	37	104	74
- Inwerken graanstro	51	122	72
- Geen organische mest	9	76	72
- NBS+geen mest+vg	-11	56	62
ZON bouwplan: 25consumptieaardappel + 25suikerbiet + 25graan + 12,5waspeen + 12,5conservenerwt + stamslabonen			
- Referentie	19	115	93
- Vanggewassen	13	109	83
- NBS	12	108	91
- Inwerken graanstro	18	118	91
- N-nawerking gewasrest erwt	10	106	93
- Geen organische mest	-5	92	91
- Verwijderen gewasrest sboon	19	105	91
- Vervanging sboon door vanggewas/100 kg/ha N-opname	-10	89	89
- Vervanging sboon door vanggewas/150 kg/ha N-opname	-13	86	83
- vg+nbs+geen mest+vg ipv ssb/150	-50	49	69
ZWK bouwplan: 25consumptieaardappel + 20suikerbiet + 45graan + 10ui			
- Herfst, maximaal, zonder gb	98	135	153
- Herfst, maximaal, met gb	98	134	124
- Herfst, beperkt, zonder gb	75	111	134
- Herfst, beperkt, met gb	62	98	93
- Herfst, beperkt, met gb en stro	59	105	90
- Voorjaar, ca	26	63	81
- Voorjaar, ca + sb	35	71	82
- Herfst, beperkt+gb ca, voorjaar, ca + sb	64	100	89
- Herfst, beperkt+gb ca + sb, voorjaar ca	78	114	94
- Voorjaar, wt	34	70	83
- Voorjaar, wt + ca	50	86	84
- Voorjaar, wt + ca +sb	58	95	84
- Herfst, vaste fractie, zonder gb	42	79	97
- Herfst, vaste fractie, met gb	29	65	61

	Minas-N	Werkelijk N	Nmin_najaar
ZON bouwplan: 100prei			
- Referentie	118	228	142
- NBS	78	188	122
- Rijenbemesting, Cultan	25	135	117
- Geen organische mest	75	185	141
- Suboptimaal bemesten	68	184	117
- cultan+subopt	-15	101	97
ZON bouwplan: 50prei + 50ijsbergsla			
- Referentie	120	212	187
- NBS	90	182	167
- Inwerken graanstro	112	224	174
- Rijenbemesting, Cultan	73	165	174
- Geen organische mest	77	169	183
- Verwijderen gewasresten	120	173	174
- Vervanging 2e teelt door vanggewas/100 kg/ha N-opname	54	180	161
- Vervanging 2e teelt door vanggewas/150 kg/ha N-opname	42	167	136
- Suboptimaal bemesten	85	182	164
- cultan+geen mest+vg ipv ijs2/150	-27	99	116
- vcultan+geen mest+vg ipv ijs2/150+subopt/prei	-47	82	106
ZON bouwplan: 100aardbei			
- Referentie	-80	148	106
- Vanggewassen	-120	108	26
- NBS	-100	128	96
- Vanggewassen + NBS	-140	88	16

Bijlage 2 Bedrijven-Informatienet van het LEI

Korte beschrijving

Het Bedrijven-Informatienet van het LEI (het Informatienet) is een gestratificeerde steekproef uit de land- en tuinbouwbedrijven in Nederland, die tot doel heeft een representatief beeld te geven van de bedrijfsuitkomsten en de financiële positie, evenals van de factoren die hierop van invloed zijn. Naast een gedetailleerde financiële boekhouding worden hier toe uiteenlopende aspecten vastgelegd die relevant zijn voor (milieu)beleid zoals bijvoorbeeld: mest en mineralen, gewasbeschermingsmiddelen, energie, water, dierenwelzijn en diergezondheid.

Het Informatienet is een doorlopend netwerk en kent een omvang van circa 1.500 land- en tuinbouwbedrijven. Bedrijven mogen maximaal 5 tot 7 jaar deelnemen. Doordat jaarlijks steekproefsgewijs 15 tot 20% van de bedrijven wordt vervangen, past het Informatienet zich aan aan de veranderingen binnen de Nederlandse land- en tuinbouw. Deze ontwikkelingen worden gevolgd met behulp van de jaarlijkse Landbouwtelling van het CBS.

Method

De basis voor het Informatienet is de steekproef uit de jaarlijkse Landbouwtelling. Criteria bij stratificatie betreffen bedrijfsomvang (in nge en hectare), bedrijfstype en regionale ligging. Behalve representativiteit wordt de samenstelling van het Informatienet ook bepaald door de doelstelling zo betrouwbaar mogelijke uitkomsten te verkrijgen.

Omdat de spreiding in bedrijfsuitkomsten groter is naarmate de bedrijfsgrootte toeneemt en eveneens groter is op akkerbouw- dan op rundveebedrijven, zijn grote bedrijven relatief sterker vertegenwoordigd in het Informatienet dan kleine bedrijven en akkerbouwbedrijven relatief sterker dan rundveebedrijven. Tabel B2.1 toont de verdeling van de steekproef naar bedrijfstype en regio in het boekjaar 1999/2000.

In verband met verschillen in steekproefdichtheid die voortvloeien uit de opzet wordt per type, per grootteklasse, per leeftijdsklasse van de ondernemer en per landbouwgebied een wegingsfactor bepaald. Deze wegingsfactor geeft voor elk van de gevormde subgroepen de verhouding aan tussen het aantal bedrijven dat landelijk voorkomt en het aantal Informatienet-bedrijven. Door nu de resultaten per groep bedrijven te berekenen als een gewogen gemiddelde van de resultaten van individuele bedrijven waarbij de kengetallen van elk bedrijf zijn vermenigvuldigd met de wegingsfactor van de keuzegroep waarvan het deel uitmaakt, worden verschillen in steekproefdichtheid uitgeschakeld.

Alle gegevens van het Informatienet worden door het LEI opgeslagen in een centrale databank, samen met gegevens van de ongeveer 90.000 bedrijven uit de Landbouwtelling. Zodoende kunnen koppelingen tussen de verschillende informatiebronnen tot stand worden gebracht, waardoor ook op regionaal niveau berekeningen kunnen worden uitgevoerd.

Tabel B2.1 Aantal steekproefbedrijven in het Informatienet ten opzichte van de gehele populatie, boekjaar 1999/2000

	Aantal bedrijven in	
	populatie	Informatienet
Akkerbouwbedrijven		
- Regio 1 a)	652	30
- Regio 6-9	2.152	50
- Regio 11	2.850	47
- Regio 2, 3	1.893	34
- Regio 4, 5, 10, 12-14	1.914	24
Tuinbouwbedrijven		
Glasgroentebedrijven		
- Westelijk Holland	1.408	44
- Overig Nederland	1.314	45
Snijbloemenbedrijven		
- Westland, ZH, Droogmakerijen	1.474	36
- Overig Westelijk Holland	1.094	25
- Overig Nederland	849	20
Potplantenbedrijven		
- Bloei	1.038	27
- Blad	518	27
Overige glasbedrijven	938	0
Opengrondsgroentebedrijven		
- Noordzeekust	373	8
- Binnenland	811	8
Fruitbedrijven		
- West-Nederland	587	8
- Midden-Nederland	680	7
- overig Nederland	508	5
Boomkwekerijbedrijven		
- Westelijk Holland	579	8
- Overig Nederland	1.472	8
Champignonbedrijven	503	20
Bloembollenbedrijven		
- De Noord	397	9
- Ov. W.Holl. & Droogm.	312	9
- Overig Nederland	492	5
Overige opengrondsbedrijven	1.528	0
Andere graasdierbedrijven		
Minder sterk gespec. Melkveebedrijven	3.427	64
Kalvermesterij en overige rundveehouderijbedrijven	2.006	31
Andere graasdierbedrijven	5.434	22
Hokdierbedrijven		
Fokvarkensbedrijven	2.195	48
Andere varkensbedrijven	3.617	58
Legkippenbedrijven	1.108	32
Andere hokdierbedrijven	1.247	29

Tabel B2.1 (vervolg)

	Aantal bedrijven in	
	populatie	Informatienet
<i>Combinatie</i>		
Gewassencombinaties	1.885	16
Veeteeltcombinaties	2.918	23
Gewassen-veeteeltcombinaties	2.788	26
<i>Totaal</i>	<i>76.486</i>	<i>1.100</i>

a) Verklaring regio-indeling (Boers, 1996):

1= Bouwhoek en Hogeland	8=Waterland en Droogmakerijen
2= Veenkoloniën en Oldambt	9=Hollands/Utrechts weidegebied
3=Noordelijk weidegebied	10=Rivierengebied
4=Oostelijk veehouderijgebied	11=Zuidwestelijk akkerbouwgebied
5=Centraal veehouderijgebied	12=Zuidwest Brabant
6=IJsselmeerpolders	13=Zuidelijk veehouderijgebied
7=Westelijk Holland	14=Zuid-Limburg

Bron: Van Dijk et al., 2002.

Resultaten

In het algemeen kunnen vier varianten van gebruik worden onderscheiden te weten:

- monitoring;
- technisch-economisch onderzoek;
- econometrisch model onderzoek;
- fundamenteel onderzoek (methodiek-/kennisontwikkeling).

Het voert te ver om alle publicaties op te nemen waaraan het Informatienet heeft bijgedragen. Ten aanzien van monitoring verschijnen periodiek het Landbouw-Economisch Bericht (jaarlijks), Landbouw, Milieu, Natuur en Economie (jaarlijks) en Agrimonitor (2 maandelijks).

Via internet is informatie over het Bedrijven-Informatienet toegankelijk onder de naam 'Binternet' via <http://www.lei.dlo.nl/home.htm>.

Bijlage 3 Deelnemers aan de workshop van deskundigen

Ir. M.J.C. de Bode	EC-LNV
Ir. B. Fraters	RIVM
Ir. J.J. de Haan	PPO-agv
Prof. Dr. Ir. O. Oenema	Alterra
Drs. W.J. Willems	RIVM

Aanwezige projectgroepleden

Dr. Ir. O. A. Clevering	PPO-agv
J. Groenwold	PRI
Ing. A. van den Ham	LEI
Ir. D.W. de Hoop	LEI
Ir. S.M. van 't Riet	PPO-bb
Drs. A.E.G. Tonneijck	PRI