

Evaluatie Nitraatprojecten



Bijdrage vanuit
Telen met toekomst

Hans Langeveld

Evaluatie Nitraatprojecten

Bijdrage vanuit Telen met toekomst

Hans Langeveld

Telen met toekomst
juni 2004
OV0409



Telen met toekomst

Colofon

Uitgever:

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 - 47 70 00
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : post@plant.wag-ur.nl
Internet : <http://www.plant.wageningen-ur.nl>

© 2004 Wageningen, Plant Research International B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Plant Research International B.V.

Telen met toekomst is een van de landelijke onderzoeksprojecten die uitgevoerd worden in het kader van het Actieplan Nitraatprojecten (2000-2003). Het project wordt gefinancierd door de Ministeries van LNV en van VROM.

In 'Telen met toekomst' werken agrarische ondernemers samen met Wageningen UR (Praktijkonderzoek Plant & Omgeving en Plant Research International B.V.) en DLV Adviesgroep nv aan duurzame bedrijfssystemen voor akkerbouw, vollegrondsgroenteteelt, bloembollen en boomteelt.

Informatie over Telen met toekomst

DLV Adviesgroep nv
Telefoon: (0317) 49 16 12
Fax: (0317) 46 04 00
Postbus 7001, 6700 CA WAGENINGEN
E-mail: info@telenmettoekomst.nl
Internet: www.telenmettoekomst.nl

Inhoudsopgave

	Pagina
Verantwoording	1
1. Inleiding	3
2. Milieukundige resultaten	5
2.1 Minas-eindnormen	5
2.2 Residuele minerale bodemstikstof in het najaar	10
2.3 Nitraat in het grondwater	13
2.4 Drain- en oppervlaktewater	16
2.5 Analyse	16
3. Relaties tussen indicatoren en nitraatconcentraties	19
3.1 Inleiding	19
3.2 Potentiële indicatoren	20
3.3 Resultaten	21
3.3.1 Gemiddelde waarden en spreiding	21
3.3.2 Relatie met de nitraatconcentratie	23
3.3.3 Lineaire regressie	23
3.3.4 Voorspelling van Nmin-najaar	28
3.4 Discussie	28
3.4.1 Variatie van de gevonden nitraatconcentraties	28
3.4.2 Sterke en zwakke kanten van de indicatoren	29
3.4.3 Mogelijke verbeteringen in de analyse	30
3.4.4 Bemesting en Nmin-najaar	30
3.5 Conclusies	31
4. Minas-eindnormen in de praktijk	33
4.1 Akkerbouw	33
4.2 Vollegrondsgroenten	34
4.3 Bollenteelt	36
4.4 Boomteelt	37
5. Aanvoernormen	39
6. Discussie en conclusie	41
Referenties	47
Bijlage I. Oorzaken beperkte toepasbaarheid van potentiële indicatoren	2 pp.

Verantwoording

Dit rapport geeft kort de resultaten weer van Telen met toekomst op het gebied van bemesting en waterkwaliteit. Het beschrijft milieukundige resultaten onder andere op het gebied van Minas en nitraatconcentratie van het grondwater. Hiernaast wordt stilgestaan bij landbouwkundige aspecten van de bemesting, alsmede de mogelijkheid van bedrijven die niet bij Telen met toekomst betrokken zijn om bepaalde doelen te realiseren.

Bijdragen voor dit rapport zijn geleverd door alle betrokken onderzoekers (Peter Dekker, Arjan Dekking, Theo Guiking, Brigitte Kroonen-Backbier, Jacques Rovers en Stefanie de Kool van PPO, en Remmie Booij, Ko Groenwold, Annette Pronk, Frank de Ruijter en Bert Smit van PRI). De concept-tekst is van commentaar voorzien door Harm Brinks, Pieter van de Sanden en Frank Wijnands. Figuren en tabellen zijn van de hand van Peter Uithol.

1. Inleiding

In deze rapportage wordt ingegaan op de milieukundige resultaten (Minas-eindnormen, residuele minerale bodemstikstof in het najaar, en nitraatconcentraties) zoals deze binnen Telen met toekomst (Tmt) zijn gerealiseerd (Sectie 2). Vervolgens worden enkele analyses van de relatie tussen de nitraatconcentratie en enkele mogelijke indicatoren gepresenteerd (Sectie 3), en wordt de haalbaarheid van de Minas-eindnormen voor de open-teeltsectoren besproken (Sectie 4). Hierna wordt gekeken in hoeverre praktijkbedrijven voldoen aan de EU aanvoernorm van 170 kg stikstof uit dierlijke mest (Sectie 5). De rapportage wordt afgesloten met een korte discussie, waarin ook wordt ingegaan op mogelijk te verwachten wijzigingen in het Nederlandse nutriëntenbeleid (Sectie 6).

Voor een goede interpretatie van de resultaten volgt hier een korte uiteenzetting van het project. Telen met toekomst richt zich op vier sectoren (akkerbouw, vollegrondsgroenten-, bollen- en boomteelt), verdeeld over vijf regio's (Tabel 1.1). Er wordt onderzoek gedaan op twee typen bedrijven:

- commerciële bedrijven, praktijkbedrijven genoemd. Dit zijn 33 bedrijven verdeeld over de vier sectoren: akkerbouw (14 bedrijven), vollegrondsgroente (9), bloembollen (5) en boomteelt (5)¹;
- onderzoeksbedrijven of kernbedrijven. Hiervan zijn er vier, voor elke sector één:
 - Akkerbouw: 'Vredepeel';
 - Vollegrondsgroente: 'Meterik-vg';
 - Bollenteelt: 'De Noord';
 - Boomteelt: 'Horst-boomteelt'.

Het onderzoek richt zich op de volgende thema's:

- schoon milieu (nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen),
- duurzaam beheer productiemiddelen (bodem en eindige grondstoffen als water en energie),
- kwaliteitsproductie,
- economische duurzaamheid,
- multifunctionaliteit (natuur en landschap).

Tabel 1.1. Aantallen bedrijven binnen Telen met toekomst naar sector, regio en grondsoort.

Sector	Regio	Code Tmt-groep	Grondsoort	Aantal bedrijven
Akkerbouw	Noordoost-Nederland	Ak-non	Dalgrond	3
			Zand	2
	Zuidoost-Nederland	Ak-zon	Zand	4
	Zuidwest-Nederland	Ak-zwn	Klei	5
Vollegrondsgroententeelt	Midden-Brabant	Vg-mb	Zand	4
	Zuidoost-Nederland	Vg-zon	Zand	5
Bloembollen	Noordwest-Nederland	Blb	Zand	5
Boomteelt	Zuidoost-Nederland	Bomen	Zand	5

¹ Tijdens het project heeft zich een wijziging voorgedaan. Eén van de deelnemende bedrijven heeft zijn medewerking tussentijds gestopt. Dit bedrijf (Bl04) is vervangen door een nieuw bedrijf (Bl06).

In de Minas-wetgeving wordt onderscheid gemaakt naar bedrijfstak (dierhouderij, open teelten), grondsoort (zand, klei, veen, löss) en grondwaterstand. Bij zandgronden wordt onderscheid gemaakt tussen uitspoelinggevoelige zandgronden (vanwege de lage grondwaterstand ook wel droge zandgronden genoemd) en zandgronden die minder uitspoelinggevoelig zijn. De eindnormen voor de uitspoelinggevoelige zandgronden zijn hierbij het strengst. De Tmt-bedrijven liggen grotendeels op zandgronden, met uitzondering van de akkerbouwbedrijven in het *Zuidwesten* die op kleigrond liggen. Verreweg de meeste bedrijven vallen geheel of grotendeels onder de niet-uitspoelinggevoelige gronden. Uitzondering hierop zijn het bedrijf Ak03 in het *Noordoosten*, en Ak06 en de boomteeltbedrijven, allen gelegen in het *Zuidoosten* (zie Tabel 3.2). De huidige rapportage beperkt zich tot de stikstofbemesting zoals deze in het project is gevonden, en beslaat zowel praktijk- als kernbedrijven in alle sectoren en regio's.

In dit rapport worden projectresultaten vergeleken met de forfaitaire afvoernorm van 165 kg N per ha en een verliesnorm van 60 en 100 kg N per ha voor respectievelijk uitspoelinggevoelige en overige gronden (de beoogde eindnormen van Minas). Hierbij is uitgegaan van de wetgeving zoals deze op het moment van de analyse (oktober 2003) bekend was.

2. Milieukundige resultaten

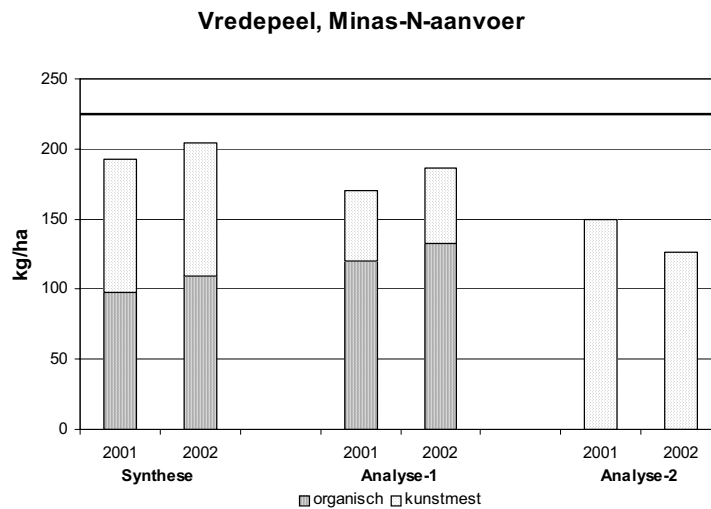
2.1 Minas-eindnormen

De mate waarin Minas-eindnormen zoals ze oorspronkelijk waren voorzien voor 2003 door de verschillende bedrijven binnen Tmt gehaald zijn wordt hieronder per sector besproken. Hierbij wordt apart gekeken naar kernbedrijven en praktijkbedrijven.

Akkerbouw

Kernbedrijf 'Vredepeel'

Op het kernbedrijf 'Vredepeel' worden de Minas-eindnormen voor uitspoelinggevoelige zandgronden ruimschoots gehaald (Figuur 2.1). Dit bedrijf kent drie systemen. Het meest gangbare systeem, dat het dichtst bij de huidige praktijk ligt ('*Synthese*'), heeft een stikstofaanvoer van rond de 200 kg per ha; de aanvoer op het tweede systeem, dat verdere aanpassingen heeft ondergaan om milieudoelen te realiseren ('*Analyse-1*'), ligt gemiddeld zo'n 20 kg per ha lager. Het systeem met de meest vergaande beperkingen in bemesting ('*Analyse-2*') realiseert een aanvoer van minder dan 150 kg N per ha, ofwel ruim 75 kg onder de norm.

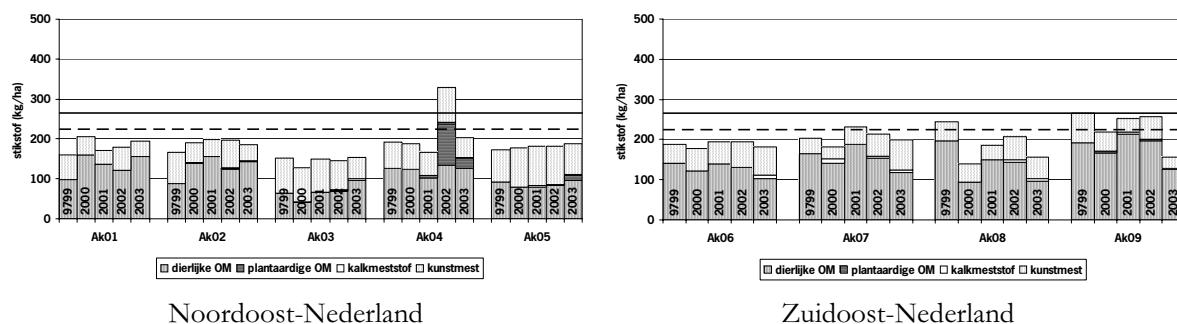


Figuur 2.1. Minas-stikstofaanvoer op kernbedrijf 'Vredepeel' in 2001 en 2003 in relatie tot de Minas-eindnormen voor droge (uitspoelinggevoelige) zandgronden (225 kg/ha). Getrokken lijn = norm.

Praktijkbedrijven

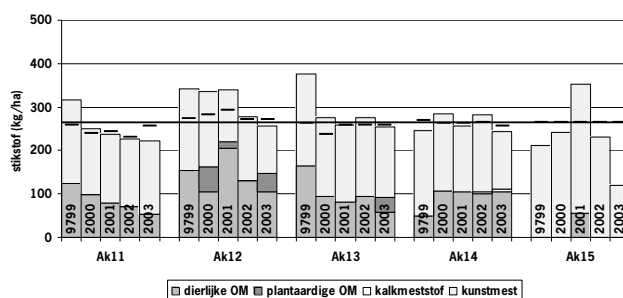
Op één uitzondering na hebben alle akkerbouwbedrijven in het Noordoosten (groep AkNON) de Minas-eindnorm voor stikstof voor uitspoelinggevoelige gronden gedurende de gehele projectperiode gehaald (Figuur 2.2). De overschrijding op dit bedrijf in 2002 wordt veroorzaakt door de aanvoer van GFT-compost. Minas vormt voor deze bedrijven geen enkel probleem, met name door het grote areaal zomergerst dat hier geteeld wordt. Alle bedrijven voldoen aan de strenge normen voor uitspoelinggevoelige gronden.

Het halen van de eindnormen voor akkerbouwbedrijven is minder eenvoudig in de andere regio's. Drie van de vier akkerbouwbedrijven in het Zuidoosten halen de strengste Minas-eindnorm voor stikstof op zitten daar onder. Eén bedrijf scoort in twee van de drie projectjaren zo'n 25 kg N per ha boven deze norm. De overschrijdingen worden verklaard door een relatief groot aandeel van intensieve teelten (consumptieaardappelen en dubbelteelten spinazie/spinazie en erwt/stamslaboon), plus de verplichte mestafname die geldt bij het huren van land. Overigens halen alle bedrijven in deze regio de voor hen geldende formele Minas-eindnorm wel. Bovendien is, naar nu bekend is geworden, voor bedrijven met dubbelteelten met terugwerkende kracht een extra aanvoer toegestaan van 40 kg N per ha.



Figuur 2.2. Minas-stikstofaanvoer op akkerbouwbedrijven in het Noordoosten en Zuidoosten in 2000, 2001 en 2002 in relatie tot de Minas-eindnormen voor droge (uitspoelingsgevoelige) zandgronden (stippellijn 225 kg/ha). (De ononderbrokenlijn is de norm voor niet uitspoelingsgevoelige gronden). Ter vergelijking is de gemiddelde aanvoer in de laatste drie jaren direct voorafgaand aan het begin van Tmt gegeven (1997-1999; in de figuur aangegeven als '9799').

De stikstofaanvoer in het Zuidwesten schommelt rond de norm van de Minas-eindnorm voor kleigronden (265 kg N/ha). Sommige bedrijven zitten hierboven, enkele bedrijven eronder. Verwachting is dat dit ook in de komende jaren het geval zal blijven. Overigens is de precieze eindnorm hier variabel, omdat rekening gehouden moet worden met afwijkende eindnormen voor de teelt van graszaad en de voorkomende braaklegging bij graan. (Op braakland geldt niet de forfaitaire afvoer van 165 kg N per ha). Dit laatste geldt uiteraard ook voor akkerbouwbedrijven in het Noordoosten.

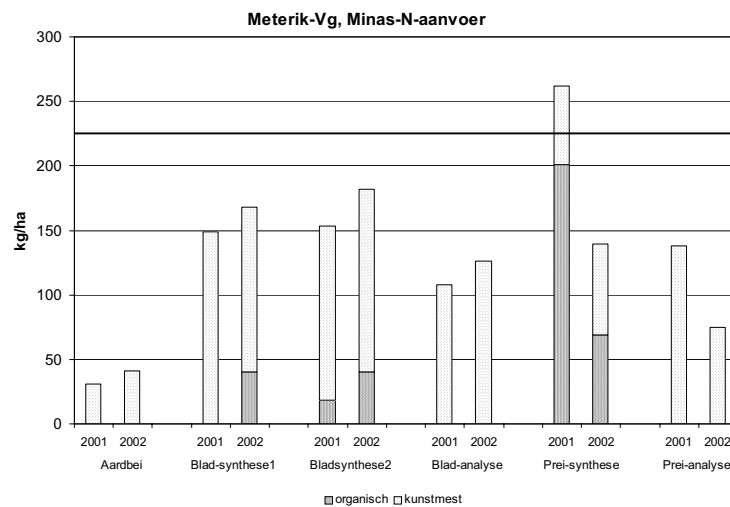


Figuur 2.3. Minas-stikstofaanvoer op akkerbouwbedrijven in het Zuidwesten in 2000, 2001 en 2002 in relatie tot de Minas-eindnormen voor kleigronden. Ter vergelijking is de gemiddelde aanvoer in de laatste drie jaren direct voorafgaand aan het begin van Tmt gegeven (1997-1999; in de figuur aangegeven als '9799').

Vollegrondsgroenten

Kernbedrijf 'Meterik-vg'

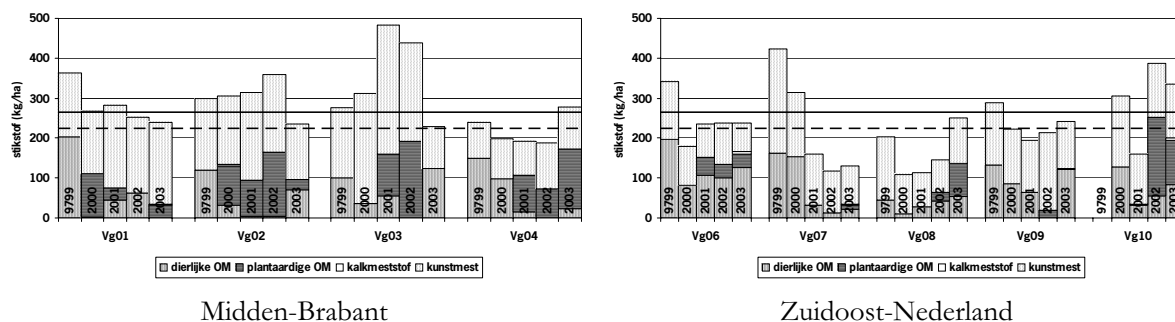
Het kernbedrijf voor de vollegrondsgroenten ('Meterik-vg') kent verschillende bedrijfssystemen. Er zijn systemen typerend voor de aardbeien-, prei- (zowel 'Synthese' als 'Analyse') en bladgewassenteelt (twee 'Synthese'-systemen en een 'Analyse'-systeem). Verschillen tussen 'Synthese'- als 'Analyse'-systemen bestaan vooral uit een iets aangepaste gewaskeuze, meer inzet van groenbemesters en een lagere bemesting op de 'Analyse'-systemen. Alle bedrijfssystemen blijven in 2002 binnen de Minas-eindnormen voor uitspoelinggevoelige zandgronden (Figuur 2.4). Wel zijn er grote verschillen tussen de individuele systemen, waarbij het aardbeiensysteem de laagste aanvoer laat zien en de bladgewassensystemen de hoogste. De grootste vooruitgang is geboekt op het prei-'Synthese'-systeem.



Figuur 2.4. Minas-stikstofaanvoer op de verschillende systemen van het kernbedrijf 'Meterik-vg' voor vollegrondsgroenten in 2001 en 2002 in relatie tot de Minas-eindnormen voor uitspoelinggevoelige zandgronden: aardbei, prei ('Synthese' en 'Analyse') en bladgroenten ('Synthese-1', 'Synthese-2' en 'Analyse'). Getrokken lijn = norm.

Praktijkbedrijven

Vollegrondsgroentenbedrijven in Midden-Brabant halen de Minas-eindnormen voor droge (uitspoelinggevoelige) zandgronden niet (Figuur 2.5). Gemiddeld genomen is er zelfs sprake van een lichte toename in het gebruik van meststoffen. Het is niet te verwachten dat deze bedrijven een verlaging zullen realiseren. De telers hebben aangegeven duidelijk het idee te hebben op of over de grens van het haalbare te zitten, iets dat belangrijk is gezien het feit dat zelfs een geringe opbrengstreductie zwaar meetelt in het financiële resultaat. Teler in het Zuidoosten daarentegen realiseren de Minas-eindnormen wel. In deze regio wordt echter veel gebruik gemaakt van huurpercelen, waar vaak een afnameverplichting op rust van dierlijke mest. Dit beperkt duidelijk de sturing in de toepassing van dierlijke mest, waardoor verschillen ontstaan tussen bedrijven met alleen eigen grond en met huurpercelen.

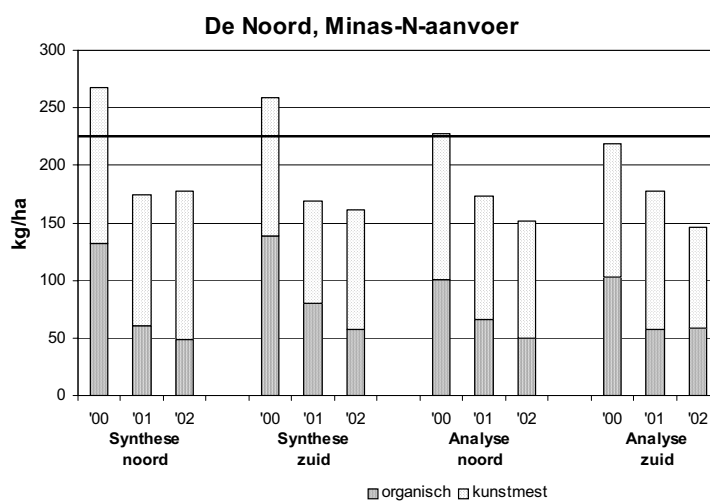


Figuur 2.5. *Minas-stikstofaanvoer op vollegrondsgroentenbedrijven in Midden-Brabant en het Zuidoosten in 2000, 2001 en 2002 in relatie tot de Minas-eindnormen voor uitspoelingsgevoelige zandgronden. Ter vergelijking is de gemiddelde aanvoer in de laatste drie jaren direct voorafgaand aan het begin van Tmt gegeven (1997-1999; in de figuur aangegeven als '9799').*

Bollenteelt

Kernbedrijf 'De Noord'

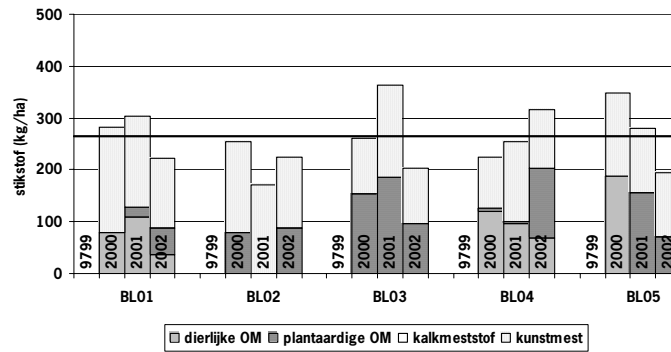
Het kernbedrijf voor de bollenteelt ('De Noord') kent vier systemen: 'Synthese Noord', 'Synthese Zuid', 'Analyse Noord' en 'Analyse Zuid'. Alle systemen zijn in staat de Minas-eindnormen te halen. Er is grote vooruitgang geboekt, met name door de verlaagde stikstofaanvoer in de 'Synthese'-systemen (Figuur 2.6).



Figuur 2.6. *Minas-stikstofaanvoer op kernbedrijf 'De Noord' voor bollenteelt in 2000, 2001 en 2002 in relatie tot de Minas-eindnormen voor uitspoelingsgevoelige zandgronden. Getrokken lijn = norm.*

Praktijkbedrijven

In 2002 haalden vier van de vijf praktijkbedrijven de Minas-eindnormen voor stikstof (Figuur 2.7). Ook het vijfde bedrijf zou hiertoe in staat zijn, mits hier de aanvoer van dierlijke mest wordt aangepast en de aanvoer van organische stof, die veel hoger is dan nodig voor het handhaven van het organische stof gehalte, wordt verlaagd. De bedrijven voldoen hiermee (grotendeels) aan de Minas-eindnormen voor uitspoelingsgevoelige zandgronden. Gezien de grondwaterstand zijn ze hiertoe niet verplicht.

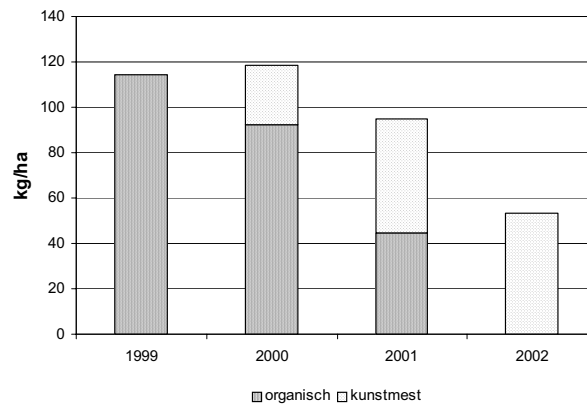


Figuur 2.7. Minas-stikstofaanvoer op bollenbedrijven in 2000, 2001 en 2002 in relatie tot de Minas-eindnormen voor droge (uitspoelingsgevoelige) zandgronden.

Boomteelt

Kernbedrijf 'Horst'-boomteelt

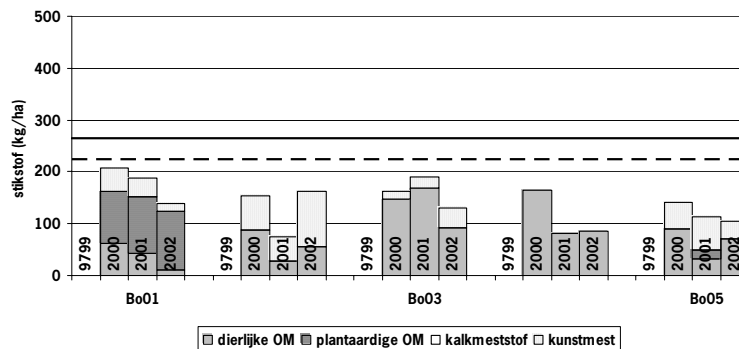
Het kernbedrijf voor de boomteelt, kent één systeem. Op dit bedrijf wordt de Minas-aanvoernorm ruimschoots gehaald (Figuur 2.8). De Minas-aanvoer is gedurende de projectperiode gedaald. Ook het werkelijke stikstofoverschot laat voor 2000 en 2001 een daling zien. Door het tijdelijk opschorten van de organische bemesting in 2002 - gevolg van een gewijzigde bemestingsstrategie - is het beeld voor 2002 echter enigszins geflatteerd.



Figuur 2.8. Minas-stikstofaanvoer op het kernbedrijf 'Horst'-boomteelt in 2001 en 2002. Ter vergelijking is de aanvoer in 1999 en 2000 gegeven (jaren direct voorafgaand aan het begin van het project).

Praktijkbedrijven

Op de boomteeltbedrijven in het zandgebied van Zuidoost-Nederland wordt de Minas-eindnorm voor uitspoelingsgevoelige gronden gerealiseerd (Figuur 2.9). Hierbij dient te worden opgemerkt dat de organische stofbalans op niet alle bedrijven in evenwicht is. Op twee van de vijf bedrijven wordt er onvoldoende organische stof aangevoerd. Dit zou op lange termijn negatieve gevolgen kunnen hebben.



Figuur 2.9. Minas-stikstofaanvoer op boomteeltbedrijven in 2000, 2001 en 2002 in relatie tot de Minas-eindnormen voor droge (uitspoelingsgevoelige) zandgronden.

2.2 Residuele minerale bodemstikstof in het najaar

In deze sub-sectie wordt verslag gedaan van metingen van de hoeveelheid residuele minerale bodemstikstof in het najaar, dat wil zeggen stikstof die in de hierop volgende periode, waarin een neerslagoverschot optreedt en er geen gewassen op het veld staan, hoogstwaarschijnlijk uitspoelt.

Akkerbouw

Kernbedrijf 'Vredepeel'

De gemiddelde hoeveelheid gemeten residuele minerale bodemstikstof in het najaar ligt onder de streefwaarde die is vastgesteld bij de start van Telen met toekomst (De Buck et.al, 2002). De hoeveelheid op het 'Synthese' systeem ligt iets boven de 50 kg; 'Analyse-2' realiseert lagere waarden.

Praktijkbedrijven

Tabel 2.1 geeft de hoeveelheid gemeten residuele minerale bodemstikstof van de praktijkbedrijven. De laagste hoeveelheden worden gevonden in het *Noordoosten*. Hier wordt plaatselijk de streefwaarde van maximaal 45 kg N/ha gerealiseerd. Gemiddeld wordt de streefwaarde echter nog overschreden. De hoeveelheden residuele minerale bodemstikstof in het *Zuidoosten* liggen een kwart tot de helft hoger dan die in het *Noordoosten*. De oorzaak hiervoor moet worden gezocht in de dubbelteelten van spinazie en erwten en bonen. Ondanks een relatief geringe bemesting bij erwt en boon blijkt deze dubbelteelt veel stikstof in het profiel achter te laten. Dit is vooral te wijten aan de grote hoeveelheden stikstof die in de vorm van gewasresten achterblijft. De streefwaarde voor de klei-bedrijven in het *Zuidwesten* ligt met een waarde van 70 kg N/ha hoger dan die voor de zandgronden. Deze waarde wordt, op een enkele uitzondering na, niet gehaald. Gemiddeld lag de gemeten hoeveelheid residuele minerale bodemstikstof in 2000 en 2002 boven de 100 kg N/ha. De lage waarden voor 2001 worden verklaard doordat in dat jaar een deel van de stikstof al was uitgespoeld in september, iets wat overigens voor alle regio's geldt.

Tabel 2.1. Gemiddeld gemeten hoeveelheid minerale stikstof (kg/ha in de bovenste 90 cm) in het najaar op akkerbouwbedrijven¹.

		Streefwaarde	Gemiddeld	Minimum	Maximum
Noordoost-Nederland	2000	45	62	45	78
	2001	45	53	37	79
	2002	45	87	61	125
Zuidoost-Nederland	2000	45	79	48	97
	2001	45	82	75	91
	2002	45	110	100	119
Zuidwest-Nederland	2000	70	132	86	175
	2001	70	77	49	113
	2002	70	102	93	123

¹ Gemiddelde van perceelcijfers; gecorrigeerd voor verschillen in oppervlakte.

Vollegrondsgroenten

Kernbedrijf 'Meterik-vg'

Tabel 2.2 geeft de hoeveelheid gemeten residuele minerale bodemstikstof in het najaar voor vollegrondsgroentenbedrijven. De gemiddelde resultaten voor het kernbedrijf lagen in 2002 aanzienlijk hoger dan in het voorgaande jaar (58 tegenover 92 kg/ha). De streefwaarde van 45 kg N/ha is duidelijk nog niet in zicht.

Tabel 2.2. Vollegrondsgroente: minerale stikstof in het najaar op kernbedrijf en op deelnemende bedrijven.

		N-min najaar (0-90 cm)			
		Streefwaarde	Gemiddeld	Minimum	Maximum
Midden-Brabant	2000	45	147	86	239
	2001	45	118	59	256
	2002	45	119	45	184
Zuidoost-Nederland	2000	45	163	61	267
	2001	45	126	75	184
	2002	45	167	89	241
Kernbedrijf Meterik	2001	45	58		
	2002	45	92		

Praktijkbedrijven

De hoeveelheid gemeten residuele minerale bodemstikstof in het najaar ligt zeer hoog. Gemiddeld ligt de hoeveelheid in *Midden-Brabant* boven de 110 kg N/ha; in het *Zuidoosten* ligt dit in sommige jaren zelfs boven de 160 kg (Tabel 2.2). Ook hier valt de enorme spreiding op tussen de percelen, waarbij de percelen met de laagste gemeten waarden in *Midden-Brabant* in de buurt komen van de streefwaarde. Bij de praktijkbedrijven van het *Zuidoosten* liggen ook de laagste waarden nog ruim boven de gewenste 45 kg N/ha.

Bollenteelt

Kernbedrijf 'De Noord'

Gezien de hoge stand van het grondwater wordt de hoeveelheid residuele minerale bodemstikstof in het najaar slechts bepaald in de bovenste 60 cm van het profiel. Dit in tegenstelling tot de andere sectoren, waar de bovenste 90 cm wordt genomen. Doordat een andere meethoogte wordt aangehouden wordt ook een andere norm gehanteerd (47 kg N/ha).

Praktijkbedrijven

De hoeveelheid gemeten residuele minerale bodemstikstof in het najaar op de praktijkbedrijven ligt met 36 kg N/ha ruim onder de streefwaarde. Wel zijn er extreem grote verschillen tussen de gemeten percelen met uitschieters tot boven de 100 kg N/ha (Tabel 2.3).

Tabel 2.3. *Hoeveelheid minerale stikstof op bollenteeltbedrijven in de laag 0-60 cm (kg/ha) eind oktober/begin november.*

	N-min najaar (0-60 cm)			
	Streefwaarde	Gemiddeld	Minimum	Maximum
2000	47	27	12	61
2001	47	36	10	83
2002	47	36	13	135

Boomteelt

Kernbedrijf 'Horst'-boomteelt

De gemeten hoeveelheid residuele minerale bodemstikstof in het najaar toont grote variatie. Gemiddeld ligt de gemeten hoeveelheid boven de streefwaarde van 45 kg N/ha (Tabel 2.4).

Tabel 2.4. *Bomen: hoeveelheid minerale stikstof in de laag 0-90 cm (kg/ha) eind oktober/begin november.*

		N-min najaar (0-90 cm)			
		Streefwaarde	Gemiddeld	Minimum	Maximum
Zuidoost-Nederland	2000	45	103	39	201
	2001	45	60	47	85
	2002	45	78	44	111
Kernbedrijf 'Horst'-boomteelt	2000	45	34 ¹	5	65
	2001	45	50	23	90
	2002	45	65	30	102

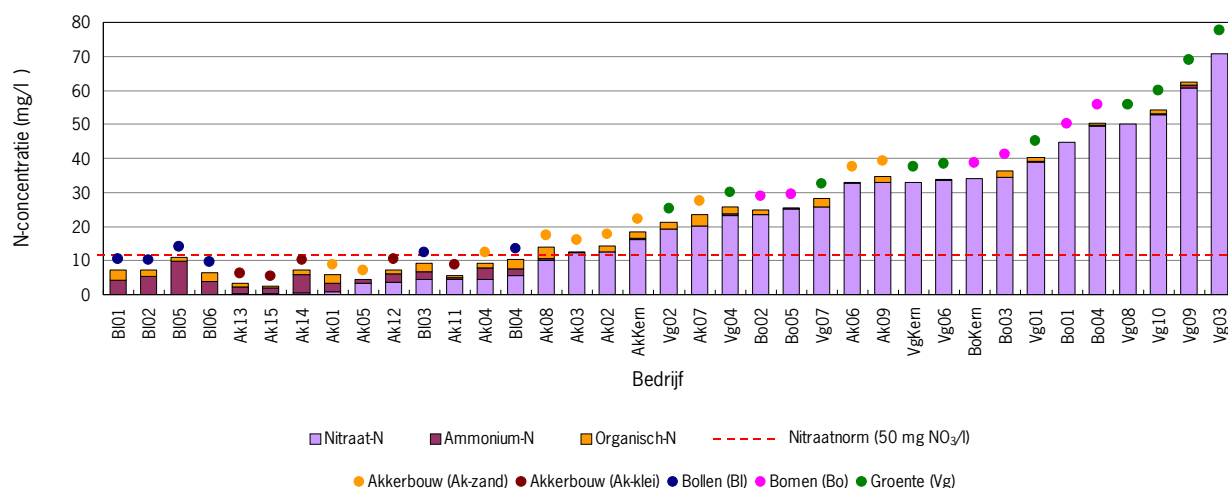
¹ Alleen laag 0-30 cm.

Praktijkbedrijven

De gemeten residuele minerale bodemstikstof op de praktijkbedrijven laat een opvallende afname zien over de drie projectjaren. Gemiddeld genomen nam de hoeveelheid af van 103 kg N/ha in 2000 tot 78 kg/ha in 2002. Hiermee ligt het echter nog ruim boven de streefwaarde (Tabel 2.4).

2.3 Nitraat in het grondwater

In deze sub-sectie wordt verslag gedaan van metingen van nitraatconcentraties in het grondwater verricht door het RIVM. In 2002 zijn voor het eerst systematisch waterkwaliteitsmetingen verricht op alle deelnemende praktijk- en kernbedrijven, met uitzondering van het kernbedrijf voor de bollenteelt waarvan in die periode de bodem werd omgezet. De metingen zijn herhaald in 2003. Op dit moment zijn de resultaten van 2003 nog niet bekend; dit betekent dat we hier slechts resultaten van één meetjaar kunnen rapporteren. De gevolgde aanpak is in principe gelijk aan die van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM). Wel wordt een iets grotere mate van detail aangehouden om beter gefundeerde uitspraken te kunnen doen op bedrijfsniveau (waar de opzet van het LMM gericht is op uitspraken over grotere aantallen bedrijven). RIVM metingen op de kernbedrijven 'Vredepeel' en 'Meterik-vg' zijn verder aangevuld met metingen op verschillende systemen, uitgevoerd door Alterra. Hoewel hierbij een andere meetwijze is gebruikt komen de resultaten goed overeen met die van de RIVM metingen.



Figuur 2.10. Bedrijfsmiddelde concentraties N in het grondwater van de deelnemers aan 'Telen met toekomst'. De bedrijven zijn gerangschikt in volgorde van de concentraties van nitraat-N. Op een aantal bedrijven (Ak05, Ak03, Bo05, Vg06) is het bodemvocht in plaats van het grondwater geanalyseerd (alleen op nitraat- en ammonium-N).

Bron: RIVM.

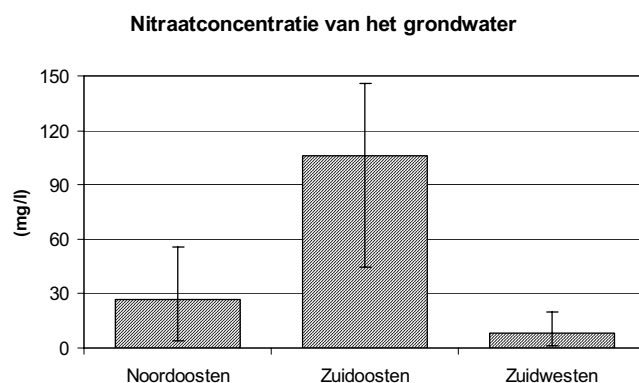
Bedrijfsmiddelde concentraties totaal-N en het aandeel van de verschillende vormen van stikstof zijn weergegeven in Figuur 2.10. In totaal voldoen 15 bedrijven aan de grenswaarde van 50 mg nitraat (of 11 mg N) per liter; 13 bedrijven voldoen ook aan de streefwaarde van 25 mg nitraat (5 mg N) per liter. De laagste nitraatconcentraties zijn gemeten bij akkerbouwers in het *Zuidwesten* (die op kleigrond telen) en bij de bollentelers. Vollegrondsgroententelers, allen op zand, springen er uit met de hoogste nitraatwaarden. Ze worden gevolgd door boomtelers. Akkerbouwers op zandgrond nemen een middenpositie in; bedrijven in het *Noordoosten* hebben hier gemiddeld lagere concentraties dan de bedrijven in het *Zuidoosten*. In de volgende tekst wordt verder op de resultaten ingegaan.

Akkerbouw

Kernbedrijf 'Vredepeel'

Op het dicht bij de praktijk staande 'Synthese'-systeem is een concentratie gemeten van bijna 100 mg/liter. Het meest vergaande systeem ('Analyse-2') benadert de gewenste norm met een waarde van 55 mg/l nitraat. De nitraatconcentratie van het derde, tussenliggende, systeem ligt iets boven dat van het 'Synthese' systeem. Op 'Analyse-2' is een groot aantal aanpassingen doorgevoerd in de bemesting. De belangrijkste zijn (i) geen toepassing van dierlijke mest, (ii) verlaagde stikstofbemestingsniveaus, (iii) rijenbemesting bij maïs, (iv) vervangen van wintergraan door zomergraan, (v) vervangen van de dubbelteelt doperwt/stamslaboon door een enkelvoudige doperwteelt gevolgd door een groenbemester, en (vi) daar waar mogelijk toepassen van een groenbemester na de teelt (dit is gebeurd op de helft van de percelen). Groenbemesters worden niet toegepast in het 'Synthese'-systeem vanwege hun vermeerderingseffect op de aaltjespopulatie. Bij de toepassingen in 'Analyse-2' wordt hier geen rekening mee gehouden en worden groenbemesters zoveel mogelijk ingezet. 'Analyse-1' neemt een tussenpositie in.

De hoogste nitraatconcentraties zijn gevonden na de dubbelteelt doperwt/stamslaboon. Verlaging van de bemesting bij deze teelt zal nauwelijks leiden tot verbetering. Het zou wenselijk zijn deze dubbelteelt te laten vervallen, maar dit zal, om economische redenen, waarschijnlijk niet gebeuren. De dubbelteelt heeft daarnaast een gunstig, want verlagend, effect op de aaltjespopulaties. Dit geldt ook voor de dubbelteelt van spinazie. De kosten voor de in 'Analyse-2' doorgevoerde maatregelen belopen circa € 200 per ha. Dit maakt het niet waarschijnlijk dat deze maatregelen in de praktijk overgenomen zullen worden. Gezien het grote overschot aan organische mest in Zuidoost-Nederland moet verder verwacht worden dat een systeem met alleen kunstmest niet realistisch is. Ook de inzet van groenbemesters zal beperkt blijven zolang deze leiden tot aaltjesvermeerdering en daarmee mogelijke opbrengstderiving (zoals op het kernbedrijf is geconstateerd).



Figuur 2.11. Gemiddelde nitraatconcentratie van het grondwater onder de groepen akkerbouwpraktijkbedrijven. De omvang van de spreiding wordt aangegeven door de hoogte van de balkjes.

Praktijkbedrijven

Op drie van de vijf akkerbouwbedrijven in het *Noordoosten* blijft de gemeten nitraatconcentratie in het grondwater ruim onder de EU-norm van 50 mg nitraat per liter, op de overige twee bedrijven is sprake van een lichte overschrijding. Gemiddeld voldoet deze groep bedrijven ruimschoots aan de streefwaarde met een gemiddelde concentratie van 27 mg/l (Figuur 2.11). De bedrijven in het *Zuidoosten* voldoen niet aan de nitraatnorm, met uitzondering van één bedrijf met 45 mg nitraat/l in 2002. De gemiddelde nitraatconcentratie is hier 107 mg/liter. Bedrijven in het *Zuidwesten* voldoen zowel individueel als qua groep ruimschoots aan de nitraatnorm. Gemiddeld bedraagt de concentratie slechts 8 mg/l. De hoogst gemeten concentratie is 20 mg/l.

Vollegrondsgroenten

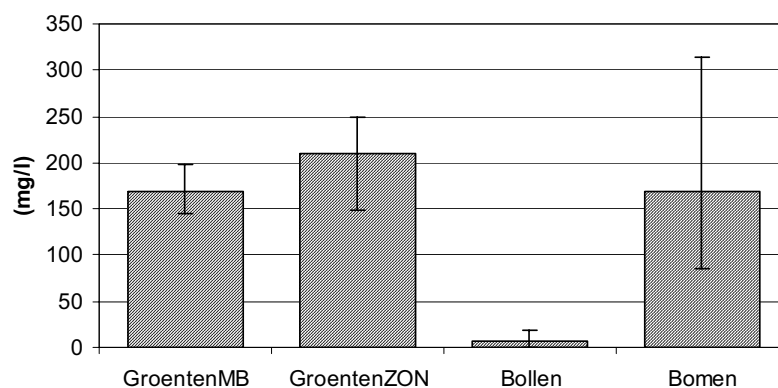
Kernbedrijf 'Meterik-vg'

Op het kernbedrijf is een nitraatconcentratie gemeten van 146 mg/liter. Het betreft hier metingen op het bladgroentenbedrijf.

Praktijkbedrijven

Vollegrondsgroentenbedrijven voldoen niet aan de nitraatnorm. Met een gemiddelde nitraatconcentratie van 168 mg/l in *Midden-Brabant* en 210 mg/l in het *Zuidoosten* liggen met name de laatste bedrijven ver boven de norm (Figuur 2.12). Gemeten nitraatgehalten variëren van 85 tot 313 mg/l. De hoogste nitraatconcentraties worden gevonden op bedrijven met koolsoorten (Chinese kool, broccoli), prei, andijvie en knolselderij in het *Zuidoosten* en bladgewassen (met name spinazie) in *Midden-Brabant*.

Nitraatconcentratie van het grondwater



Figuur 2.12. Gemiddelde nitraatconcentratie van het grondwater op praktijkbedrijven voor vollegrondsgroenten in Midden-Brabant (MB) en Zuidoost-Nederland (ZON), bollen- en boomteelt. De omvang van de spreiding wordt aangegeven door de hoogte van de balkjes.

Bollenteelt

Kernbedrijf 'De Noord'

Wegens omzanden van het kernbedrijf konden hier geen metingen plaatsvinden.

Praktijkbedrijven

Alle praktijkbedrijven voldoen ruimschoots aan de nitraatnorm. Gemeten nitraatgehalten variëren van 0 tot 24 mg/l. Gemiddeld bedraagt de concentratie slechts 7 mg/l (Figuur 2.12).

Boomteelt

Kernbedrijf 'Horst'-boomteelt

Op het kernbedrijf is een nitraatconcentratie gemeten van 150 mg/liter.

Praktijkbedrijven

Boven is al aangegeven dat de deelnemende boomteeltbedrijven in Zuidoost-Nederland niet aan de nitraatnorm kunnen voldoen. De gemiddelde concentratie is 169 mg/l, met nitraatgehalten variërend van 105 tot 220 mg/l (Figuur 2.12).

2.4 Drain- en oppervlaktewater

Binnen Tmt is slechts beperkt bemonsterd op drain- en oppervlaktewater. De gestelde streefwaarden voor totaal gehalte aan stikstof zijn gesteld op 3,8 mg N totaal per liter voor drains en 2,2 mg N totaal per liter voor slootwater. In 2002 overschreden alle bemonsterde bedrijven (akkerbouwbedrijven in het *Zuidwesten* en bollenbedrijven) de gehalten voor zowel drain- als oppervlaktewater. Slechts één monster lag onder de streefwaarde. De helft van de genomen monsters voldeed aan de norm voor fosfaat (maximaal 0,15 mg P per liter). Gemiddeld kan ongeveer de helft van bedrijven aan deze norm voldoen.

2.5 Analyse

Deze sub-sectie geeft kort een analyse van de bereikte milieukundige resultaten binnen de verschillende sectoren.

Akkerbouw

Op het kernbedrijf 'Vredepeel' is de Minas-eindnorm in alle systemen (ruim) gehaald. De hoeveelheid residuele minerale bodemstikstof in het 'Synthese' systeem ligt met gemiddeld 53 kg N in 2001 en 2002 net boven de norm; beide 'Analyse' systemen blijven met 42 en 32 kg N wel onder de norm. De nitraatconcentratie van het grondwater is bijna 100 mg/l voor het 'Synthese' systeem en 55 mg/l voor 'Analyse-2'. Dit is wat teleurstellend voor 'Synthese', waar in het verleden al lagere concentraties gerealiseerd zijn, maar niet voor 'Analyse-2'. Er is voor de volgende jaren (nitraatmetingen die hier zijn gerapporteerd zijn beïnvloed door de teeltactiviteiten in 2001) veel gedaan om het nutriëntenmanagement te verbeteren. De resultaten hiervan zullen te zien moeten zijn in de volgende ronden met nitraatmetingen (die worden uitgevoerd in 2003 en 2004, en die beïnvloed zijn door de handelingen in 2002 en 2003). Ook mag verwacht worden dat een deel van de effecten van het verbeterde management niet direct na één jaar in nitraatcijfers te zien zijn. Sommige effecten, bijvoorbeeld via de organische stof, zullen pas later zichtbaar worden.

Op praktijkbedrijven in het *Noordoosten* was de Minas-eindnorm al haalbaar voorafgaand aan het project. De norm wordt dan ook zonder probleem gehaald. Uitzondering is bedrijf Ak04, waar in 2002 veel compost werd aangevoerd. Dit bedrijf trekt hiermee ook de gemiddelde Minas-aanvoer van de groep omhoog, en draagt - doordat het ook groenten als broccoli en prei teelt - ook bij aan de relatief hoge hoeveelheid residuele minerale bodemstikstof in 2002. De bijdrage aan de gemiddelde nitraatconcentratie is echter niet bijzonder groot. Gemiddeld genomen wordt de gewenste nitraatconcentratie zonder meer gehaald.

De akkerbouwpraktijkbedrijven in het *Zuidoosten* laten over het verloop van het project nauwelijks een structurele verbetering zien qua stikstofaanvoer en het halen van de Minas-eindnormen. Er zijn hier duidelijke verschillen tussen de bedrijven, waarbij twee bedrijven (Ak07 en Ak09) een oplopende stikstofaanvoer laten zien als gevolg van wijzigingen in het bouwplan (meer stikstofvragende gewassen en/of gewassen die minder efficiënt met de aangeboden hoeveelheid stikstof omgaan). Dit is echter alleen te vinden op bedrijfsniveau. Op gewasniveau is geen sprake van achteruitgang. Desondanks blijft de gemiddelde hoeveelheid residuele minerale bodemstikstof hoog, waarbij het vooral de dubbelteelten (spinazie/spinazie en doperwt/stamslaboon) zijn die voor de hoogste waarden zorgen.

De gemeten nitraatconcentratie verschilt sterk qua bedrijf, en lijkt vooral bepaald te worden door verschillen in de grondwaterstand.

Ook praktijkbedrijven in het *Zuidwesten* laten weinig structurele verbeteringen zien. Wel komen de Minas-eindnormen beter in beeld, en worden ze vaak al gehaald. Ook liggen de hoeveelheden residuele minerale bodemstikstof redelijk dicht in de buurt van de streefwaarden voor kleigrond. De nitraatconcentraties van het grondwater vormen geen probleem.

Vollegroendsgroenten

Alle systemen van het kernbedrijf 'Meterik-vg', dus zowel de '*Synthese*'- als de '*Analyse*'-delen, bleven binnen de Minas-eindnormen voor uitspoelinggevoelige gronden. Met uitzondering van de preisystemen is er in 2002 echter weinig tot geen vooruitgang geboekt ten opzichte van het eerste teeltjaar. Dit is opvallend, te meer daar er - gezien de grote hoeveelheid residuele minerale bodemstikstof die op het kernbedrijf gevonden wordt - zeker ruimte is voor verbetering. Ook zijn de gemeten nitraatconcentraties veel te hoog. Hoewel dit werd verwacht is het niet bemoedigend, al zal ook hier wellicht een deel van het effect van het verbeterde nutriëntenmanagement in volgende jaren pas te meten zijn.

Een meerderheid van de praktijkbedrijven in het *Zuidoosten* heeft de Minas-eindnorm gerealiseerd. Gemiddeld laten deze bedrijven verder een grote vooruitgang zien ten aanzien van het verlagen van de stikstofaanvoer. Uitzondering hierbij is de verhoogde aanvoer van organische mest op bedrijf Vg10 die, vanuit bemestingsoogpunt gezien, niet nodig was. De gemeten hoeveelheden residuele minerale bodemstikstof zijn zeer hoog, evenals de gemeten nitraatconcentraties. Hoewel dit was verwacht op basis van de teeltplannen is het toch jammer dat de aantoonbare verbetering van het nutriëntenmanagement niet tot lagere waarden geleid heeft.

In tegenstelling tot de praktijkbedrijven in het *Zuidoosten* is bij de bedrijven in *Midden-Brabant* tot nu toe weinig vooruitgang geboekt. Hierbij moet worden aangetekend dat op twee bedrijven hier het verwerven van nieuwe grond met een lage bodemvruchtbaarheid meespeelt (in het kader van ruilverkaveling en grondruil voor de HSL). Bovendien zijn de deelnemers hier erg bang voor opbrengstverlies. De Minas-eindnormen zijn hier slechts op twee bedrijven gerealiseerd. De normen voor uitspoelinggevoelige gronden gelden formeel echter slechts voor één bedrijf. Opvallend is het grote verschil tussen de twee aardbeienbedrijven, waarbij de aanvoer op Vg01 een derde boven dat van Vg04 ligt. Dit laatste bedrijf heeft echter aangegeven voortaan meer te gaan bemesten omdat, naar het gevoel van de ondernemer, opbrengsten hier te leiden hadden van nutriënten(stikstof)tekort. Ondanks de hoge aanvoer liggen de hoeveelheid residuele minerale bodemstikstof en de gemeten nitraatconcentraties in *Midden-Brabant* lager dan in het *Zuidoosten*. Dit wordt waarschijnlijk vooral verklaard doordat de bodem hier minder uitspoelinggevoelig is.

Minas-eindnormen zijn hier slechts op twee bedrijven gerealiseerd (de normen voor uitspoelinggevoelige gronden op slechts één bedrijf). Opvallend is het grote verschil tussen de twee aardbeienbedrijven, waarbij de aanvoer op Vg01 een derde boven dat van Vg04 ligt. Bedrijf Vg04 geeft in evaluatie wel aan dat zijn lagere N-aanvoer tot opbrengstreductie heeft geleid. Ondanks de hoge aanvoer liggen de hoeveelheid residuele minerale bodemstikstof en de gemeten nitraatconcentraties hier lager dan in het *Zuidoosten*. Dit wordt waarschijnlijk vooral verklaard doordat de bodem hier minder uitspoelinggevoelig is.

Bollen

Op kernbedrijf 'De Noord' hebben alle systemen voldaan aan de Minas-eindnorm voor uitspoelingsgevoelige gronden. Gegevens omtrent residuele minerale bodemstikstof ontbreken, evenals nitraatmetingen.

Bij de praktijkbedrijven haalden vier van de vijf bedrijven de Minas-eindnorm. Voor het vijfde bedrijf ligt dit zeker in de mogelijkheden. Met een gemiddelde hoeveelheid residuele minerale bodemstikstof van 36 kg N/ha blijven de bedrijven bovendien - als enige sector - onder de in Tmt gehanteerde norm. Wellicht is er echter veel stikstof verloren gegaan gedurende het groeiseizoen of in de periode tussen de oogst (veelal rond juli) en de bepaling van de residuele minerale bodemstikstof. Dit heeft niet geleid tot hoge nitraatconcentraties in het grondwater. Er zal veel stikstof verloren zijn gegaan via denitrificatie. Ook kan stikstof via de drains zijn uitgespoeld naar het oppervlaktewater.

Boomteelt

Het kernbedrijf 'Horst'-boomteelt heeft de Minas-eindnormen ruimschoots gehaald. De hoeveelheid residuele minerale bodemstikstof blijft redelijk dicht bij de norm van 45 kg N/ha. Dit is een aanwijzing dat de bemesting redelijk in lijn is met wat mag worden verwacht. Het kan echter niet worden uitgesloten dat er tussentijds al veel stikstof via uitspoeling naar het grondwater verdwijnt. De gemeten nitraatconcentraties, met gemiddeld 150 mg/l drie keer de toegestane hoeveelheid, zijn in ieder geval veel te hoog.

Ook op de praktijkbedrijven is de Minas-eindnorm gehaald. Er is grote variatie ten aanzien van de gevonden hoeveelheden residuele minerale bodemstikstof. De gemiddelde hoeveelheid blijft onder de 80 kg N/ha. Dit is redelijk, maar zou – gezien de gewassen – ook beter moeten kunnen. De nitraatconcentratie is zeer variabel, maar in alle gevallen te hoog; gemiddeld meer dan de 150 mg/l (drie keer de toegestane hoeveelheid). Duidelijk is dat hier nog veel moet gebeuren.

3. Relaties tussen indicatoren en nitraatconcentraties²

3.1 Inleiding

De nitraatrichtlijn van de Europese Unie verplicht lidstaten de nitraatconcentratie van het grondwater te beperken tot ten hoogste 50 mg per liter. Omdat de benodigde grondwatermetingen duur en tijdrovend zijn wordt vaak gezocht naar indicatoren die een duidelijke relatie hebben met de nitraatconcentratie. Schröder & Ten Berge (2002) bespreken een aantal indicatoren die verschillen in schaal (perceel, bedrijf, regio) en in de mate waarin ze zijn gekoppeld aan het uiteindelijke doel of aan middelen die bijdragen om het doel te realiseren.

Binnen Telen met toekomst worden teelthandelingen geregistreerd op het niveau van teelactiviteit³ (afgekort als TA). Ook worden de gewasopbrengsten geregistreerd. De registratie wordt verzameld in de 'Farm' database waarmee balansberekeningen op TA-, perceels-, gewas- en bedrijfsniveau kunnen worden uitgevoerd (Spruijt-Verkerke & Van Asperen, 2001). Naast registraties door de telers wordt ieder jaar de voorraad residuele minerale stikstof in de bodem bepaald in het voorjaar, bij oogst en in het najaar (Tabel 3.1).

Tabel 3.1. Metingen van nitraat en potentiële indicatoren.

Parameter	Frequentie	Tijdstip	Velden
Nitraat ¹	Elk jaar	April-september	Alle permanente velden ^{2,3}
Bodemkwaliteit	Om het jaar	November	Alle permanente velden ²
Hoeveelheid minerale bodemstikstof in het voorjaar	Elk jaar	Februari-maart	Alle geteelde velden ⁴
Hoeveelheid residuele minerale bodemstikstof bij oogst	Elk jaar	Bij oogst	Alle geteelde velden ⁴
Hoeveelheid residuele minerale bodemstikstof in november	Elk jaar	November	Alle geteelde velden ⁴
(0-30, 30-60 cm)	Elk jaar	November	Beperkt aantal velden ⁵
(60-90 cm)			

Bron: Booij et al. (2001).

¹ Gemeten in grondwater, oppervlaktewater en drainwater.

² Permanente velden zijn hetzij in eigendom of langdurig gebuurd.

³ Er worden vier monsters samengesteld uit 16 (klei) of 48 (zand) monsters die op het gehele bedrijven worden genomen.

⁴ Inclusief jaarlijks gebuurde velden.

⁵ Vier velden willekeurig gekozen op het bedrijf.

De nitraatconcentratie van het grondwater is voor het eerst bepaald in de periode voorjaar/zomer van 2002. Nitraat dat zich op dat moment in de bovenste meter van het grondwater bevindt wordt verondersteld grotendeels in het daaraan voorafgaande jaar te zijn uitgespoeld. Bij een zeer lage grondwaterstand wordt ook nitraat gevonden dat twee jaar eerder is uitgespoeld. Bemonsteringsprotocollen van het

² Dit hoofdstuk is gebaseerd op De Ruijter & Smit (2003).

³ Onder teelactiviteit wordt een gewas of teeltwijze op een perceel verstaan. Een perceel kan meerdere teelactiviteiten bevatten.

RIVM zijn zodanig opgesteld dat één waarde per bedrijf wordt berekend. In Tmt is onderzocht in hoeverre potentiële indicatoren bruikbaar zijn om de hoeveelheid nitraat in het grondwater te voorspellen. In deze sectie worden de resultaten van dit onderzoek kort weergegeven. Voor meer details verwijzen we naar het verslag van deze studie (De Ruijter en Smit, 2003). Aangezien nitraat in het grondwater een bedrijfsgemiddelde is, wordt voor alle indicatoren alleen op dit niveau gekeken.

In 2001 zijn alle percelen onderverdeeld naar droge (uitspoelinggevoelige) en natte (niet uitspoelinggevoelige) grond. De indeling is gebaseerd op de gemiddelde grondwaterstand en de grondsoort. Het (naar areaal gewogen) gemiddelde van de bedrijven is weergegeven in Tabel 3.2. Hierbij is voor alle bedrijven een gemiddelde gegeven als waarde die tussen 0 (niet uitspoelinggevoelig) en 1 (uitspoelinggevoelig). De meeste akkerbouwbedrijven zijn gevestigd op natte bodems. Uitzonderingen zijn bedrijf Ak03 in het *Noordoosten* en Ak06 *Zuidoosten* met een uitspoelinggevoelighedscoëfficiënt van (bijna) 1. Ook de boomteelt- en enkele vollegrondsgroentenbedrijven zijn gelegen op vrij droge grond (uitspoelinggevoelighedscoëfficiënt van 0.6 tot 1). Bloembollenbedrijven worden vanwege de hoge grondwaterstand op de duinzandgronden als nat aangemerkt, evenals alle akkerbouwbedrijven op klei. Er is hier wel een bedrijf met een klein zandperceel, maar het bedrijfsgemiddelde komt na afronding op 0 uit.

Tabel 3.2. *Bedrijven binnen Telen met toekomst. De combinatie van sector en regio wordt aangeduid als Tmt-groep.*

Sector	Regio	Code Tmt-groep	Grondsoort	Aantal bedrijven ¹	Uitspoelinggevoeligheid ²
Akkerbouw	Noordoost-Nederland	Ak-non	zand	5 (2)	0; (0); 0.3; 0.4; (0.9)
	Zuidoost-Nederland	Ak-zon	zand	4	0; 0; 0.1; 1
	Zuidwest-Nederland	Ak-zwn	klei	5	0; 0; 0; 0; 0
Vollegrondsgroententeelt	Midden-Brabant	Vg-mb	zand	4	0; 0.4; 0.6; 1
	Zuidoost-Nederland	Vg-zon	zand	5 (1)	0.1; 0.4; 0.7; 0.7; (0.9)
Bloembollen	Noordwest-Nederland	Blb	zand	6	0; 0; 0; 0; 0; 0
Boomteelt	Zuidoost-Nederland	Bomen	zand	5 (1)	1; 1; 1; 1; (1)

¹ Tussen haakjes het aantal bedrijven waar nitraat in het grondwater niet gemeten kon worden vanwege een lage grondwaterstand of de aanwezigheid van een storende keileemlaag.

² Gewogen bedrijfsgemiddelde: 0 is niet uitspoelinggevoelig, 1 is uitspoelinggevoelig. Tussen haakjes de bedrijven waar geen nitraat in het grondwater is gemeten.

3.2 Potentiële indicatoren

De Ruijter & Smit bekeken de volgende indicatoren:

- Nmin-najaar;
- Stikstofoverschot;
- Overschot werkzame stikstof;
- Stikstofaanvoer;
- Minas-stikstofaanvoer⁴;
- Actuele grondwaterstand;

⁴ Minas-stikstofaanvoer gerekend in de periode tussen twee oogsten (indien één gewas geteeld wordt per jaar) en tussen de oogst van het laatste gewas van jaar t en de laatste oogst van jaar t+1 (indien meerdere gewassen worden geteeld per jaar).

- Minas-norm (bedrijfsgemiddelde berekend uit een toegestane stikstofaanvoer van 225 kg/ha op droge percelen en 265 kg N/ha op natte percelen);
- Tmt-groep;
- Neerslag en -overschot.

Tabel 3.3. geeft een overzicht van de indicatoren en de manier waarop ze zijn bepaald. Relaties tussen nitraatmetingen en indicatoren zijn bekeken via enkelvoudige en multiële lineaire regressie. Vanwege de beperkte dataset is er niet naar interacties gekeken. De resultaten van de regressies worden weergegeven in tabellen. Hierbij wordt het percentage verklaarde variantie vermeld (adjusted R²). Daarbij is 'ns' vermeld als er geen significant effect is van de variabele. Bij multiële regressie is 'ns' vermeld in die gevallen dat de tweede regressor geen significante bijdrage heeft. Er is niet bepaald of de waarde van c, het intercept, significant afwijkt van nul.

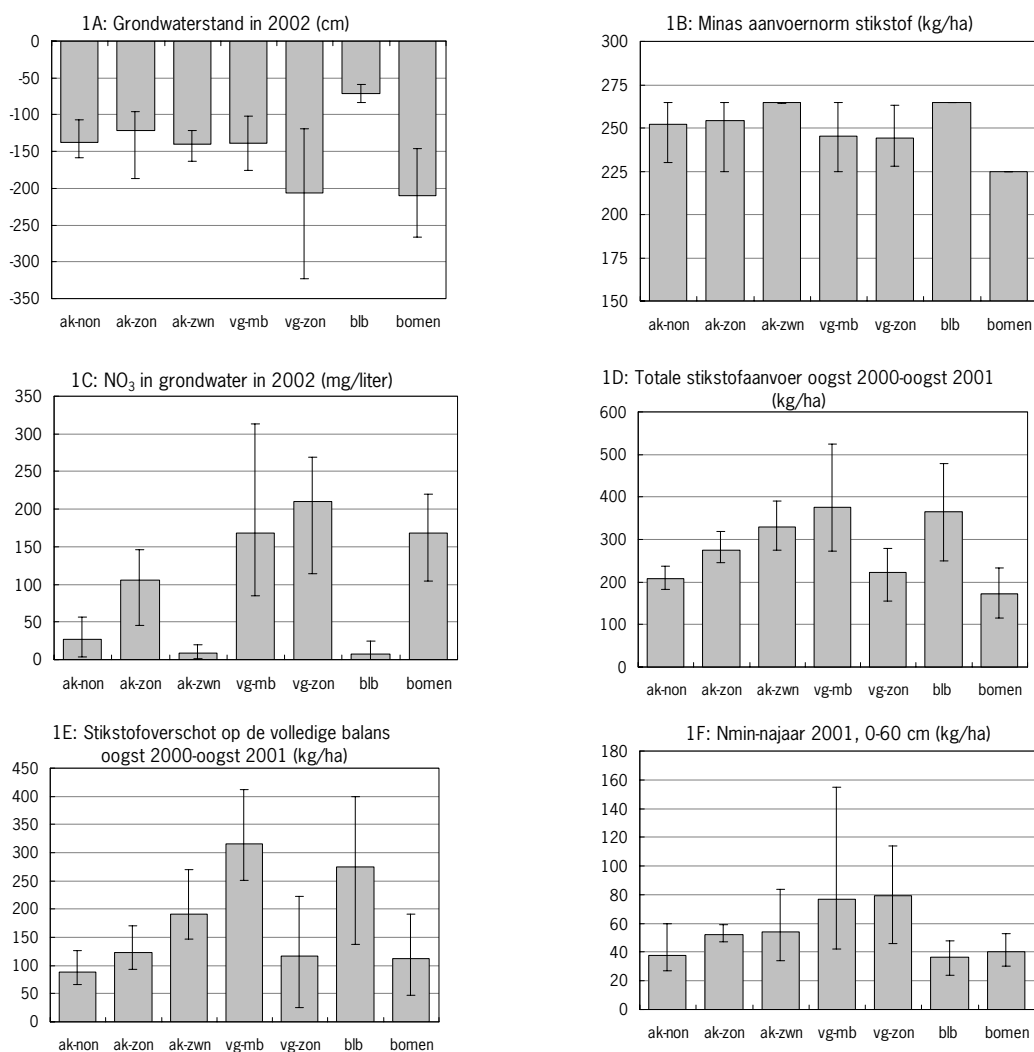
Tabel 3.3. Metingen en registraties ten behoeve van de indicatoren.

Indicator	Bepaling	Opmerking
Nmin-najaar (kg N/ha)	Gemeten (najaar 2001)	Bepaald in lagen 0-60 cm en 0-90 cm
N-overschot (kg N/ha)	Berekend	Periode oogst 2000 t/m oogst 2001
Overschot werkzame N (kg N/ha)	Berekend	Periode oogst 2000 t/m oogst 2001
N-aanvoer (kg N/ha)	Berekend	Periode oogst 2000 t/m oogst 2001
Minas-N-aanvoer (kg N/ha)	Berekend	Periode oogst 2000 t/m oogst 2001
Grondwaterstand (cm)	Gemeten tijdens meting van nitraatconcentratie	Grondwaterstand kan sterk fluctueren
Minas-norm (kg/ha)	Berekend	Toegestane Minas-N-aanvoer is afhankelijk van verdeling droge en natte (zand)gronden
Tmt-groep	-	Indeling naar regio en sector
Neerslagoverschot (mm)	Gemeten buiten project	Zomer (1 april tot 1 oktober) of winterperiode (1 oktober tot 1 april)

3.3 Resultaten

3.3.1 Gemiddelde waarden en spreiding

Om een beeld te krijgen van de hoogte en spreiding van de indicatoren zijn deze per sector en regio gegeven in Figuur 3.1. De grondwaterstand (Figuur 3.1-A) voor de akkerbouwregio's ligt tussen de 120 en 140 cm. De vollegrondsgroente- en de boomteeltbedrijven in Zuidoost-Nederland hebben gemiddeld een diepere grondwaterstand dan de akkerbouwbedrijven; het gemiddelde is meer dan 2 meter diep, maar de spreiding tussen de bedrijven is groot, vooral binnen de vollegrondsgroentenbedrijven in het *Zuidoosten*. De grondwaterstand op bloembollenbedrijven is vrij hoog.



Figuur 3.1. Gemiddelden per Tmt-groep met de hoogst en laagst gemeten waarde voor de grondwaterstand bij grondwaterbemonstering, de Minas-aanvoernorm, nitraat in grondwater, totale stikstofaanvoer, stikstofoverschot op de volledige oogst-oogstbalans en Nmin-najaar 0-60 cm.

De Minas-aanvoernorm voor de meeste groepen ligt rond de 250 kg N/ha. Uitzondering is wellicht de groep boomteeltbedrijven; hiervan was de indeling op dat moment nog niet bekend (Figuur 3.1-B). Alle percelen zijn daarom voorlopig als droog (uitspoelinggevoelig) aangemerkt. Gezien de vergelijking met de grondwaterstanden van Vg-zon is het de vraag of dit terecht is. De hoogte van het Nitraat in grondwater (Figuur 3.1-C) is hierboven al besproken. De Stikstofaanvoer (Figuur 3.1-D) en het Stikstofoverschot (Figuur 3.1-E) vertonen grotendeels eenzelfde beeld. De hoogste aanvoer en overschotten worden gevonden bij de vollegrondsgroententeelt in Midden-Brabant en bij de bloembollenteelt. De stikstofaanvoer en -overschotten bij vollegrondsgroententeelt in het Zuidoosten liggen duidelijk lager dan bij de vollegrondsgroententeelt in Midden-Brabant. In 2001 was dit verschil groter dan in andere jaren (vanwege de MKZ-crisis is toen nauwelijks dierlijke mest gebruikt in het Zuidoosten). In 2000 en 2002 lag de stikstofaanvoer in het Zuidoosten gemiddeld op bijna 300 kg/ha, leidend tot een stikstofoverschot van gemiddeld ongeveer 200 kg/ha.

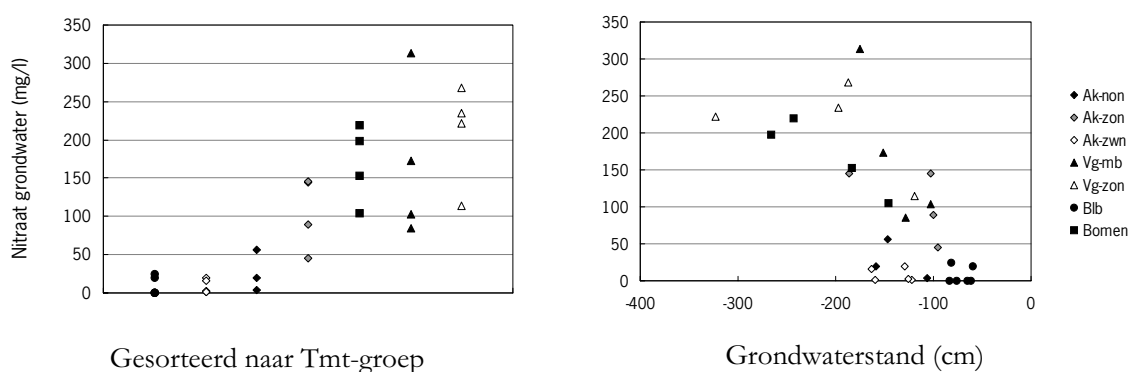
Nmin-najaar is het hoogst bij de vollegrondsgroentengroepen (Figuur 3.1-F). Beide groepen hebben een vergelijkbaar Nmin-najaar, ondanks grote verschillen in het stikstofoverschot. Telers van bladgewassen en koolsoorten in Midden-Brabant hechten sterk aan een grote organische-stofaanvoer. Daarnaast

gebruiken de twee aardbeibedrijven (die zich binnen het project alleen in deze groep bevinden) veel stro. De stikstof die hiermee aangevoerd wordt is niet direct terug te vinden in de Nmin in het najaar.

3.3.2 Relatie met de nitraatconcentratie

Akkerbouw op klei (Ak-zwn) en bloembollen hebben nauwelijks nitraat in het grondwater (Figuur 3.2). De beide vollegrondsgroentengroepen daarentegen hebben juist veel nitraat in het grondwater. Boomkwekerijbedrijven en de akkerbouw op zand liggen hier tussenin. Er zijn grote verschillen tussen de sectoren en regio's in geteelde gewassen en bemesting. Daarnaast kunnen de verschillen mogelijk worden verklaard uit factoren als grondsoort en grondwaterstand. In Figuur 3.2 is nitraat uitgezet tegen de grondwaterstand ten tijde van de grondwaterbemonstering. Duidelijk is dat bij lage grondwaterstanden de hoeveelheid nitraat beduidend hoger is dan bij hogere grondwaterstanden.

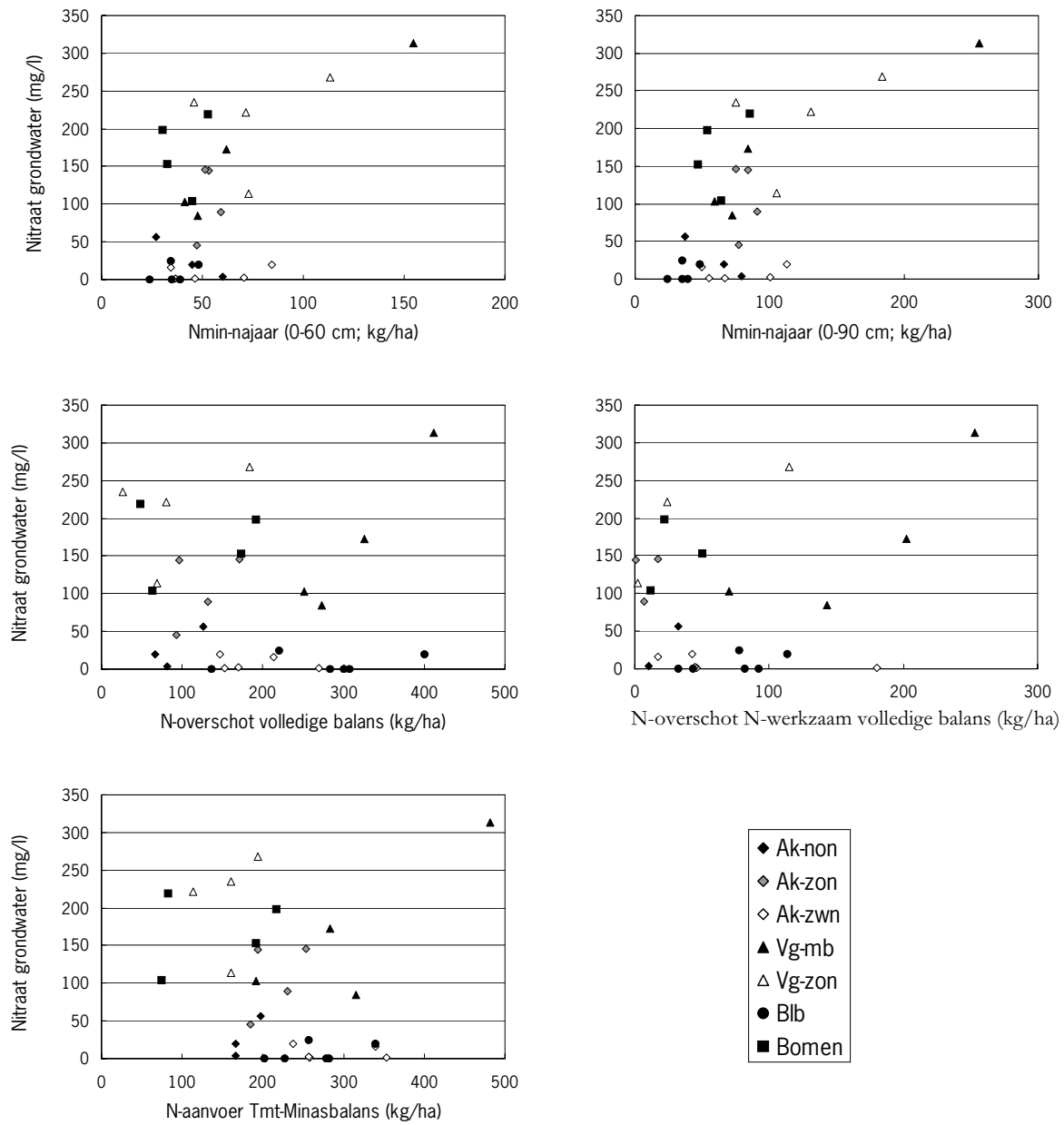
De relatie tussen de nitraatconcentratie van het grondwater en de indicatoren is niet altijd even duidelijk (Figuur 3.3). Er zijn twee regio's die sterk afwijken op basis van grondsoort (kleigrond bij Ak-zwn) en grondsoort en grondwaterstand (duinzand met hoge grondwaterstanden bij de bloembollenteelt). Regressies zijn daarom ook uitgevoerd met een beperkte set waar deze twee regio's zijn weggelaten (Tabel 3.4). Daarnaast zijn er twee metingen die de uitkomst van de regressies sterk beïnvloeden: een vollegrondsgroentenbedrijf uit *Midden-Brabant* (met een nitraatconcentratie van 313 mg/liter) en een vollegrondsgroentenbedrijf in het *Zuidoosten* (269 mg nitraat/liter; Figuur 3.3).



Figuur 3.2. Nitraatconcentraties in het grondwater van voorloperbedrijven gesorteerd per bedrijfsgroep (links) en uitgezet tegen de actuele grondwaterstand bij bemonstering (rechts).

3.3.3 Lineaire regressie

De Tmt-bedrijfsgroep is de beste verklarende factor van de gevonden variatie in de nitraatconcentraties (Tabel 3.4). Relaties tussen nitraat en grondwaterstand of Nmin-najaar zijn ook significant (beide zijn verweven met de indeling in Tmt-groepen). De gevonden relaties worden verder vooral verklaard uit metingen op bollenbedrijven en akkerbouwbedrijven op klei. Ook de rol van de eerder genoemde uitbijters (bedrijven met extreem hoge nitraatconcentraties) is hier van belang. Veel relaties die in eerste instantie significant worden getoetst blijken niet langer significant te zijn indien de beide uitbijters van de regressie worden uitgesloten.



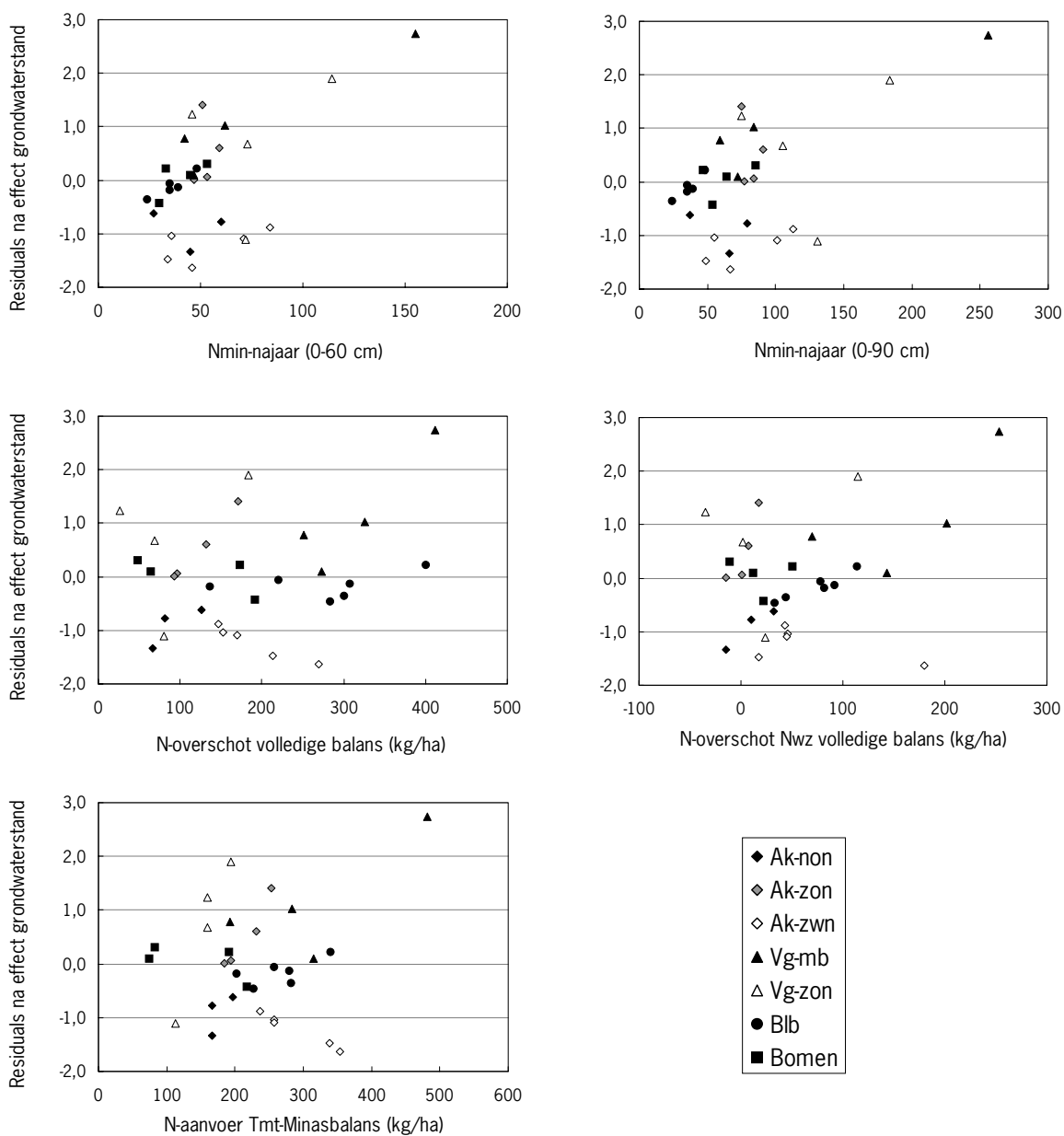
Figuur 3.3. Nitraat in het grondwater tegen verschillende mogelijke indicatoren voor nitraatuitspoeling.

Tabel 3.4. *Percentage verklaarde variantie (adjusted R²) voor verklaring van de variatie in nitraat in het bovenste grondwater door verschillende variabelen op verschillende sets aan bedrijven (n = is het aantal bedrijven; ns = niet significant: F_{pr}>0.05). Alle regressies zijn uitgevoerd op basis van bedrijfsgemiddelden. De punten met nitraatgehalten van 313 en 269 mg/liter hadden vaak een grote bijdrage, daarom is regressie ook zonder deze punten uitgevoerd.*

Variabele	Percentage verklaarde variantie			
	Alle Tmt-groepen		Exclusief Ak-zwn en Blb	
	Alle datapunten	Excl. NO ₃ 313, 269	Alle datapunten	Excl. NO ₃ 313, 269
	n=30	n=28	n=19	n=17
Tmt-groep	69	77	39	51
Grondwaterstand	46	53	35	49
Minas-norm	38	47	8 ns	18
Nmin-najaar 0-30 cm	13	---	13	---
Nmin-najaar 0-60 cm	29	---	32	---
Nmin-najaar 30-60 cm	40	13	46	16 ns
Nmin-najaar 0-90 cm	41	13	40	3 ns
Totale N-aanvoer	1 ns	26 ^a	2 ns	---
Overschot	---	11	7	---
Overschot N-werkzaam	---	2 ns	14	---
Minas-stikstofaanvoer	---	23 ^a	3	---
Neerslag zomer	---	---	---	---
Neerslagoversch. zomer	---	---	---	---
Neerslag winter	---	---	2 ns	---

^a Verband is statistisch significant maar negatief.

Gezien de dominante invloed van de *grondwaterstand* op de gemeten nitraatconcentraties loont het de moeite om te zien of andere relaties beter kunnen worden geschat nadat de concentraties zijn gecorrigeerd voor de gevonden verschillen in de *grondwaterstand* (Figuur 3.4). De uitbijters komen hiermee niet te vervallen; hun hoge nitraatconcentraties worden hier dus niet verklaard door een bijzonder lage grondwaterstand. Wel beïnvloeden de uitbijters nog steeds de uitkomsten van de regressies. Zo wordt de significante relatie tussen *Nmin-najaar* en nitraatconcentratie vooral verklaard door de uitbijters (Tabel 3.5). Het weglaten van de (nattere) regio's Ak-zwn en Blb heeft geen grote invloed. Zonder uitbijters blijft alleen de relatie tussen *Nmin-najaar* en nitraat significant. Het is dus de combinatie *grondwaterstand* en *Nmin-najaar* die verschillen in de nitraatconcentratie kan verklaren.



Figuur 3.4. Resterende variatie in nitraat in het grondwater na correctie voor het effect van grondwaterstand. Op de y-as staan statistisch gestandaardiseerde residuen die de variatie in nitraat weergeven in een afgeleide schaal.

Een gewogen gemiddelde van de *Minas-N-norm* verklaart 38 procent van de variatie in nitraat (Tabel 3.5). Aanvulling met *Nmin-najaar* verklaart nog een extra 20-30 procent (Tabel 3.6). Het significante effect van *Minas-N-norm* ligt niet alleen aan de verdeling in regio's, want ook als beide 'natte' regio's eruit gelaten worden (Ak-zwn en bloembollen) blijft het verband significant. Omdat de indeling van bomen niet bekend was en voor alle boomteeltbedrijven volledig uitspoelingsgevoelig (droog) is aangehouden is de regressie ook uitgevoerd zonder de boomteeltbedrijven. De uitkomsten blijven dan vrijwel gelijk. De variatie in nitraatgehalten wordt dus voor een belangrijk deel verklaard door *Minas-N-norm* en *Nmin-najaar*.

Tabel 3.5. *Percentage verklaarde variantie (adjusted R²) nitraat in het bovenste grondwater door grondwaterstand (Grondw.) samen met verschillende variabelen (n = is het aantal bedrijven; ns = niet significant: Fpr>0.05). Regressies uitgevoerd met bedrijfsmiddelen, zowel volledige dataset alsmede met set zonder twee uitbijters (met nitraatgehalten van 313 en 222 mg/liter).*

Variabele	Percentage verklaarde variantie			
	Alle Tmt-groepen		Exclusief Ak-zwn en Blb	
	Alle datapunten	Excl. NO ₃ 313, 222	Alle datapunten	Excl. NO ₃ 313, 222
	n=30	n=28	n=19	n=17
Grondwaterstand	46	47	35	42
Grondw.+Tmt-groep	78	88	57	78
Grondw.+Minas-norm	50 ns	50 ns	31 ns	38 ns
Grondw.+Nmin-najaar 0-30 cm	54	47 ns	56	51 ns
Grondw.+Nmin-najaar 0-60 cm	61	51 ns	65	58
Grondw.+Nmin-najaar 0-90 cm	63	53	65	60
Grondw.+Totale N-aanvoer	46 ns	47 ns	57	44 ns
Grondw.+Overschot	47 ns	45 ns	52	43 ns
Grondw.+Overschot N-wz	50 ns	46 ns	54	45 ns
Grondw.+Minas N-aanvoer	45 ns	50 ns	52	40 ns
Grondw.+Neerslag zomer			47 ns	
Grondw.+Neerslagoversch.zomer			50 ns	
Grondw.+Neerslag winter			47 ns	

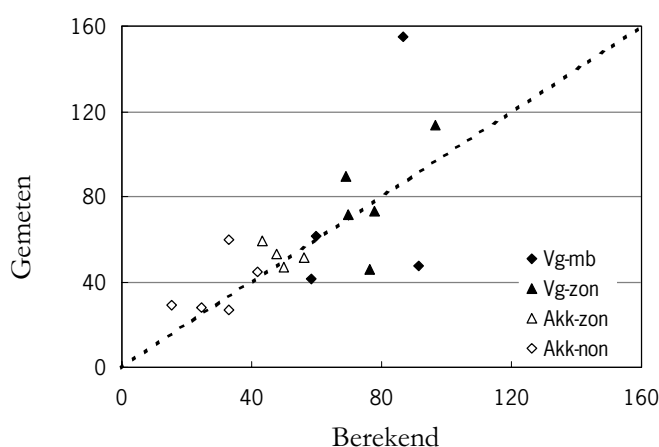
Tabel 3.6. *Percentage verklaarde variantie (adjusted R²) nitraat in het bovenste grondwater door Minas-norm samen met verschillende variabelen (n = is het aantal bedrijven; ns = niet significant: Fpr>0.05). Regressies uitgevoerd met bedrijfsmiddelen, zowel volledige dataset alsmede met set zonder twee uitbijters (met nitraatgehalten van 313 en 222 mg/liter).*

Variabelen	Percentage verklaarde variantie					
	Alle Tmt-groepen		Exclusief Ak-zwn, Blb		Exclusief Ak-zwn, Blb en Bomen	
	Alle data-punten	Excl. NO ₃ 313	Alle data-punten	Excl. NO ₃ 313	Alle data-punten	Excl. NO ₃ 145
	n=30	n=29	n=19	n=18	n=15	n=14
Minasnorm	38	40	24	22	19 ns	21
Minasnorm+Tmt-groep	65	73	61	75	76	77
Minasnorm+Nmin-najaar 0-30 cm	51	44 ns	53	38	35 ns	33 ns
Minasnorm+Nmin-najaar 0-60 cm	59	49	62	49	47	45
Minasnorm+Nmin-najaar 0-90 cm	66	57	69	60	60	59

Noot: resultaten van regressies met variabelen die in het geheel niet significant zijn, zijn weggelaten.

3.3.4 Voorspelling van N_{min} -najaar

De hoeveelheid residuele minerale bodemstikstof bij oogst verschilt per gewas. Suikerbieten, spruitkool en granen nemen het merendeel van de minerale stikstof op, maar gewassen als spinazie en sla gebruiken stikstof minder efficiënt wat wordt verklaard uit het feit dat ze in volle groei worden geoogst en er tijdens de groei relatief veel minerale stikstof beschikbaar moet zijn. In het project ‘Sturen op nitraat’ (Ten Berge, 2002) is vanuit bemestingsproeven berekend welke N_{min} -oogst er verwacht kan worden indien volgens het standaardadvies wordt bemest. Vervolgens deze N_{min} -oogst vertaald naar N_{min} -najaar. Hierbij is gecorrigeerd voor te verwachten mineralisatie uit gewasresten maar niet voor eventuele tussentijdse uitspoeling. De Ruijter en Smit berekenden op vergelijkbare wijze een gemiddeld N_{min} -najaar voor Tmt vollegrondsgroente- en akkerbouwbedrijven op zand. Ontbrekende N_{min} -oogst waarden zijn geschat, rekening houdend met mineralisatie, depositie, stikstofopname en mestgift volgens advies. De aldus verkregen berekende bedrijfsgemiddelden komen in grote lijnen overeen met de op basis van het bouwplan verwachte N_{min} -najaar cijfers (Figuur 3.5).



Figuur 3.5. Gemeten N_{min} -najaar tegen berekende N_{min} -najaar (0-60 cm; bedrijfsgemiddelden in kg/ha). De verwachte N_{min} -najaar is berekend vanuit de samenstelling van het bouwplan van de voorloperbedrijven in de akkerbouw- en vollegrondsgroententeelt.

3.4 Discussie

De gebruikte dataset maakte een brede analyse mogelijk, maar is beperkt door het relatief geringe aantal bedrijven en het feit dat er slechts gegevens van één bemestingsjaar waren. Vooral bij regressies bleek de invloed van één of twee uitbijters erg groot, iets wat vooral speelde bij de relatie tussen nitraat en N_{min} -najaar. In deze sub-sectie wordt gekeken naar de variatie van de gevonden nitraatconcentratie (3.4.1), mogelijke verbeteringen in de analyse (3.4.2) en de invloed van het terugbrengen van de bemesting op de te verwachten hoeveelheid residuele minerale bodemstikstof in het najaar (3.4.3).

3.4.1 Variatie van de gevonden nitraatconcentraties

De grote verschillen in de nitraatconcentraties tussen de sectoren en regio's kunnen worden verklaard door verschillen in (i) grondsoort en grondwaterstand, (ii) geteelde gewassen, (iii) hoeveelheid en tijdstippen van bemesten, en (iv) gebruikte meststoffen. Met regressie is geprobeerd die variatie te verklaren. De factoren *Tmt-groep* en *grondwaterstand* verklaarden veel, waarbij beide effecten echter volledig waren verstrengeld. Na weglaten van één van de uitbijters (nitraatgehalte van 313 mg/liter) verklaarde *Tmt-groep* 79% van de variatie en *grondwaterstand* 51%. Tezamen verklaarden deze variabelen

85%, dus niet veel meer dan *Tmt-groep* alleen. *Tmt-groep* verklaart de variatie het beste maar is niet bruikbaar buiten het project. Het effect van de *grondwaterstand* is in alle gevallen statistisch significant, en speelt ook een rol bij de in Minas gebruikte indeling van natte en droge gronden. Hoewel de laatste indeling grover is, verklaarde ze nog steeds een deel van de variatie in nitraat. Ook binnen de kleine groepen van bedrijven op zandgrond in de vollegrondsgroenten en akkerbouw (resp. $n=8$ en $n=7$) was de relatie tussen *Minas-N-norm* en nitraatconcentratie steeds significant.

Regio's met afwijkende grondsoorten met hoge *grondwaterstand* (akkerbouwbedrijven op klei en de bollenbedrijven) zijn vaak buiten de regressies gelaten. Deze bedrijven verschillen ook van de andere groepen in het feit dat veel percelen hier zijn gedraineerd. Doordat hiermee een deel van de stikstof via de drains naar de sloot spoelt zal de relatie tussen bemesting en nitraat minder duidelijk zijn. De nitraatconcentraties van het drainwater op de akkerbouwbedrijven op klei zijn inderdaad hoger dan die van het grondwater. Op de bloembolbedrijven zijn deze metingen niet uitgevoerd. Het vaak significante verband tussen nitraat en *Nmin-najaar* is sterk bepaald door de uitbijters; na verwijderen van deze uitbijters was het verband veel minder sterk. Desondanks heeft *Nmin-najaar* het beste verband met de nitraatconcentratie, vooral na correctie voor verschillen in de *grondwaterstand*. Andere bemestingsvariabelen vertonen een slechte correlatie met de gemeten nitraatconcentratie. Te verwachten was dat het *stikstofoverschot* goed zou correleren. Het feit dat dit niet gevonden is ligt mogelijk aan de rekenwijze. In paragraaf 3.4.3 wordt ingegaan op mogelijke aanpassingen in de balansberekeningen die zouden kunnen leiden tot een verbeterde relatie met het nitraat. Eerst worden in paragraaf 3.4.2 de sterke en zwakke kanten van de verschillende indicatoren beschreven.

3.4.2 Sterke en zwakke kanten van de indicatoren

Tmt-groep (de best verklarende indicator) moet worden beschouwd als een combinatie van verschillende factoren die - afzonderlijk of gezamenlijk - kunnen worden getoetst op hun verklarende waarde. Individuele variabelen verklaren de verschillen in nitraatconcentratie echter minder goed. Kennelijk wordt de nitraatconcentratie bepaald door een aantal interacterende factoren, al moet niet worden uitgesloten dat de nitraatconcentratie überhaupt niet valt te verklaren aan de hand van simpele lineaire regressiemodellen. Voor- en nadelen en toepasbaarheid van indicatoren worden besproken in Bijlage I. *Nmin-najaar* heeft van alle aan bemesting gerelateerde indicatoren het beste verband met de nitraatconcentratie: in het najaar aanwezige minerale stikstof kan uitspoelen in de winter. Bij de bloembollen gaat deze relatie echter minder goed op, omdat hier vaak al eerder (in zomer en herfst) stikstof uitspoelt. Daarnaast gaat de relatie tussen *Nmin-najaar* en nitraat ook minder goed op bij gedraineerde gronden (vooral bij akkerbouw in het *Zuidwesten* en bollenbedrijven).

Theoretisch geeft het *stikstofoverschot* een goede schatting van de totale milieubelasting. De relatie tussen stikstofoverschot en nitraatconcentratie hangt echter mede af van andere verliesposten (ammoniakemissie, denitrificatie en uitspoeling via drains) en wordt verstoord bij wijzigingen in de bodemvoorraad organische stof. Bij akkerbouwbedrijven in het *Zuidwesten* en bloembollenbedrijven gaat relatief veel stikstof verloren via denitrificatie en uitspoeling via de drains, waardoor het *stikstofoverschot* voor die groepen een minder goede indicator is. Berekening van het stikstofoverschot op basis van de aanvoer aan *werkzame stikstof* kwantificeert gemakkelijk-uitspoelbare minerale (of snel mineraliseerbare) stikstof, maar niet stikstof uit (stabiel) organisch materiaal, en houdt geen rekening met vastlegging in of mineralisatie van de bodemvoorraad. Een correctie hiervoor vraagt inschatting van de veranderingen in de hoeveelheid organisch-gebonden stikstof in de bodem. Dit kan met modelberekeningen maar vraagt veel gegevens en is moeilijk op grote schaal uitvoerbaar.

Gezien het feit dat Minas voor alle open teelten een nominale afvoer van 165 kg stikstof per hectare aanhoudt is er in de praktijk weinig verschil tussen het analyseren van relaties met Minas-N-aanvoer of *Minas-N-overschot*. De berekeningswijzen van *Minas-N-overschot* en *N-overschot* komen overeen, maar de eerste is beperkter omdat variatie in stikstofafvoer met gewassen niet wordt meegenomen, en omdat

niet alle aanvoerposten binnen meegerekend worden. Bijkomend nadeel is het feit dat, evenals bij het N-overschot geen rekening wordt gehouden met wijzigingen in de bodemvoorraad. Nadeel van de eenvoudig berekende *stikstofaanvoer* is dat variatie in afvoer met gewassen niet wordt meegenomen. De *grondwaterstand* tenslotte, van alle indicatoren de beste relatie gevend met de nitraatconcentratie van het grondwater, is veel minder stuurbaar voor de telers.

3.4.3 Mogelijke verbeteringen in de analyse

De analyse, uitgevoerd met resultaten van één meetseizoen, kan binnenkort worden overgedaan met gegevens van twee jaren. In deze paragraaf worden enkele suggesties gedaan voor de volgende studie. Zo zijn stikstofbalansen nu berekend op basis van de periode tussen twee oogsten. Een kalenderbalans zou hier mogelijk beter voldoen. Een oogst-oogstbalans bevat immers gegevens van de bemesting in het voorgaande najaar, terwijl *N_{min}-najaar* meer beïnvloed wordt door de bemesting van het huidige najaar. Naar verwachting zijn de verschillen tussen de oogst- oogstbalans en een kalenderbalans echter niet groot. Bedrijven op zand rijken weinig mest uit in het najaar, en bij de bloembollenteelt en de akkerbouwbedrijven in het *Zuidwesten* doen zich geen ingrijpende veranderingen in mestaanvoer voor.

Bij de berekening van de hoeveelheid werkzame stikstof is nawerking van stikstof uit plantaardige organische mest (compost, champost) niet meegenomen. Dit is niet terecht, maar de nawerking uit deze meststoffen is vrij laag. Voor de bloembollenbedrijven en de vollegrondsgroentenbedrijven kan dit echter wel effect hebben, zeker indien veel van deze mest wordt aangevoerd. Bij een nieuwe berekening zou daarom de nawerking van stikstof uit plantaardige organische mest moeten worden meegenomen. Stikstof die na de oogst beschikbaar komt is echter vooral vatbaar voor uitspoeling; iets waarmee terdege rekening gehouden moet worden. Daarnaast zou gekeken kunnen worden naar veranderingen in de bodemvoorraad aan organische stof. Ook zou eenvoudige berekening van de verwachte nitraatconcentratie kunnen worden uitgevoerd, met gegevens van het stikstofoverschot en neerslagoverschot; de relatie tussen stikstofoverschot (uitgedrukt als kg/ha) en nitraatconcentratie van het grondwater (mg/liter) wordt immers mede bepaald door de hoeveelheid neerslag. Ook zouden verschillen tussen berekende en gemeten nitraatconcentraties kunnen worden geanalyseerd, waarbij negatieve verschillen worden verwacht bij hoge grondwaterstanden (gevolg van denitrificatie), en positieve verschillen op eerdgronden met een hoge basismineralisatie.

3.4.4 Bemesting en *N_{min}-najaar*

N_{min}-najaar heeft vaak een significante relatie met de nitraatconcentratie en soms met bemesting (aanvoer, overschot). Dit laatste is echter vaak afhankelijk gebleken van uitbijters. Gegevens van één jaar kunnen *N_{min}-najaar* dus niet verklaren. Eerder is al genoemd dat berekening van nutriëntenbalansen op kalenderbasis betere verbanden zouden kunnen opleveren. De relatie tussen bemestingsvariabelen en *N_{min}-najaar* zal daarom nogmaals bekeken worden. Verschillen in *N_{min}-najaar* kunnen verklaard worden uit het bouwplan. De (op bouwplan gebaseerde) berekende *N_{min}-najaar* komt grotendeels overeen met de gemeten waarden. Afwijkingen worden verklaard doordat (i) de berekende *N_{min}* is gebaseerd op een grove indeling in gewasklassen; (ii) de waarde van *N_{min}-oogst* afhankelijk is van het tijdstip van planten en oogsten, terwijl de berekende verwachte waarde is gemiddeld over meerdere plantingen; (iii) er bij de berekening geen rekening gehouden is met depositie en achtergrondmineralisatie (tussen oogst en bemonstering); en (iv) er niet is gekeken of er na de oogst groenbemesters zijn geteeld.

De verschillen in de gemeten hoeveelheid *N_{min}-najaar* zijn grotendeels terug te voeren op verschillen in geadviseerde bemestingsniveaus. Op zandgrond geldt een *N_{min}-najaar* streefwaarde van 45 kg/ha. Vooral vollegrondsgroentenbedrijven zitten hierboven. Het is eenvoudig met aan de bemestingsadviezen behorende *N_{min}-najaar* cijfers aan te tonen dat de bedrijven niet (goed) aan deze streefwaarde

kunnen voldoen. Het is voor bedrijven dus onvoldoende om de bemesting terug te brengen tot het niveau van de Adviesbasis.

3.5 Conclusies

De dataset betreft slechts één jaar metingen en is nog te beperkt voor definitieve conclusies. De voorliggende studie dient eind 2003/begin 2004 herhaald te worden met een tweede jaar aan resultaten voor betere onderbouwing

Enkele voorlopige conclusies:

- Van alle onderzochte variabelen verklaart Tmt-groep (combinatie van bedrijven uit één sector in één regio) de variatie in nitraatconcentratie in het grondwater het beste. Dit effect van Tmt-groep kan niet vervangen worden door één of twee andere, meer universele variabelen.
- De nitraatconcentratie in het grondwater hangt sterk af van de grondwaterstand.
- Naast grondwaterstand heeft ook Nmin-najaar (0-60 cm en 0-90 cm) een statistisch significant verband met nitraat in het grondwater.
- Voor andere bemestingsvariabelen zoals stikstofoverschot op de volledige balans, totale aanvoer of Minas-aanvoer (allen gebaseerd op de periode oogst-tot-oogst) werd geen significant verband met nitraat in het grondwater gevonden.
- Bij de vervolgstudie eind 2003/begin 2004 dienen balansen op kalenderniveau meegenomen te worden. Als er verschillen zijn tussen jaren in bemesting in het najaar zal de hoeveelheid nitraat in het grondwater beter correleren met een balans op kalenderniveau dan met een balans op basis van oogst-tot-oogst.

4. Minas-eindnormen in de praktijk

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de vraag in hoeverre bedrijven buiten Tmt in staat worden geacht aan de eindnormen te voldoen. Per sector wordt gekeken naar de haalbaarheid van de normen en de te verwachten problemen die telers zullen tegenkomen bij het realiseren van de normen.

4.1 Akkerbouw

Haalbaarheid

Minas-eindnormen kunnen in het *Noordoosten* zonder problemen worden gehaald. Dit gebeurt nu al voor een groot deel en een verdere verlaging van de aanvoer is goed mogelijk. Mede als gevolg van de binnen Tmt uitgevoerde proeven met zogenaamde 'stikstofvensters' (een praktische proef die in het veld van deelnemers is aangelegd om de gevolgen van een lagere stikstofbemesting te bestuderen) is er een discussie gaande over een mogelijke verlaging van de N-bemesting in zetmeelaardappelen. Het idee dat deze omlaag kan (ongeveer 20 kg/ha minder) lijkt voet aan de grond te gaan krijgen. Overigens wordt in deze regio al lager bemest dan de landelijke adviesbasis aangeeft. Voor de komende jaren wordt bij de deelnemende bedrijven stabilisatie van de resultaten verwacht; op het gebied van bemesting is de laatste jaren nauwelijks iets veranderd. De stikstofaanvoer was de laatste jaren vrij stabiel; grote veranderingen worden niet verwacht. Wel is de toepassing van dierlijke mest de laatste jaren gestegen. Drie van de vijf bedrijven hebben de laatste 2 jaar een mestopslag gebouwd. Deze wordt maximaal benut. Mest wordt echter volgens de normen van Goede Landbouw Praktijk ingepast in de bedrijfsvoering, en de stikstofbemesting met kunstmest wordt afgestemd op de te verwachten N-werking van dierlijke mest.

Teeltechnisch gesproken is het in het *Zuidoosten* goed mogelijk aan de eindnormen te voldoen, of zelfs een lagere aanvoer te realiseren. Hierbij is overigens wel het behoud van voldoende organische stof een aandachtspunt.

Stikstofaanvoer in het *Zuidwesten* wordt sterk bepaald door de mestsoort en het tijdstip van toedienen. Dierlijke mest wordt vooral uitgereden in het najaar, zodat de benutting van de toegediende stikstof laag is. Indien veel dierlijke mest wordt gegeven in het najaar zijn de eindnormen voor MINAS moeilijk te realiseren. Het gebruik van dierlijke mest was tot nu toe financieel aantrekkelijk. De Minas-eindnormen zijn zeker haalbaar voor de brede praktijk, wel zal men zolang het financieel aantrekkelijk blijft om dierlijke mest aan te voeren in de buurt van de eindnormen blijven zitten. Ook zijn er problemen bij het toedienen van dierlijke mest op kleigrond in het voorjaar. Dit wordt in het volgende hoofdstuk verder besproken.

Problemen

Er doen zich geen problemen voor in het *Noordoosten*.

Problemen in het *Zuidoosten*, waar de bedrijfssituatie sterk kan verschillen, hangen sterk samen met de bedrijfsstructuur, met name met de vraag of men vee houdt en/of men veel land bijhuurt. Indien er onvoldoende plaatsingsruimte is om de mest van eigen vee (rundvee, varkens) op het bedrijf toe te dienen moet er mest worden afgezet. Aangezien dit geld kost, gaat men berekenen wat het bedrijf het beste past. Wanneer de gewasbehoefte gedekt kan worden met organische mest wordt er weinig of geen kunstmest aangekocht. Dit leidt echter wel tot een hogere N-totaal aanvoer. Wanneer men nog stikstof moet aanvoeren wordt gezocht naar de beste financiële oplossing. Dit kan betekenen dat de inzet van kunstmest wordt beperkt omdat toediening van dierlijke mest van anderen gunstiger is. Men kan er natuurlijk ook voor kiezen om de boete te betalen en het te hoge bemestingsniveau te handhaven. Huren van grond bij een veehouder gaat in Zuidoost-Nederland vaak gepaard met afname van mest.

De hierbij komende hoge giften van dierlijke mest leiden soms ook tot meer aanvoer van mineralen op een bedrijf dan teelttechnisch noodzakelijk.

De aanvoer van stikstof op akkerbouwbedrijven in het *Zuidwesten* wordt sterk bepaald door de mestsoort en het tijdstip van toedienen. Indien geen gebruik wordt gemaakt van dierlijke mest zijn de Minas-eindnormen voor stikstof goed te realiseren. Wordt gebruik gemaakt van dierlijke mest in het najaar dan is het al dan niet realiseren van de eindnormen afhankelijk van de hoeveelheid mest die wordt ingezet. Het gebruik van dierlijke mest was tot voor kort financieel aantrekkelijk. Het meest gemakkelijke is dit in het najaar uit te voeren op een graanstoppel. De kans dat de hierna vaak geteelde groenbemester ook werkelijk slaagt, is sterk afhankelijk van gunstige weersomstandigheden rondom het zaaien. De teelt mislukt regelmatig, zodat bij minder geslaagde groenbemesters een groot gedeelte van de werkzame N in de loop van de herfst en winter verloren gaat.

De kans op structuurproblemen van de grond maakt telers huiverig voor het toepassen van dierlijke mest in het voorjaar. Binnen het project is ervaring opgedaan met de toepassing in wintertarwe en graszaad. Het uitrijden van dierlijke mest waarbij de mest in één werkgang wordt ingewerkt (zodebemester, sleufkouterbemester) of gecombineerd met een tweede werkgang heeft voor de telers grote praktische bezwaren (uitrijden van de plantjes, te harde grond, grote trekkracht waardoor zware apparatuur nodig is met als gevolg structuurschade). Daarom hebben telers ervaring opgedaan met het gebruik van een sleepslangenaanvoermachine (wintertarwe). De tankwagen gaat hierbij het veld niet op. In plaats daarvan wordt de mest met een slang naar de mestmachine gebracht. De mestmachine is uitgerust met kouters om de mest in te werken, maar het inwerken gebeurt nog onvoldoende. Nader onderzoek is gewenst, zodat ook in dergelijke situaties mest emissiearm kan worden aangewend.

Op kleigrond biedt het uitrijden van dierlijke mest in het voorjaar in wintertarwe meer perspectief dan een mesttoediening vóór het poten van aardappelen, vooral vanwege de kans op structuurschade. Toepassing van mest ná het poten zou soelaas bieden maar vraagt verdere ontwikkeling van machines. Voor suikerbieten wordt op kleigrond geen mest aangewend. Het is ook niet te verwachten dat dit in de naaste toekomst wel zal gebeuren (structuurbederf van de grond, verlating van de zaaidatum, winbaarheid van de suiker e.d.). Met voorjaarstoepassing van dierlijke mest in aardappelen is op de veelal wat zwaardere percelen van de Tmt-bedrijven slechts beperkt ervaring opgedaan. Toepassing van de dikke, rulle fractie van gescheiden varkensdrijfmest in het najaar als goedkope bron van fosfaat en organische stof biedt in principe de mogelijkheid om de stikstofaanvoer te verlagen. Nu het mestoverschot in Nederland voor een groot deel is weggewerkt en akkerbouwers wellicht weer voor mest moeten gaan betalen, is de belangstelling voor de rulle fractie echter weggefallen. Dit geldt zowel van de zijde van varkenshouders als van de akkerbouwers.

4.2 Vollegrondsgroenten

Haalbaarheid

Verwacht kan worden dat het realiseren van de Minas-eindnormen op de intensieve vollegrondsgroentenbedrijven moeilijk blijft zolang plantaardige mestsoorten (compost) volledig meetellen als aanvoerpost. Een deel van de bedrijven kan de eindnormen realiseren indien de toepassing van dierlijke en plantaardige mest sterk wordt beperkt en optimaal gebruik wordt gemaakt van de beschikbare technieken en meststoffen om de totale aanvoer van stikstof verder te controleren. Telers zijn echter bezorgd over de organische stofvoorziening, en het is niet waarschijnlijk dat de gewenste aanvoer van dierlijke en plantaardige mest zal worden beperkt.

Problemen

De hoge stikstofbemesting, samenhangend met de aard van de geteelde gewassen, de bodemsoort en de structuur van het bedrijf, leidt traditioneel tot hoge overschotten en stikstofverliezen. Het is niet waarschijnlijk dat dit gemakkelijk kan worden gewijzigd. De teelt van vollegrondsgroenten combineert immers een groot aantal voor de stikstofhuishouding ongunstige factoren:

- gewassen hebben vaak een hoge stikstofbehoefte (geldt met name voor prei, broccoli en in dubbel-teelt verbouwde bladgewassen);
- sommige gewassen (met name spinazie) hebben een grote hoge dagelijkse stikstofopname in de periode vlak voor de oogst, zodat men tot het einde van de teelt moet blijven bemesten;
- de oogst vindt vaak plaats in het stadium van volle groei, waarbij het gewas niet in staat is om de beschikbare stikstofvoorraad van de bodem op te maken (zoals bij andere gewassen het geval is);
- sommige gewassen (spinazie, bloemkool) tonen een hoge stikstofbehoefte in begin van groeiseizoen, wanneer de mineralisatiegraad van de grond zelf vaak nog erg laag is;
- veel gewassen hebben een relatief slechte en ondiepe beworteling (bladgewassen), zodat ze beschikbare stikstof niet goed kunnen vinden en opnemen;
- er zit veel stikstof in gewasresten (koolgewassen) die op het land achterblijven, zodat er relatief veel stikstof vrijkomt na de teelt maar vóór het uitspoelingsseizoen;
- de stikstofafvoer is soms laag (met name bij broccoli en aardbei), zodat de overschotten al snel hoog worden;
- teelten vinden regelmatig plaats in ongunstige seizoenen, zodat er grotere kans is op uitspoeling;
- sommige gewassen hebben een relatief hoge beregeningsbehoefte, waardoor de kans op stikstofuitspoeling gedurende het seizoen toeneemt;
- er wordt vaak geteeld op uitspoelingsgevoelige grond met weinig denitrificatie, zodat relatief veel van de overtollige stikstof in het grondwater terecht komt;
- veel vollegrondsgroententelers streven een hoge bodemvruchtbaarheid na. Er wordt dan veel organische stof aangevoerd om de organische-stofvoorziening op peil te houden (geldt met name voor preibedrijven, omdat met de gewasresten van prei zeer weinig organische stof achtergelaten wordt, maar speelt ook bij bladgewasentelers). Dit betekent dat er steeds veel stikstof in omloop is, met alle risico's voor verliezen - met name tijdens het groeiseizoen - van dien (vergelijk de bodem in dit geval met een vergiet, die je continu vol water wilt houden);
- bemestingskosten zijn relatief laag. Met name aanvoer van champost en dierlijke mest kost (bijna) niets;
- huurpercelen in het *Zuidoosten* hebben vaak een afnameplicht van dierlijke mest. Dit maakt het moeilijk voor telers die dergelijke percelen nodig hebben in hun vruchtwisseling om bemesting optimaal te sturen;
- er worden hoge eisen gesteld aan de productkwaliteit, zodat kleine afwijkingen in met name vorm en kleur van het blad al snel leiden tot grote inkomstenderving. Dit betekent in de praktijk dat telers zeer weinig risico kunnen nemen in, bijvoorbeeld, de bemesting.

Er zijn dus structurele problemen op het gebied van de gewassen, bodems, organische stofhuishouding en stikstof- en waterbehoefte, terwijl bemestingskosten relatief laag zijn en risico's voor inkomstenderving als gevolg van afwijkingen in de productkwaliteit zeer hoog.

Naast bovenstaande problemen is de zorg omtrent de organische stofvoorziening op lange termijn een complicerende factor bij het realiseren van de Minas-eindnormen. Tmt deelnemers hebben de vrees geuit dat een geringere aanvoer van dierlijke mest, zoals in Tmt is gepropageerd, op termijn zal leiden tot een teruggang van het organische stofgehalte. Omdat men in de praktijk streeft naar een hoog gehalte organische stof worden bijvoorbeeld nieuw verworven percelen vaak 'tuinbouwrijp' gemaakt door er grote hoeveelheden dierlijke mest en/of compost toe te dienen. Binnen het project heeft een aantal telers de dierlijke mest vervangen door champost. Omdat deze weinig werkzame stikstof bevat, terwijl wel alle in champost aanwezige stikstof meetelt voor de Minas-balans maakt dit het realiseren van de Minas-aanvoernorm echter moeilijker. Daarnaast bestaat er binnen Tmt twijfel of het grootschalige gebruik van compost-meststoffen als champost op de lange termijn niet gaat leiden tot een hoge

stikstofuitspoeling. Dit zal zeker gebeuren indien, zoals vaak in de praktijk gebeurt, bij de bemesting onvoldoende ingespeeld wordt op de uit de compost vrijkomende stikstof.

De angst voor daling van het organische stofgehalte van de grond speelt ook sterk buiten het project, zodat verwacht kan worden dat het realiseren van de Minas-eindnormen op de intensieve vollegrondsgroentenbedrijven problemen blijft geven zolang plantaardige mestsoorten volledig meetellen als aanvoerpost. Het zal ertoe leiden dat een gedeelte van de vollegrondsgroentenbedrijven de Minas-eindnormen zal overschrijden, met name voor stikstof. Het realiseren van de eindnormen is alleen mogelijk door minimaal gebruik te maken van dierlijke en plantaardige mest. Als hierbij optimaal gebruik wordt gemaakt van beschikbare technieken en meststoffen dan kan dit doel in veel gevallen gerealiseerd worden. Vanwege de eerder genoemde zorg omtrent de organische stofvoorziening zullen telers dierlijke en plantaardige mest blijven gebruiken. Dit leidt tot een overschrijding van de Minas-aanvoernorm. Anders gezegd zal, bij het realiseren van de eindnormen, de organische stofvoorziening op termijn in het gedrang komen.

Recent is echter aangekondigd dat bedrijven met dubbelteelten binnen Minas met ingang van 2003 een extra stikstofaanvoer van 40 kg N per ha mogen realiseren. Dit zal de problemen in met name de vollegrondsgroententeelt uiteraard verminderen. Verwacht kan worden dat de praktijk maatregelen die in Tmt op de bedrijven zijn beproefd zullen worden overgenomen. Zo wordt op een aantal bedrijven op dit moment ervaring opgedaan met technieken als NBS, CropScan, korten van mestgift met de stikstof die naar verwachting uit mineralisatie vrij zal komen, het terugbrengen van de periode tussen aanbrengen van de dierlijke mest en de teelt zelf, langzaamwerkende meststoffen (Entec, Cultan), toepassen van groenbemesters, keuze voor een alternatieve mestsoort (met verlaagd stikstofgehalte en/of efficiënter gebruik van beschikbare stikstof), mestdosering, en vervanging van dierlijke mest door compost. Er zijn zeker mogelijkheden om de aanvoer van stikstof te verminderen.

Telers hebben vooral belangstelling voor bemestingsmethoden en alternatieve meststoffen met bijkomende voordelen (hogere opbrengst, betere productkwaliteit, besparing arbeidskosten etc.). Nitraatuitspoeling kan alleen worden beperkt als het gebruik van meststoffen met een hogere N-werking samengaat met een verlaagde stikstofbemesting. In de praktijk gebeurt dit niet altijd.

4.3 Bollenteelt

Haalbaarheid

Minas-eindnormen zijn haalbaar voor de brede praktijk, mits compost buiten Minas kan worden toegediend. De hierbij komende kosten (compost is over het algemeen duurder dan dierlijke mest) is nog niet gekwantificeerd. Het realiseren van eindnormen wordt moeilijk voor bedrijven met hyacint in een nauwe vruchtwisseling (1 op 3). Zij voeren veel stalmest aan om het organische-stofgehalte van de diepe bouwvoor (60 cm) op peil te kunnen houden.

Problemen

Telers voeren vaak veel organische stof aan, waarbij het niet duidelijk is of het ze te doen is om een hoog percentage organische stof of om de te verwachten stikstofmineralisatie. Beschikbaarheid van goedkoop organisch materiaal dat buiten Minas valt is dus een voorwaarde voor het realiseren van de eindnormen voor veel bedrijven. Dit geldt in sterkere mate voor bedrijven die diep ploegen om ziekte-vrije grond naar boven te halen in intensieve vruchtwisselingschema's. Omdat hierbij organische stof naar beneden wordt geploegd is er extra aanvoer nodig van organische stof. Zo kunnen problemen ontstaan bij bedrijven met intensieve hyacintteelt. Zij zullen moeite hebben Minas te halen doordat ze veel stalmest aanvoeren en diep ploegen. Het lijkt hier bij het gebruik van stalmest vooral om de

stikstofmineralisatie te gaan. Bijsturing van de stikstofbeschikbaarheid bij hyacint is moeilijker dan bij andere gewassen omdat dit gewas vanuit ziektenoogpunt niet wordt berekend. Dit zou wellicht opgevangen kunnen worden met fertigatie, zodat de stalmestgift achterwege gelaten kan worden en de totale stikstofaanvoer kan worden verlaagd.

4.4 Boomteelt

Haalbaarheid

Resultaten van zowel Telen met toekomst als Praktijkcijfers-II geven aan dat het in de boomteelt goed mogelijk is binnen de Minas-eindnormen te blijven. Wel verdient de organische stofbalans hierbij aandacht. Een goede, goed uitvoerbare, oplossing is een (gedeeltelijke) vervanging van dierlijke mest door compost. Dit heeft echter financiële consequenties voor de teler.

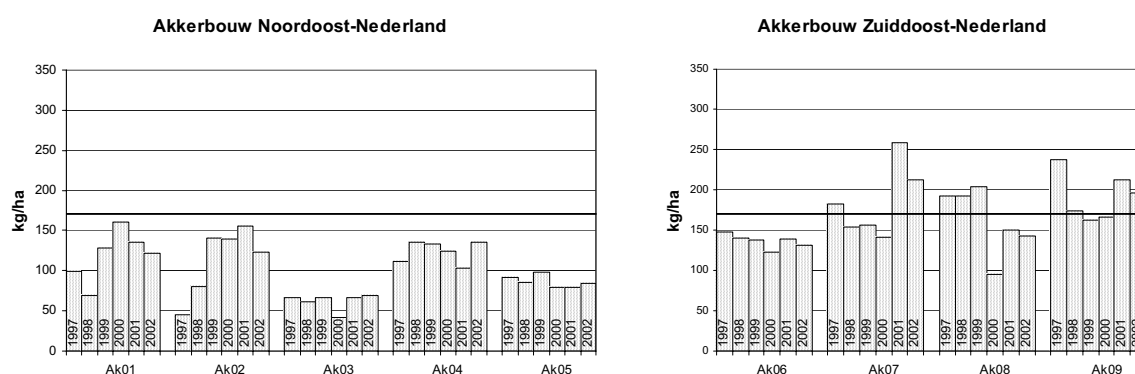
Problemen

Bedrijven die hoge gehalten organische stof proberen te handhaven kunnen mogelijk te veel stikstof aanvoeren. Dit speelt sterker indien er veel grond wordt afgevoerd (met kluit van geleverde bomen), of indien er veel materiaal wordt aangevoerd. Dit laatste kan een rol gaan spelen bij kleine bedrijven (< 3 ha) op veengrond, die materiaal aanvoeren om inklinken van veen te compenseren. Zij zullen de Minas-eindnormen waarschijnlijk overschrijden. Op dit moment zijn dit soort bedrijven echter niet Minas-plichtig (zolang ze binnen de normen blijven).

5. Aanvoernormen

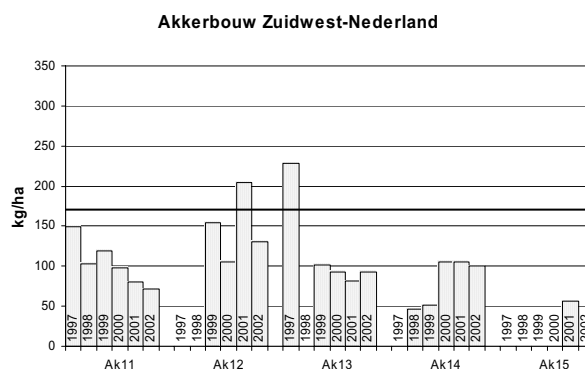
In deze sectie wordt bekeken in hoeverre de praktijkbedrijven van Tmt voldoen aan de formele EU aanvoernorm voor stikstof uit dierlijke mest. Deze norm is geen onderdeel van de Nederlandse wetgeving, maar kan - gezien de aangekondigde beleidswijziging - in de komende tijd een belangrijke rol gaan spelen.

De EU aanvoernorm voor stikstof uit dierlijke mest is in principe alleen van toepassing op gebieden die in het kader van de Nitraatrichtlijn zijn aangewezen als potentiële probleemgebieden (Nitrate Vulnerable Zone). Nederland heeft ervoor gekozen het gehele land als probleemgebied aan te wijzen, zodat in principe alle telers moeten voldoen aan deze aanvoernorm. De norm bepaalt dat per hectare niet meer van 170 kg stikstof uit dierlijke mest per hectare mag worden aangevoerd.



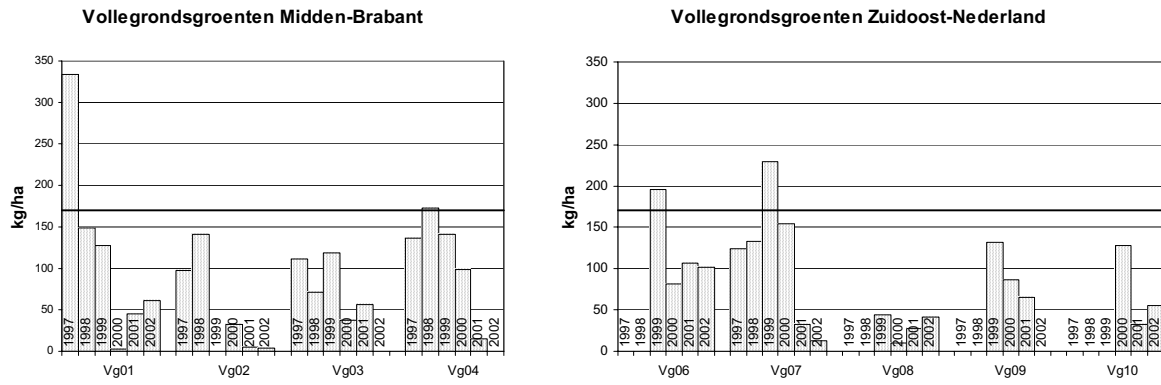
Figuur 5.1. Stikstofaanvoer met dierlijke mest van akkerbouwbedrijven in het Noordoosten en Zuidoosten.

De aanvoernormen worden gehaald op de akkerbouwbedrijven in het *Noordoosten*. In het *Zuidoosten* voldoen op dit moment twee van de vier bedrijven aan de streefwaarde (Figuur 5.1). Variatie tussen de jaren doet vermoeden dat ook hier bedrijven aan de aanvoernorm zouden kunnen voldoen. Dit zal echter mede afhangen van de hoeveelheid mest die bij het huren van land moet worden afgenomen.

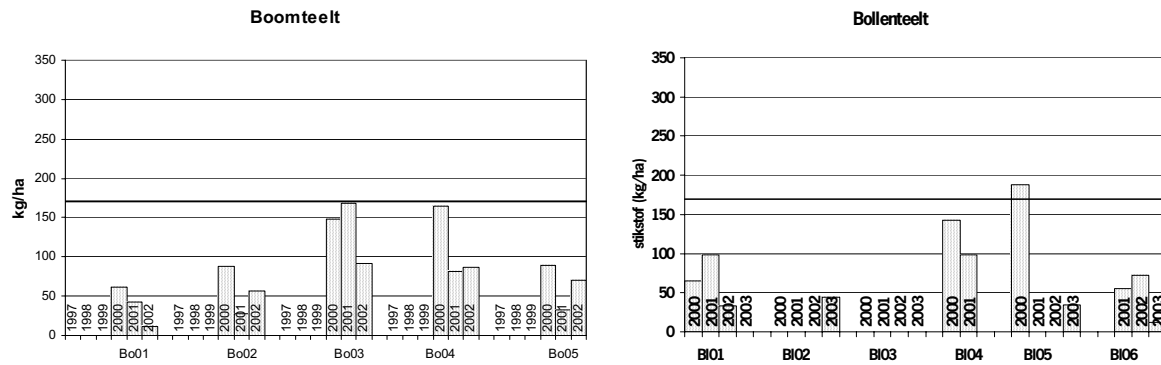


Figuur 5.2. Stikstofaanvoer met dierlijke mest van akkerbouwbedrijven in het Zuidwesten (NB in de jaren waarbij in de figuur geen mest aanvoer wordt gerapporteerd ontbreken gegevens).

De akkerbouwbedrijven in het *Zuidwesten* voldoen alle aan de aanvoernormen (Figuur 5.2).



Figuur 5.3. Stikstofaanvoer met dierlijke mest van vollegroendsgroententeeltbedrijven in Midden-Brabant en in het Zuidoosten.



Figuur 5.4. Stikstofaanvoer met dierlijke mest van boomteeltbedrijven in het Zuiden.

Ook deelnemende vollegroendsgroenten-, bollenteelt- en boomteeltbedrijven voldoen aan de aanvoernorm van maximaal 170 kg N uit dierlijke mest (Figuren 5.3 en 5.4).

6. Discussie en conclusie

In deze sectie worden enkele specifieke aspecten van de bemestingsresultaten besproken zoals ze binnen Telen met toekomst zijn gerealiseerd. Ook wordt gekeken welke verwachtingen bestaan ten aanzien van het halen van de Minas-eindnormen en andere milieueisen buiten het project.

Minas-eindnormen

Minas-eindnormen voor stikstof vormen geen probleem voor akkerbouwers in het *Noordoosten*. In principe is ook in het *Zuidoosten* goed aan de eindnormen te voldoen. Dit hangt echter sterk af van de bedrijfsstructuur. Bedrijven met veel eigen vee, en/of veel stikstofintensieve gewassen en teelten (consumptieaardappelen, spinazie en dubbelteelten doperwt/stamslaboon) zullen meer moeite hebben de normen te realiseren. Binnen Tmt haalden drie van de vier akkerbouwers in het *Zuidoosten* de eindnorm, waarbij moet worden opgemerkt dat één van de bedrijven werd ondersteund bij het afvoeren van de overtollige eigen mest. De mate waarin akkerbouwbedrijven in het *Zuidwesten* aan de Minas-eindnormen kunnen voldoen hangt sterk samen met de hoeveelheid mest die wordt ingezet. Het gebruik van dierlijke mest was tot voor kort immers financieel zeer aantrekkelijk. De Minas-eindnormen zijn zeker haalbaar voor de brede praktijk, maar zolang het voor de telers voordelig is om dierlijke mest aan te voeren zal men zoveel mogelijk in de buurt van de normen gaan zitten. Bij matig gebruik van dierlijke mest zijn de eindnormen echter wel degelijk haalbaar.

Het realiseren van de Minas-eindnormen op intensieve vollegrondsgroentenbedrijven zal problemen geven zolang plantaardige mestsoorten (compost) volledig meetellen als Minas-aanvoerpost. Een deel van de bedrijven kan de eindnormen realiseren indien men toepassing van dierlijke en plantaardige mest sterk beperkt en optimaal gebruik maakt van mogelijkheden om de aanvoer van stikstof te beperken. De mate waarin dit verwacht kan worden hangt af van de bij de telers levende zorg over de organische stofvoorziening en de hiermee betrekking houdende aanvoer van compost en andere bronnen van organische stof.

Een vergelijkbare situatie doet zich voor in de bollenteelt, waar Minas-eindnormen voor stikstof haalbaar zijn op alle bedrijfstypen en regio's, zolang compost Minasvrij kan worden toegediend. Aangezien compost over het algemeen duurder is dan dierlijke mest zal het wel leiden tot hogere kosten. Bedrijven met een nauwe vruchtwisseling hyacint zullen Minas maar net kunnen halen, door de benodigde aanvoer van stalmest en de diepe bouwvoor waardoor ook op grotere diepte een hoger gehalte organische stof moet worden aangehouden.

Ook in de boomteelt kan het realiseren van de Minas-eindnormen ten koste gaan van de organische stofbalans. Deze problemen worden uiteraard voorkomen indien niet-Minasplichtige compost wordt aangevoerd.

Nitraatnorm

In totaal voldoen 15 bedrijven van de 37 bij Tmt betrokken praktijk- en onderzoeksbedrijven aan de grenswaarde van 50 mg nitraat/l grondwater; 13 van hen voldoen ook aan een, zeer strenge, streefwaarde van 25 mg/l. Akkerbouwbedrijven in het *Noordoosten* kunnen goed aan de nitraatnorm voldoen, al zijn er op sommige bedrijven nog geringe overschrijdingen. Akkerbouwers op kleigronden in het *Zuidwesten* realiseren de laagste nitraatconcentraties. Akkerbouwers op de zandgronden van het *Zuidoosten* daarentegen halen de streefwaarde niet. Met een gemiddelde nitraatconcentratie van 107 mg/liter, en uitschieters tot 145 mg/l, moet er nog veel gebeuren voordat de gewenste nitraatnorm

kan worden gerealiseerd. Mogelijke aanpassingen, waaronder het vervangen van organische mest door kunstmest, aanpassingen in de gewaskeuze en teelt van groenbemesters zijn niet gemakkelijk in te passen.

Groenbemesters worden op dit moment beperkt ingezet. Zolang er nog geen goede groenbemester voorhanden is in relatie tot aanwezige aaltjespopulatie(s) zal de toepassing echter sterk beperkt blijven door de vrees voor opbrengstderving. Onderzoek op de kernlocatie heeft uitgewezen dat deze vrees reëel is. Groenbemesters worden bovendien bemest, wat niet gunstig is om de nitraatuitspoeling te beperken. De hoogste nitraatconcentraties worden gevonden na de dubbelteelt doperwt/stamslaboon. Aanpassen van het bemestingsniveau bij deze teelt leidt nauwelijks tot verbetering, zodat alleen het afschaffen ervan soelaas biedt. Telers zullen hier om economische redenen echter niet van afstappen. Daarnaast wordt de teelt gebruikt voor het gunstige (want reducerende) effect die het heeft op de aaltjespopulatie. Dit laatste geldt ook voor de dubbelteelt van spinazie.

De hoogste nitraatwaarden worden gemeten bij vollegrondsgroententelers, waarbij telers in het *Zuidoosten* hogere waarden laten zien dan die in *Midden-Brabant* (gemiddeld 210 respectievelijk 168 mg/l). De problemen zijn hier breder en algemener dan die bij de akkerbouw. Hoge nitraatconcentraties worden met name gevonden na de teelt van kool (Chinese kool, broccoli), prei, andijvie, knolselderij, spinazie en sla. Deze gewassen zijn dermate algemeen, dat de problemen zich voordoen bij alle in Tmt betrokken bedrijven, inclusief de bedrijven die zich uitsluitend richten op de aardbeienteelt. Dit wordt bevestigd op het kernbedrijf waar een zeer hoge nitraatconcentratie is gemeten. Het is echter mogelijk dat hier sprake is van een vertragingseffect (en dat de concentraties in de komende jaren nog sterk zullen dalen vanwege recente aanpassingen in het bemestingsplan). Dit zal verder worden uitgezocht.

Boomtelers in Zuidoost-Nederland hebben, na de vollegrondsgroententelers, de hoogste nitraatconcentraties. Met bedrijfspgemiddelden die variëren van 104 tot boven de 200 mg/l liggen de normen van de nitraatrichtlijn hier nog ver weg. Dit geldt niet voor de bollentelers, die geen enkel probleem hebben om te voldoen aan de nitraatnorm. Wel vallen de bij deze teelt gemeten nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater te hoog uit. Hier liggen de problemen dus niet zozeer in het grondwater als wel in de sloten en vaarten.

Verbreiding

Een brede realisatie van de Minas-eindnormen op de akkerbouwbedrijven van het *Noordoosten* is zeer wel mogelijk. Normen worden grotendeels al gehaald, en een verdere verlaging van de aanvoer is goed mogelijk. Zo wordt er momenteel - naar aanleiding van proeven op Tmt bedrijven - gediscussieerd over een verdere verlaging van het stikstofadvies voor zetmeelaardappelen. Indien dierlijke mest volgens de normen van Goede Landbouw Praktijk wordt ingepast in de bedrijfsvoering en stikstofbemesting met kunstmest wordt afgestemd op de te verwachten N-werking van dierlijke mest zijn geen problemen te verwachten ten aanzien van het realiseren van de eindnormen. Voor de akkerbouw in het *Zuidoosten* valt niet een éénduidige voorspelling te geven. Veel hangt af van de bedrijfsstructuur, met name van eigen mestproductie en de mate waarin land wordt gehuurd van veehouders. Bedrijven met onvoldoende plaatsingsruimte voor de eigen mest zullen een financiële afweging maken tussen het afzetten van mest (om de eindnormen te halen) en het betalen van een heffing (vanwege een eventuele overschrijding van de normen). Huren van grond gaat vaak gepaard met een verplichte afname van mest, dat kan leiden tot hogere aanvoer dan gewenst. Hoewel dit zal bijdragen tot hogere stikstofaanvoer, is niet duidelijk of dit ook zal leiden tot overschrijding van de Minas-eindnormen.

De Minas-eindnormen zijn zeker haalbaar voor akkerbouwers in het *Zuidwesten*. Zolang het voor de telers aantrekkelijk blijft om dierlijke mest aan te voeren zal men echter zoveel mogelijk in de buurt van de normen gaan zitten. Akkerbouwers die geen gebruik maken van dierlijke mest kunnen de Minas-eindnormen voor stikstof goed realiseren. Bij toepassing van dierlijke mest in het najaar zal dit afhanke-

lijk zijn van de hoeveelheid mest die wordt ingezet. De teelt van een groenbemester na toediening van mest op de graanstoppel mislukt nogal eens, zodat een groot gedeelte van de werkzame N in de loop van de herfst en winter verloren gaat. Dit zal in het voorjaar gecompenseerd worden met een hogere kunstmestgift. Voorjaarstoepassing van dierlijke mest heeft deze nadelen niet, maar veel telers zijn huivering voor de hierbij mogelijk voorkomende structuurschade. Binnen Tmt is ervaring opgedaan met de voorjaarstoepassing met een sleepslangenaanvoermachine in wintertarwe. Hierbij doen zich nog problemen voor bij het inwerken van de mest. Nader onderzoek op dit gebied is dan ook gewenst. Voorjaarstoediening voor het poten van aardappelen heeft minder perspectief; toediening ná het poten vraagt nog verdere ontwikkeling van geschikte machines.

Een alternatief zou kunnen worden gezocht in de toepassing van gescheiden varkensdrijfmest (dikke fractie) in het najaar. Het is een goedkope bron van fosfaat en organische stof. Nu het mestoverschot sterk is afgenomen is de belangstelling hiervoor echter weggevallen (zowel van de zijde van varkenshouders als van de akkerbouwers). De hoeveelheid werkzame-N in de rulle fractie is bovendien te gering voor een geslaagde groenbemester.

De realisatie van Minas-eindnormen is nergens een groter probleem dan in de vollegrondsgroenteteelt. In sectie 4 is uitgebreid ingegaan op de achtergrond van de hoge stikstofbemesting in de vollegrondsgroenteteelt, en ook de wijze waarop dit samenhangt met de gewassen, bodemsoort en de bedrijfsstructuur. Daar is aangegeven dat het niet waarschijnlijk is dat dit snel en/of gemakkelijk zal worden gewijzigd, problemen zijn structureel van aard. Wijzigingen in de geteelde gewassen, bodems, en de stikstof- en waterbehoeften die hieruit voorkomen zullen een grote impact hebben op de bedrijfsvoering, en dan met name op de opbrengsten en economische resultaten. Ditzelfde geldt in feite ook voor de gangbare praktijken rond de organische stofhuishouding. Hierbij komt dat afwijkingen in productkwaliteit gemakkelijk (dat wil zeggen bij kleine afwijkingen van de teeltcondities) optreden, terwijl – vooral in het *Zuidoosten* - telers die land ruilen of huren onder grote druk staan om dierlijke mest af te nemen.

Gegeven het structurele karakter van deze problemen en de wijze waarop ze gerelateerd zijn aan bedrijfsinkomen en de mogelijkheid om land te verkrijgen om de benodigde gewasopvolging te realiseren valt moeilijk te voorzien in hoeverre technische maatregelen bedrijven kunnen helpen om aan de Minas-eindnormen te voldoen. Wel laten de resultaten van het kernbedrijf voor de vollegrondsgroenten en met name de praktijkbedrijven in het *Zuidoosten* zien dat het realiseren van de eindnormen tot de mogelijkheid behoort. Dit geldt natuurlijk des te meer nu de aanvoer bij dubbelteelten is verhoogd. De mate waarin normen gehaald zullen worden is echter moeilijk te voorspellen. Telers hebben vooral belangstelling getoond voor maatregelen die bijkomende voordelen (hogere opbrengst, betere productkwaliteit, besparing arbeidskosten etc.) met zich meebrengen. Uitspoeling en andere emissies kunnen echter alleen worden beperkt indien het gebruik van meststoffen met een hogere N-werking samengaat met een verlaagde stikstofbemesting. In de praktijk gebeurt dit zeker niet altijd.

De vraag in hoeverre Minas-eindnormen haalbaar zijn voor bollenbedrijven hangt sterk samen met de wijze waarop plantaardige meststoffen in de Minas-aanvoer wordt meegerekend. Wordt compost niet meegerekend, dan is Minas zonder meer haalbaar. Wordt het wel, of voor een groot deel, meegerekend, dan zal een deel van de bedrijven moeten kiezen tussen (i) onvoldoende organische stof aanvoeren om Minas te halen, en (ii) voldoende organische stof aanvoeren en een boete riskeren. Eenzelfde situatie doet zich voor in de boomteelt, waar bedrijven vaak alleen een positieve organische stofbalans kunnen realiseren indien ze grote hoeveelheden (vaak plantaardige) meststoffen aanvoeren. De mate waarin dit leidt tot het overtreden van de Minas-eindnormen hangt af van de wijze waarop plantaardige meststoffen binnen de Minas-aanvoer vallen.

Probleemgebieden

De grootste problemen ten aanzien van het realiseren van Minas-eindnormen of nitraatnormen op akkerbouwbedrijven zijn te verwachten in het *Zuidoosten*, met name op bedrijven met veel eigen vee, veel uitspoelingsgevoelige gronden, en een hoog aandeel van teelten met een hoge stikstofaanvoer en lage -afvoer (met name dubbelteelten doperwt/stamslaboon en dubbelteelten spinazie), of een combinatie van deze factoren. Deze bedrijven zullen moeite hebben om de Minas-eindnormen te halen, waarbij hoge tot zeer hoge nitraatconcentraties gemeten kunnen worden. Bij het laatste speelt onder andere het ontbreken van een goede groenbemester een rol; de huidige groenbemesters voldoen niet omdat ze de ziektedruk als gevolg van aaltjes verergeren. Problemen in de akkerbouw in het *Zuidwesten* hebben vooral te maken met de beperkte mogelijkheden van voorjaarstoediening van organische mest op kleigrond. Deze problemen zijn te ondervangen door een gewijzigde wetgeving op het gebied van toegestane toedieningstechnieken (geldt met name bij wintertarwe).

Problemen in de vollegrondsgroenteteelt zijn sterk gerelateerd aan de combinatie van ongunstige gewassen (hoge stikstofbehoefte, vaak tot laat in het teeltseizoen, relatief slechte beworteling, geringe stikstofafvoer), teelten (teelten zijn bijna continu, zodat ook ongunstige vroege en najaarsteelten veelvuldig voorkomen), en bodemcondities (zeer uitspoelingsgevoelige bodems met name in het *Zuidoosten*), nadelige economische condities (hoge kortingen bij bladschade, lage bemestingskosten) en noodzakelijk geachte hoge gehalten organische stof. Deze problemen zijn algemeen van aard, en komen op bijna alle bedrijven sterk terug. Met uitzondering van de hoge organische stofgehalten spelen ze veel sterker dan bij de andere in dit rapport beschreven sectoren. Gewassen waarbij ze het sterkst naar voren komen zijn: bladgewassen, prei, spinazie, en koolgewassen als Chinese kool en broccoli.

Problemen in de bollenteelt spitsen zich toe op bedrijven met hyacint in een nauwe vruchtwisseling (1 op 3). Door de noodzakelijk geachte hoge aanvoer van stalmest en de behoefte om ook in de diepe bouwvoor (60 cm, veroorzaakt door het diepe ploegen) het organische stof gehalte in stand te houden kunnen zij Minas maar net halen.

Boomteeltbedrijven die hoge gehalten organische stof proberen te handhaven kunnen in de problemen komen. Bij het realiseren van de Minas-eindnormen moet de organische stofaanvoer op de bedrijven anders uitgevoerd worden. Kleine bedrijven op veengrond kunnen wellicht in de problemen komen als ze Minas-plichtig worden.

EU aanvoernormen

De aanvoernormen (maximaal 170 kg N per ha uit dierlijke mest) zijn goed haalbaar voor akkerbouwbedrijven in het *Noordoosten* en het *Zuidwesten*, maar geven nog problemen op twee van de vier bedrijven in het *Zuidoosten*. Haalbaarheid op de twee bedrijven die de aanvoernorm momenteel overschrijden is moeilijk te voorspellen. Deelnemende vollegrondsgroenten-, bollenteelt- en boomteeltbedrijven voldoen wel aan de aanvoernorm.

Wijzigingen Nederlands milieubeleid

De meest in het oog springende mogelijke wijzigingen in het Nederlandse beleid is de rol die de EU aanvoernormen mogelijk gaan krijgen. Op dit moment is deze norm niet in de Minas-systematiek opgenomen. Het blijkt dat bijna alle in Tmt deelnemende praktijkbedrijven aan een dergelijke norm kunnen voldoen. Problemen kunnen worden verwacht op zeer intensieve bedrijven met veel eigen vee, of bedrijven die veel land ruilen. De problemen zullen vanzelfsprekend worden vergroot indien bij het berekenen van de aanvoernorm ook (een deel van de) aanvoer uit kunstmest zal worden meegeteld. In welke mate bedrijven, zowel binnen als buiten het project, hierdoor niet in staat zal zijn de eindnormen te halen valt echter niet te zeggen.

In de discussie, maar ook in de betreffende hoofdstukken is uitgebreid ingegaan op de alom heersende zorg omtrent het kunnen blijven handhaven van een voldoende gehalte organische stof in de bodem. Veel telers hebben hier hun zorgen over geuit, en in de praktijk is duidelijk te zien dat, waar mogelijk, veel telers kiezen voor een hoge aanvoer van organische stof. Aanvoer van natuurlijke bronnen van organische stof (veen en dergelijke) valt tot nu toe niet binnen Minas. In de tekst is aangegeven dat de mate waarin praktijkbedrijven aan Minas kunnen voldoen met name in de vollegrondsgroenten en boomteelt sterk afhangt van de vraag welke organische stoffen (met name compost en dergelijke) binnen Minas vallen. Mocht aanvoer van GFT binnen Minas komen te vallen dan valt te verwachten dat meer bedrijven problemen zullen hebben om aan Minas te voldoen.

Referenties

- Booij, R., W. van Dijk, B. Smit, F. Wijnands, H. Langeveld, J. de Haan, A. Pronk, J. Schröder, J. Proost, H. Brinks, P. Dekker & P. Ehlert, 2001.
 Detaillering projectplan 'Telen met toekomst'. Telen met toekomst Publicatie no. 3. Lelystad: Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, 74 p. (+ bijlagen).
- De Buck, A.J., F.J. de Ruijter, F. Wijnands, P.L.A. van Enckevoort, W. van Dijk, A.A. Pronk, J. de Haan & R. Booij, 2000.
 Voorwaarts met de milieuprestaties van de Nederlandse open-teelt sectoren: een verkenning tot 2020. 104 p. (+ bijlagen).
- De Ruijter, F.J. & A.L. Smit, 2003.
 Relaties tussen nitraat in het grondwater en de potentiële indicatoren voor nitraatverlies op de voorloperbedrijven van Telen met toekomst. Reeks Telen met toekomst OV0301, 27 p. (+ bijlagen).
- Schröder, J.J. & H.F.M. ten Berge, 2002.
 Introduction. In ten Berge H F M 2002 A review of potential indicators for nitrate loss from cropping and farming systems in the Netherlands. Reeks Sturen op Nitraat 2; Plant Research International, Rapport 31, p. 17-20.
- Spruijt-Verkerke, J. & P. van Asperen, 2001.
 FARM; standaardisatie van gegevensverwerking bij bedrijfssystemen. Agro informatica. Jaargang 14 (2001) nr. 3. p. 3-5.
- Ten Berge, H.F.M. (Ed.), 2002.
 A review of potential indicators for nitrate loss from cropping and farming systems in the Netherlands. Reeks Sturen op Nitraat 2; Plant Research International, Rapport 31. 144 p. (+ bijlagen).

Bijlage I.

Oorzaken beperkte toepasbaarheid van potentiële indicatoren

Tabel B1.1 Sterke en zwakke kanten van potentiële indicatoren voor nitraatconcentratie in het grondwater. Het zijn indicatoren op bedrijfsniveau, die worden afgeleid van een gewogen gemiddelde op perceelsniveau.

Indicator	Sterke kanten	Zwakke kanten
Nmin-najaar	voor uitspoeling vatbare stikstof: vrij directe relatie	er kan een 'omgekeerde relatie' ontstaan: stikstof die reeds voor de Nmin meting uitspoelde verhoogt de nitraatwaarde maar verlaagt Nmin; stikstof uit gewasresten kan na de Nmin bemonstering nog vrijkomen en uitspoelen
Overschot N-Totaal (totale aanvoer minus de afvoer via gewassen)	voor een bodem in evenwicht de beste maat voor totale milieubelasting	in het overschot zijn ook evt. veranderingen van de bodemvoorraad begrepen: bij afwezigheid van evenwicht verliest het overschot daardoor zijn betekenis als maat voor totale milieubelasting
Overschot Nwz (overschot op basis van de aanvoer aan werkzame stikstof minus de afvoer via gewassen)	indicatie voor uitspoeling vatbare stikstof	mineralisatie vanuit organische meststoffen na de oogst wordt niet meegenomen; vastlegging naar en mineralisatie vanuit de bodemvoorraad worden niet meegenomen
Overschot Nmin (overschot op de totale balans van minerale stikstof)	alle voor uitspoeling vatbare stikstof wordt in de berekening meegenomen; veranderingen in bodemvoorraad worden meegenomen	berekening van stikstofstromen in en uit de organisch-gebonden stikstofvoorraad is moeilijk
Minas-overschot	eenvoudig	niet alle meststoffen worden meegenomen; houdt nauwelijks rekening met variatie in afvoer; houdt geen rekening met veranderende bodemvoorraad
N-aanvoer	eenvoudig	houdt geen rekening met variatie in afvoer; houdt geen rekening met veranderende bodemvoorraad
Grondwaterstand	heeft sterke relatie met nitraat	is nauwelijks beïnvloedbaar; heeft geen relatie met bemesting; een up-to-date databank met gegevens over grondwaterstanden op perceelsniveau is nodig

Tabel B1.2. Oorzaken van beperkte toepasbaarheid van potentiële indicatoren voor nitraatconcentratie in het grondwater.

Tmt-groep	Algemeen	Per indicator		
		Nmin-najaar	N-overschot totaal	Minas
<i>Ak-non</i>	Mineraliserende dalgrond: N-levering uit bodemvoorraad. Mogelijk sterke denitrificatie door hoog gehalte oplosbaar organisch koolstof (DOC) in grondwater			
<i>Ak-zon</i>				
<i>Ak-zwn</i>	Drainage Denitrificatie			
<i>Vg-mb</i>			Relatief veel aanvoer als compost	Werkelijke afvoer kleiner dan norm
<i>Vg-zon</i>			Relatief veel aanvoer als compost	Werkelijke afvoer kleiner dan norm
<i>Blb</i>	Drainage Denitrificatie	Uitspoeling in zomer en najaar		Werkelijke afvoer kleiner dan norm gebruik Minasvrij meststoffen
<i>Bomen</i>			Afvoer via gewas, kluit moeilijk te bepalen, meerjarige teelt	Werkelijke afvoer kleiner dan norm

Reeds verschenen externe rapporten

Telen met toekomst

29. Evaluatie Nitraatprojecten, bijdrage vanuit Telen met toekomst. Hans Langeveld. Rapport OV 0409, 2004.
28. Organische stofopbouw en N-mineralisatie op kernbedrijven; toetsing MINIP met resultaten 2002 en 2003. Ir. R. Postma & Ing. T.A. van Dijk. Rapport OV 0408, 2004.
27. De Telen met toekomst Energie- en klimaatmeetlat, Eindrapport. Herbert Mombarg & Anton Kool, Rapport OV 0407, 2004.
26. Nitraatuitspoeling Vredepeel 2002-2003. J.A. de Vos & F.B.T. Assinck. Rapport OV 0406, 2004.
25. Stikstofstromen op het kernbedrijf Meterik. Modelberekeningen met FUSSIM2 en MOTOR. F.B.T. Assinck & P. de Willigen. Rapport OV 0405, 2004.
24. Fosfaatkaracteristieken van de bodem van de kernbedrijven Meterik en Vredepeel. Een gedetailleerd beeld van het bodemprofiel. P. Ehlert & G. Koopmans. Rapport OV 0404, 2004.
23. Stikstofstromen op de kernbedrijven Vredepeel en Meterik. De grondwaterkwaliteit gemeten. A. Smit, K.B. Zwart & J. van Kleef. Rapport OV 0403, 2004.
22. Stikstofstromen op het kernbedrijf Vredepeel. Modelberekeningen met FUSSIM2 en MOTOR. F.B.T. Assinck & P. de Willigen. Rapport OV 0402, 2004.
21. Bemesting en Nmin op gewasniveau op de praktijkbedrijven van Telen met toekomst (2000-2002). F.J. de Ruijter & J. Groenwold. Rapport OV 0401, 2004.
20. Stikstofstromen op de kernbedrijven Meterik en Vredepeel. Mineralisatie van bodem en gewasresten. A. Smit & K.B. Zwart. Rapport OV 0304, 2003.
19. Grondwater- en oppervlaktewaterkwaliteit op de Telen met toekomst bedrijven in 2002. M. van den Berg & M.M. Pulleman. Rapport OV 0303, 2003.
18. AcTA: Accesdatabase Telen met toekomst – Alterra. A. Smit & K.B. Zwart. Rapport OV 0302, 2003.
17. Relaties tussen nitraat in het grondwater en potentiële indicatoren voor nitraatverlies op de voorloperbedrijven van Telen met toekomst. F.J. de Ruijter. Rapport OV 0301, 2003.
16. Telen met toekomst, voor telers met toekomst: Jaaroverzicht 2002. Anonymus, 2003.
15. Hoe staat het met de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater? B.M.A. Kroonen-Backbier & J.A.J.M. Rovers. Rapport WDNB03, 2003.
14. Hoe staat het met de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater? J.A.J.M. Rovers & B.M.A. Kroonen-Backbier, Rapport WDZHZ03, 2003.
13. Startgiften van de stikstofbemesting in tulp. Modelstudie naar de effecten van neerslag op de stikstofbeschikbaarheid in de wortelzone. F.J. de Ruijter. Rapport OV 0206, 2002.
12. De Telen met toekomst Energie- en klimaatmeetlat. Methodiek en rekenregels. H.F.M. Mombarg, A. Kool, W.J. Corré, J.W.A. Langeveld & W. Sukkel. Rapport OV 0205, 2003.
11. Waterretentie en waterdoorlatendheidskarakteristieken van 'Telen met toekomst' proefvelden Meterik en Vredepeel. J.A. de Vos, E.W.J. Hummelink & T.S. van Steenbergen. Rapport OV 0204, 2002.
10. Organische stofopbouw en N-mineralisatie op kernbedrijven; toetsing model Janssen. Ir. R. Postma. Rapport OV 0203, 2002.
 9. Stikstofverliezen door denitrificatie in akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt, Onderzoek op de kernbedrijven Vredepeel en Meterik van het project 'Telen met toekomst'. Kor Zwart, Annemieke Smit & Kees Rappoldt. Rapport OV 0202, 2002.
 8. Gebruik van Global Positioning System (GPS) binnen 'Telen met toekomst', Plaatsbepaling bij monsternamen op de Voorloperbedrijven'. A.L. Smit. Rapport OV 0201, 2002.
 7. 'Telen met toekomst', kansen en knelpunten in zicht: Jaaroverzicht 2001. Anonymus, 2002.

6. Fosfaattoestanden op de praktijkbedrijven van 'Telen met toekomst', Een analyse van de situatie bij de start van het project. Philip Ehlert & Gerwin Koopmans, 2002.
5. Stikstof- en fosfaatverliezen in akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt, Projectplan voor het bodemonderzoek op de kernbedrijven Vredepeel en Meterik van het project 'Telen met toekomst'. Kor Zwart & Annemieke Smit, 2002.
4. 'Telen met toekomst', voor telers met toekomst: Jaaroverzicht 2000. Anonymus, 2001.
3. Detaillering projectplan 'Telen met toekomst'. Rennie Booij, Wim van Dijk, Bert Smit, Frank Wijnands, Hans Langeveld, Janjo de Haan, Annette Pronk, Jaap Schröder, Jet Proost, Harm Brinks, Peter Dekker, Philip Ehlert, 2001.
2. Projectplan 'Telen met toekomst'. Jacques Neeteson, Rennie Booij, Wim van Dijk, Janjo de Haan, Annette Pronk, Harm Brinks, Peter Dekker & Hans Langeveld, 2001.
1. Voorwaarts met de milieuprestaties van de Nederlandse open-teelt sectoren: een verkenning naar 2020. A.J. de Buck, F.J. de Ruijter, F. Wijnands, P.L.A. van Enkevort, W. van Dijk, A.A. Pronk, J. de Haan & R. Booij, 2000.

