



# Grondwaterkwaliteit op open teelt bedrijven op zandgrond



**Telen met toekomst**

Resultaten van het praktijknetwerk  
Telen met toekomst, 2005

F.J. de Ruijter, L.J.M. Boumans & P. van Asperen



# Grondwaterkwaliteit op open teelt bedrijven op zandgrond

Resultaten van het praktijknetwerk Telen met toekomst, 2005

F.J. de Ruijter<sup>1</sup>, L.J.M. Boumans<sup>2</sup> & P. van Asperen<sup>3</sup>

- <sup>1</sup> Plant Research International
- <sup>2</sup> Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM)
- <sup>3</sup> Praktijkonderzoek Plant & Omgeving

Telen met toekomst  
juni 2006  
OV0601



## 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 : [info.plant@wur.nl](mailto:info.plant@wur.nl)  
Internet : [www.plant.wur.nl](http://www.plant.wur.nl)

© 2006 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](mailto:info@telenmettoekomst.nl)  
Internet: [www.telenmettoekomst.nl](http://www.telenmettoekomst.nl)

# Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
1. Inleiding	3
2. Materiaal en methoden	5
2.1. Beschrijving bedrijven en bemonstering grondwater	5
2.2. Bemestingsgegevens en Nmin-najaar	6
2.3. Statistische analyse	6
3. Resultaten en discussie	7
3.1. Grondwaterkwaliteit 2005 en bemesting 2004	7
3.2. Verloop in bemesting en nitraat tussen 2002 en 2005 op drie bedrijven	9
3.3. Relatie tussen nitraat en stikstofoverschot	11
3.4. Vervolgonderzoek	12
4. Conclusies	13
Referenties	15
Reeds verschenen externe rapporten Telen met toekomst	



## Samenvatting

In 2005 werd op elf bedrijven op zandgrond van het Praktijknetwerk Telen met toekomst de waterkwaliteit van de bovenste meter van het grondwater bepaald. Het betrof vier akkerbouwbedrijven, één bloembollenbedrijf, twee boomteeltbedrijven en vier vollegrondsgroentebedrijven. Deze metingen waren een vervolg op de metingen die in de jaren 2002 t/m 2004 zijn gedaan op 34 praktijkbedrijven en vier onderzoeksbedrijven en eerder zijn gerapporteerd.

De nitraatconcentraties in het grondwater varieerden tussen 25 mg nitraat per liter voor het bollenbedrijf in Friesland en 358 mg nitraat per liter voor het vollegrondsgroentenbedrijf in oost Brabant. De nitraatconcentraties in het grondwater vertoonden het duidelijkste verband met Nmin-najaar (0-90 cm), maar ook het verband met het stikstofoverschot was duidelijk. Afwijkingen van het verband zijn grotendeels te verklaren vanuit de grondwatertrap en het voorkomen van veenlaagjes. Natte grond (een hoge grondwaterstand) en het voorkomen van veenlaagjes verlagen de nitraatconcentratie.

De concentraties totaal-P in het grondwater waren in 2005 meestal onder de detectiegrens, en de bedrijfsgemiddelde waarden lagen in alle gevallen onder de norm van 0.4 mg P/l voor grondwater van zandgrond.

Op drie bedrijven was nu voor het vierde achtereenvolgende jaar het grondwater bemonsterd. De dalende trend in het stikstofoverschot, of de grote verschillen tussen jaren, werden minder duidelijk in de Nmin-najaar of in de nitraatconcentratie in het grondwater teruggevonden. Verschillen in het weer tussen de jaren en in de grondwaterstand vertroebelen de relatie tussen stikstofoverschot en nitraat op de kortere termijn. Door buffering via de pool aan bodemorganische stof is het de vraag hoe snel veranderingen in bemesting (stikstofoverschot) terug te vinden zijn in veranderingen in de nitraatconcentratie in het grondwater.

Via regressie met de beschikbare gegevens van de jaren 2002 t/m 2005 is de relatie afgeleid tussen nitraatconcentratie en stikstofoverschot voor kleigrond, en voor zandgrond in drie verschillende klassen van grondwatertrap. De gevonden relaties komen redelijk overeen met die welke gevonden zijn voor akkerland door het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid.





# 1. Inleiding

Het praktijknetwerk Telen met toekomst ([www.telenmettoekomst.nl](http://www.telenmettoekomst.nl)) is het vervolg op het project Telen met toekomst dat liep van 1999 tot en met 2003 en wat een van de centrale 'nitraatprojecten' was die gefinancierd werden door de Ministeries van LNV en VROM. In het project Telen met toekomst deden 34 praktijkbedrijven mee uit de akkerbouw, vollegrondsgroenteteelt, boomteelt en bollenteelt, met daarnaast voor iedere sector een onderzoeksbedrijf. In de jaren 2002, 2003 en 2004 is op deze bedrijven de kwaliteit van het bovenste grondwater bemonsterd, en waar relevant ook van het drainwater. De resultaten van deze metingen, en de relatie tussen waterkwaliteit en bodem- en bemestingsvariabelen zijn beschreven in De Ruijter & Boumans (2005). Geconcludeerd werd dat grondsoort een grote invloed heeft op de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater: nitraatconcentraties zijn laag bij duinzand en klei, en hoger bij zandgrond. Op zandgrond speelt de grondwatertrap een belangrijke rol: nitraatconcentraties waren het hoogst op droge zandgronden. Veenlaagjes in het profiel verlaagden de nitraatconcentratie. Naast deze bodemgebonden aspecten was er op zandgrond zonder veenlaagjes een duidelijk verband tussen nitraatconcentratie en bemesting. Hierbij was het verband met N<sub>min</sub>-najaar groter dan met het stikstofoverschot. Ook werden bij middeling tot bedrijfsniveau betere verbanden gevonden tussen nitraat en stikstofoverschot dan bij de individuele meetpunten. Dit werd geweten aan bufferingseffecten die spelen via de pool aan bodemorganische stof. Door middeling tot bedrijfsniveau kunnen bufferings effecten op puntniveau tegen elkaar wegvallen. Een veranderend stikstofmanagement op bedrijfsniveau kan door bufferings effecten pas over meerdere jaren in de nitraatconcentratie in het grondwater tot uiting komen.

Monitoring van de waterkwaliteit is ook in het Praktijknetwerk Telen met toekomst doorgegaan. Bij de overgang van nitraatproject naar Praktijknetwerk is er een andere set aan bedrijven gekomen waarvan bemesting en opbrengst geregistreerd en geanalyseerd wordt. In 2005 werd er op elf bedrijven bemonsterd, waarbij gekozen is om alleen op bedrijven met zandgrond het bovenste grondwater te bemonsteren. Door de verandering van de set aan bedrijven zijn er in 2005 acht bedrijven voor de eerste keer bemonsterd en zijn er drie bedrijven die ook al in 2002 tot en met 2004 zijn bemonsterd.

Dit rapport geeft de resultaten weer van de bemonstering van 2005 en de relatie tussen nitraatconcentraties enerzijds en bemesting en N<sub>min</sub>-najaar van 2004 anderzijds. De resultaten worden vergeleken met die van de eerdere metingen. Van de drie bedrijven die nu voor het vierde jaar achtereen zijn gemeten wordt het verloop in de tijd nader geanalyseerd. Tenslotte worden vanuit het totaal aan metingen van 2002 tot en met 2005 met voorafgaande bemesting relaties afgeleid tussen stikstofoverschot en nitraatconcentratie voor klei en voor verschillende klassen van grondwatertrap op zand.



## 2. Materiaal en methoden

### 2.1. Beschrijving bedrijven en bemonstering grondwater

Binnen het Praktijknetwerk Telen met toekomst is op elf bedrijven het grondwater bemonsterd (Tabel 2.1). Alle bedrijven lagen op zandgrond. De meting van de waterkwaliteit is vergelijkbaar aan de aanpak binnen het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) van RIVM/LEI, maar met een grotere mate van detail. Per bedrijf werd op 48 locaties het grondwater bemonsterd in plaats van 16 zoals in het LMM. De bemonsteringen vonden plaats in de maanden mei tot en met juli. Voor een beschrijving van de gehanteerde werkwijze wordt verwezen naar Van den Berg & Pulleman (2003) en De Ruijter & Boumans (2005).

De grondwatertrap is bepaald volgens de bodemkaart (De Vries & Denneboom, 1992). Voor de drie bedrijven die in eerdere jaren aan het project Telen met toekomst deelnamen is in 2003 in het veld per meetpunt de grondwatertrap vastgesteld. Grondwatertrap GtVI komt het meest voor, gevolgd door de klasse droog en de klasse nat. Grondwatertrap GtIV komt weinig voor bij de elf bedrijven.

Het voorkomen van veenlaagjes is ook bekeken bij de vaststelling van de grondwatertrap in het veld. Een veenlaagje is gedefinieerd als ergens in het profiel een laagje van minstens vijf cm dik met meer dan 35% organische stof. Van de bedrijven die voor het eerst in 2005 gemeten zijn is het voorkomen van veenlaagjes geregistreerd bij de bemonstering van grondwater. Meer dan de helft van de veenlaagjes komt voor binnen de grondwatertrapklasse nat.

Tabel 2.1. *Bedrijven binnen het praktijknetwerk Telen met toekomst met de verdeling van de meetpunten over verschillende klassen van grondwatertrap en het percentage meetpunten met veenlaagjes*

Sector	Regio	Code	Grondwatertrap <sup>1</sup>				Veenlaagjes <sup>2</sup>
			nat	GtIV	GtVI	droog	
Akkerbouw	Drente	Ak02	6	0	33	60	0
	Brabant (oost)	Ak09	8	33	46	13	0
	Groningen	Ak16	35	0	65	0	21
	Limburg	Ak17	13	0	75	13	6
Bloembollen	Friesland	Bl07	56	0	44	0	0
Bomen	Limburg	Bo06	19	0	27	54	0
	Brabant (west)	Bo07	23	0	60	17	10
Vollegrondsgroenten	Limburg	Vg09	16	0	31	53	0
	Brabant (west)	Vg11	0	0	8	92	4
	Brabant (west)	Vg12	56	0	44	0	23
	Brabant (oost)	Vg13	0	0	38	62	0

<sup>1</sup> Procentuele verdeling van de meetpunten over de vier klassen van grondwatertrap. De indeling in klassen is als volgt: nat (GtII, GtIII en GtV), GtIV, GtVI en droog (GtVII en GtVIII). Als richtlijn bij de indeling in klassen is de gemiddelde hoogste wintergrondwaterstand genomen, in cm beneden maaiveld: nat <40, GtIV 45-65, GtVI 40-80 en droog ≥80.

<sup>2</sup> Percentage van de meetpunten met een veenlaagje van vijf cm dikte of meer.

## 2.2. Bemestingsgegevens en Nmin-najaar

De aanvoer van meststoffen is geregistreerd door de telers. Voor berekening van de totale aanvoer van nutriënten werd naast deze aanvoer via bemesting wordt ook de aanvoer via hulpstoffen (bijv. stro), zaaizaad en plantgoed meegerekend, evenals de aanvoer via atmosferische depositie en via stikstofbinding door vlinderbloemigen. De afvoer van nutriënten werd door de telers geregistreerd door de gewasopbrengst te registreren. Bij de verwerking van alle gegevens in de database Farm (Spruijt-Verkerke & Van Asperen, 2001) zijn de fysieke hoeveelheden hulpstoffen, zaaizaad, plantgoed en gewasopbrengst vermenigvuldigd met standaard nutriëntengehaltes per product om de aan- en afvoer van nutriënten te berekenen. Voor een gedetailleerde beschrijving van de verwerking van de data en de daarbij gebruikte bronnen wordt verwezen naar De Ruijter & Boumans (2005).

In het voorliggende rapport worden de volgende bemestingsvariabelen bekeken:

- Stikstofoverschot op de totale balans: hierbij is het verschil berekend tussen de totale aanvoer en totale afvoer van stikstof van 1 januari t/m 31 december.
- Overschot op de balans van minerale stikstof: hierbij is het verschil berekend tussen de aanvoer en afvoer van stikstof in minerale vorm in het profiel. Dit is stikstof die tussen 1 januari en 31 december beschikbaar komt uit organische mest of groenbemesters, of juist wordt vastgelegd gewas of groenbemester.
- Nmin-najaar, gemeten in de periode oktober/november in de laag 0-90 cm.

## 2.3. Statistische analyse

Gemiddelden per bedrijf en jaar zijn berekend voor alle bedrijven die bemonsterd zijn in de periode 2002 tot en met 2004 en in 2005. Om te zien of de metingen van 2005 afwijken van die welke in de eerdere jaren gedaan zijn, is eerst een selectie gemaakt voor de bedrijven op zandgrond. Daarna is via lineaire regressie het verband bekeken tussen nitraatconcentratie in het grondwater en het stikstofoverschot op de totale balans of de Nmin-najaar van het voorgaande jaar. Vervolgens is gekeken of meetjaar een significante invloed had op de residuen van dit verband.

De relatie tussen nitraatconcentratie in het grondwater en het stikstofoverschot is bepaald voor kleigrond, en voor zandgrond in drie verschillende klassen van grondwatertrap: nat, GtIV+GtVI en droog. Hierbij is eerst geselecteerd op de monsterpunten voor de betreffende grondsoort en grondwatertrap. Vervolgens is per jaar vanuit de geselecteerde monsterpunten een bedrijfsgemiddelde berekend. Tenslotte is over de jaren heen per bedrijf een gemiddelde berekend. Deze gemiddelden zijn gebruikt in lineaire regressie door de oorsprong, waarbij zowel regressie van nitraat op stikstofoverschot als regressie van stikstofoverschot op nitraat is gedaan. Het gemiddelde van beide regressies is genomen als maat voor de relatie tussen nitraatconcentratie in het grondwater en het stikstofoverschot.

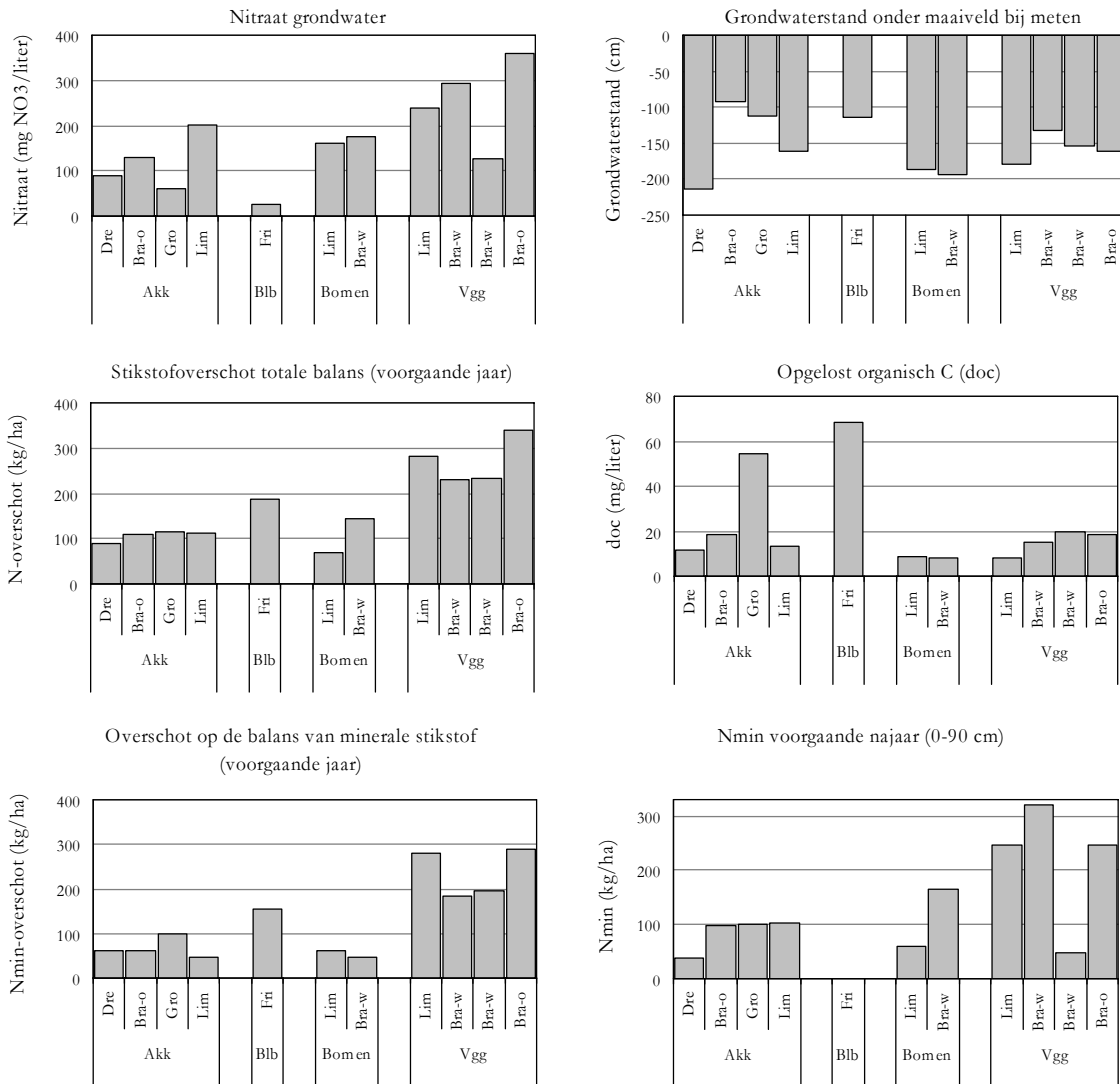
## 3. Resultaten en discussie

### 3.1. Grondwaterkwaliteit 2005 en bemesting 2004

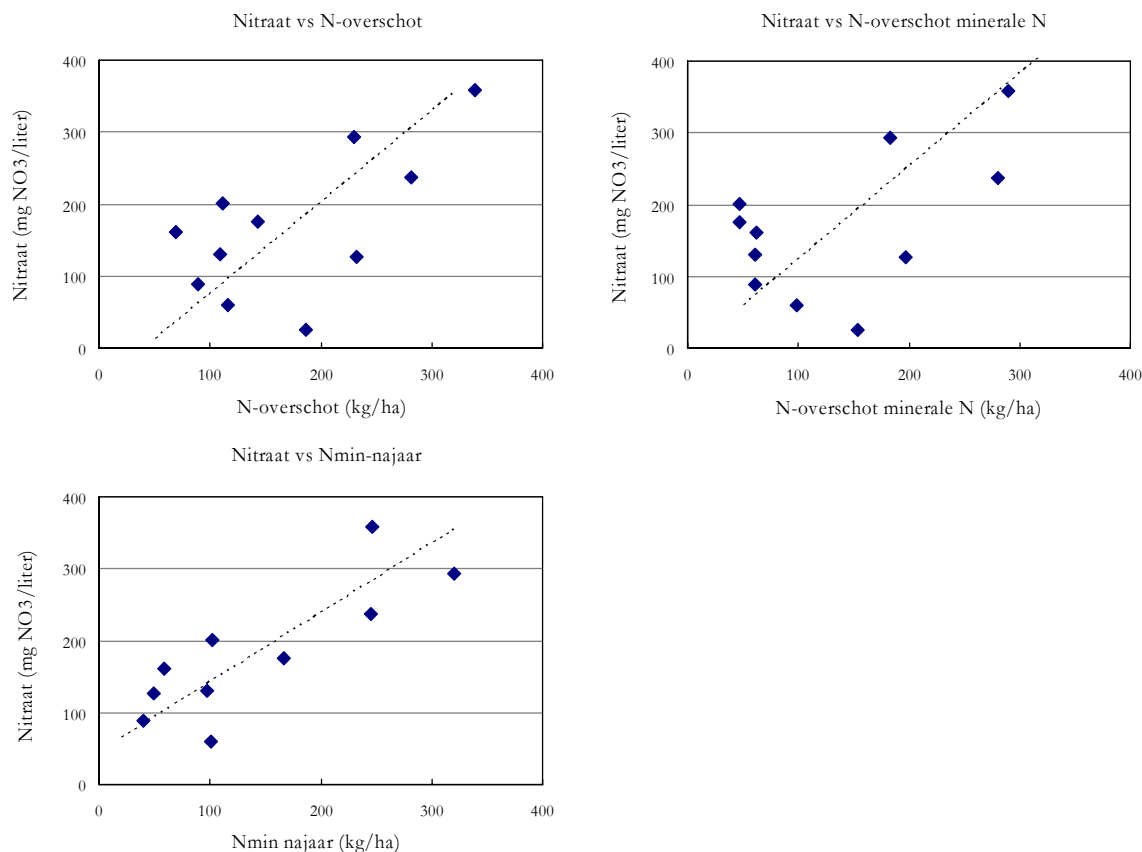
De nitraatconcentraties in het grondwater varieerden tussen 25 mg nitraat per liter voor het bollenbedrijf in Friesland en 358 mg nitraat per liter voor het vollegrondsgroentenbedrijf in oost Brabant (Figuur 3.1). Figuur 3.1 geeft ook een overzicht van de stikstofoverschotten op de elf bedrijven, naast de overschotten op de balans van minerale N en de Nmin-najaar. De relatie tussen nitraat en deze bemestingsvariabelen is te zien in Figuur 3.2. Er is een duidelijk verband tussen bemesting en nitraatconcentratie. Dit verband is het duidelijkst bij Nmin-najaar. Dit sluit aan bij de eerdere metingen binnen Telen met toekomst waarbij van de bemestingsvariabelen Nmin-najaar het best correleerde met de nitraatconcentratie (De Ruijter & Boumans, 2005). Statische analyse gaf aan dat de relaties voor 2005 niet duidelijk afweken van die van de eerdere jaren.

Naast bemesting heeft de grondwatertrap en het voorkomen van veenlaagjes effect op de nitraatconcentratie (De Ruijter & Boumans, 2005). Afwijkingen van het gemiddelde in Figuur 3.2 zijn grotendeels te verklaren vanuit de grondwatertrap en het voorkomen van veenlaagjes (vgl. met Tabel 2.1 en Figuur 3.1). Een hoge grondwaterstand (grondwatertrap 'nat') en veenlaagjes verhogen de hoeveelheid opgelost organisch C (doc) in het grondwater en daarmee de denitrificatie, en verlagen dus de nitraatconcentratie. De hoge doc-concentraties bij Akk-Gro en Blb-Fri (Figuur 3.1) vallen samen met de klasse van grondwatertrap nat en het voorkomen van veenlaagjes. Bedrijf Vgg-Bra-w heeft echter ook een hoog aandeel nat en veenlaagjes, maar er worden geen hoge doc-concentraties gemeten. Hoe dit komt is niet duidelijk. De nitraatconcentratie in het grondwater is op dit bedrijf wel relatief laag.

De concentraties Totaal-P in het grondwater waren in 2005 meestal onder de detectiegrens van 0.06 mg P/l. Op drie van de elf bedrijven werden concentraties boven de detectiegrens gevonden. De bedrijfs-gemiddelde waarden waren voor Akk-Bra-o 0.235 mg/l, voor Vgg-Bra-o 0.125 mg/l en voor Blb-Fri 0.023 mg/l. Bij de middeling zijn waarden onder de detectiegrens als 0 mg/l beschouwd. Deze waarden vallen binnen de norm van 0.4 mg P/l voor grondwater van zandgrond.



Figuur 3.1. Nitraat grondwater, grondwaterstand bij de nitraatmeting, opgelost organisch C in grondwater en de bemestingsvariabelen stikstofoverschot op de totale balans, overschot op de balans van minerale stikstof en de Nmin in het najaar.



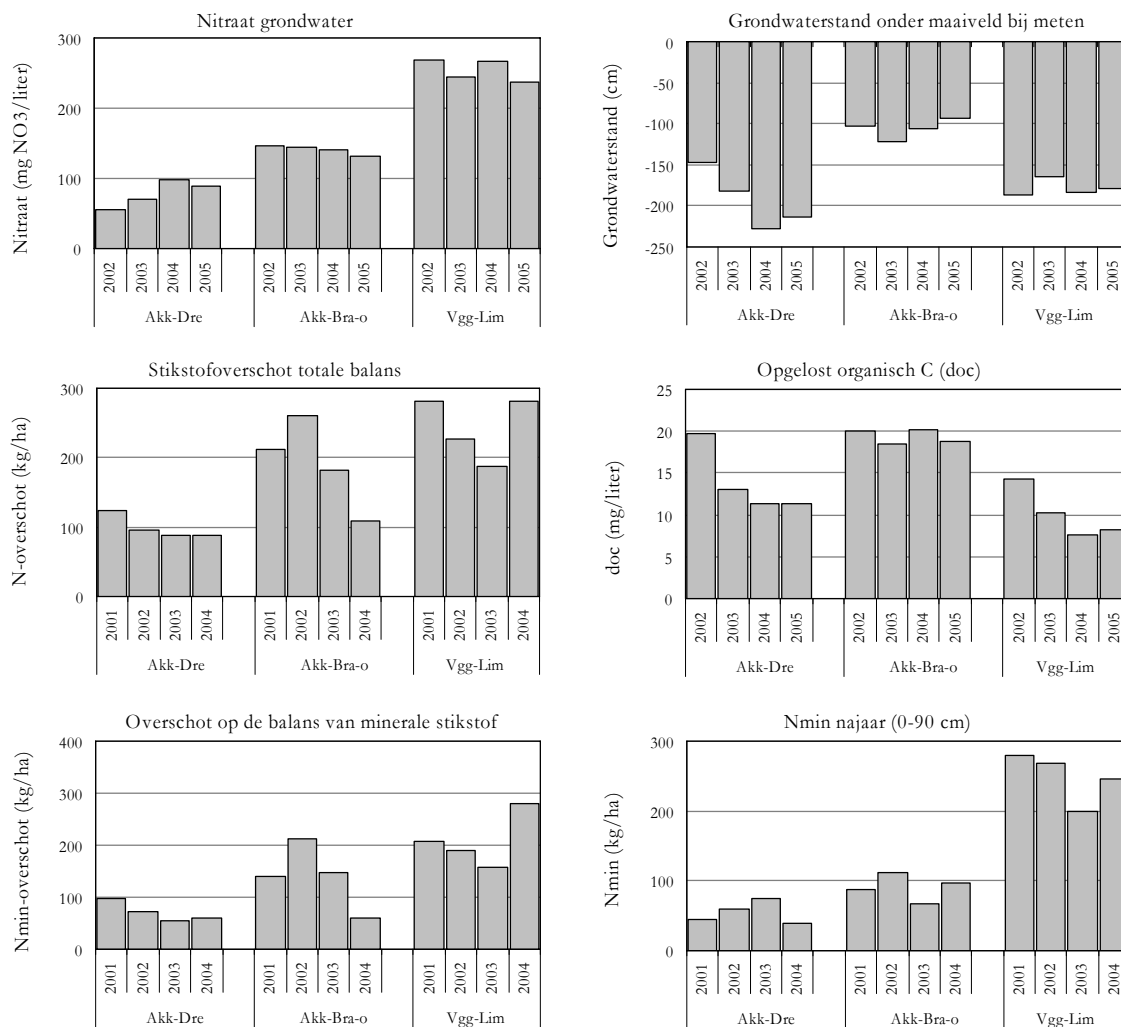
Figuur 3.2. Relatie tussen nitraat in het grondwater (mg/l) en bemestingsvariabelen van het voorgaande jaar: stikstofoverschot, berekende stikstofoverschot op een balans van minerale N en de Nmin-najaar.

### 3.2. Verloop in bemesting en nitraat tussen 2002 en 2005 op drie bedrijven

Op drie bedrijven is nu vier jaar achtereen het grondwater bemonsterd. Figuur 3.3 geeft het verloop van de nitraatconcentratie in het grondwater, de grondwaterstand bij meten, de concentratie opgelost organisch C (alleen voor de jaren van bemonstering van het grondwater), en het stikstofoverschot en de Nmin-najaar (de jaren voorafgaand aan bemonstering van het grondwater).

De concentratie van nitraat in het grondwater vertoont geen duidelijke trend. Bij Akk-Dre lijkt er een kleine toename over de jaren te zijn, bij de andere twee bedrijven een kleine afname. Bij Akk-Dre gaat de toename van nitraat grondwater gepaard met een afname van het stikstofoverschot. Dit is onverwacht, maar de Nmin-najaar vertoont wel hetzelfde beeld als nitraat grondwater: een geleidelijke toename van 2002 tot 2004 en weer een iets lagere waarde in 2005. Kennelijk is het hier niet zozeer de bemesting, of het stikstofoverschot, dat de verschillen in nitraat grondwater verklaard, maar zijn het andere factoren die via de Nmin-najaar werken. Dit kan bijvoorbeeld een effect zijn van het weer op de mate van mineralisatie. Een ander opvallend punt bij Akk-Dre is de lagere grondwaterstand bij meten in 2004 en 2005. Deze lagere grondwaterstand gaat ook gepaard met verschillen in opgelost organisch C en kan dus verschillen geven in denitrificatie.

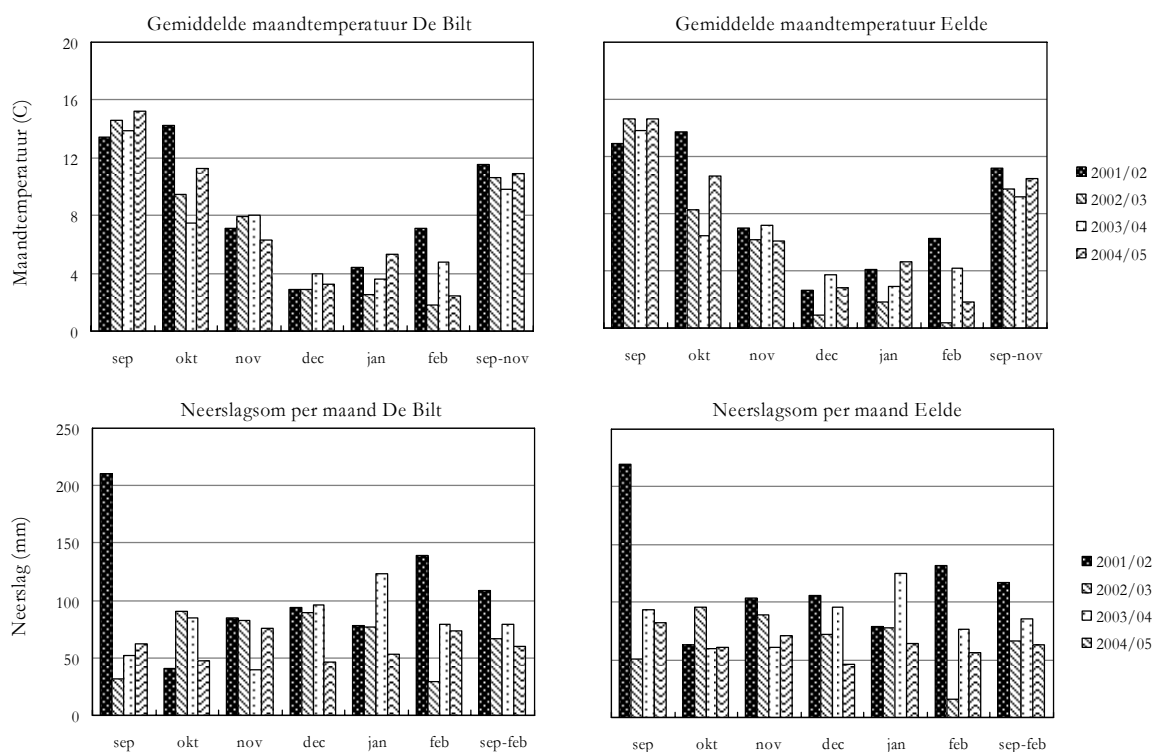
Bij Akk-Bra-o en Vgg-Lim gaat de kleine dalende trend gepaard met een afname van het stikstofoverschot. De verschillen in nitraat grondwater tussen de jaren zijn echter klein, en binnen de bedrijven is er niet echt een duidelijk verband tussen de hoogte van het stikstofoverschot en de nitraatconcentratie. De grote verschillen in bemesting tussen de jaren worden ook niet duidelijk teruggevonden in de Nmin-najaar. Net als bij Akk-Dre wordt de Nmin-najaar door meer factoren beïnvloedt dan alleen het stikstofoverschot. Mocht echter temperatuur hierin de belangrijkste factor zijn dan wordt voor de drie bedrijven een vergelijkbaar effect op de Nmin-najaar verwacht. Op de bedrijven Akk-Bra-o en Vgg-Lim heeft nitraat grondwater geen beter verband met Nmin-najaar dan met het stikstofoverschot.



Figuur 3.3. Nitraat grondwater, grondwaterstand bij de nitraatmeting, opgelost organisch C in grondwater voor de grondwatermetingen van 2002 t/m 2005 en de bemestingsvariabelen stikstofoverschot op de totale balans, overschot op de balans van minerale stikstof en Nmin-najaar van 2001 t/m 2004 voor de drie bedrijven waarvan het grondwater gedurende vier achtereenvolgende jaren is bemonsterd.

Gemiddelde maandtemperatuur en neerslagsom per maand is weergegeven in Figuur 3.4. Temperatuur in het najaar beïnvloedt de mineralisatie, en de hoeveelheid neerslag heeft invloed op de mate van verdunning en op omstandigheden waaronder denitrificatie optreedt. Deze weersfactoren beïnvloeden dus de nitraatconcentratie in het grondwater. Het effect van neerwaarts transport met het neerslagoverschot is nagerekend met bodemsimulatiesoftware (ONZAT) en weersgegevens van het KNMI in 16 weersdistricten. De berekeningen zijn gedaan voor een standaard situatie (gras op dekzand) maar de opgeleverde waarden gaven geen verklaring voor gevonden verschillen in nitraatconcentraties (data niet getoond). Mogelijk is de berekeningswijze te algemeen, of komt het doordat er verschillende weerseffecten tegelijkertijd door elkaar heen spelen. Het lijkt erop dat er geen eenvoudige conclusie te trekken is over de invloed van het weer op de nitraatconcentratie en het verloop over de vier meetjaren.





Figuur 3.4. Gemiddelde maandtemperatuur (graden celsius) en neerslagsom per maand (mm) voor de KNMI-stations De Bilt en Eelde voor de maanden september t/m februari van de jaren 2001 t/m 2004 ([www.knmi.nl](http://www.knmi.nl)). Sep-nov is gemiddelde van de maanden september t/m november, sep-feb is gemiddelde van de maanden september t/m februari.

### 3.3. Relatie tussen nitraat en stikstofoverschot

De relatie tussen nitraatconcentratie in het grondwater en stikstofoverschot is via regressie bepaald voor kleigrond, en voor zandgrond in drie grondwatertrapklassen: 'nat', 'GtIV+GtVI' en 'droog' (Tabel 3.1). Nitraatconcentraties bij een bepaald stikstofoverschot zijn het hoogst bij droog zand. Opvallend is dat voor nat zand en de grondwatertrappen GtIV+GtVI hetzelfde verband gevonden wordt. Bij kleigrond tenslotte leidt het stikstofoverschot tot relatief weinig nitraat. Schröder *et al.* (2005) geven voor beide grondsoorten en de grondwatertrappen uitspoelingsfracties, neerslagoverschotten en toelaatbare overschotten om de norm van 50 mg NO<sub>3</sub>/liter te halen. Deze waarden zijn omgerekend naar de helling  $a$  in de relatie  $NO_3 = a * N\text{-overschot}$  (Tabel 3.1). Vergelijking van beide reeksen laat zien dat de hellingen voor GtIV+GtVI en voor droog zand redelijk overeenkomen. Bij kleigrond wordt een lagere helling gevonden in Telen met toekomst dan bij Schröder *et al.* (2005). Bij nat wordt in Telen met toekomst juist een hogere helling gevonden. Waar deze verschillen door veroorzaakt zijn is niet bekend. Wat mee kan spelen is dat er in de dataset van Telen met toekomst slechts vijf kleibedrijven zaten. Daarnaast is de range van stikstofoverschotten en nitraatconcentraties op zandgrond in de dataset van Telen met toekomst groter dan de range in de dataset zoals beschreven in Schröder *et al.* (2005).

Tabel 3.1. *Relatie tussen nitraat in het bovenste grondwater (mg NO<sub>3</sub>/liter) en het stikstofoverschot (kg/ha) per grondsoort en grondwatertrap zoals bepaald uit data van Telen met toekomst en vergeleken met data afgeleid uit Schröder et al. (2005).  
Relatie is weergegeven als de helling  $a$  in  $NO_3 = a * N\text{-overschot}$ .*

Grondsoort	Grondwatertrap	Telen met toekomst	Schröder et al. (2005)
Klei	-	0.11	0.35
Zand	Nat	0.81	0.57
	GtIV + GtVI	0.81	0.77
	Droog	1.01	1.04

### 3.4. Vervolgonderzoek

De relaties tussen nitraatconcentraties in het grondwater en stikstofoverschot of Nmin-najaar zijn duidelijk aangetoond. De conclusies zijn gebaseerd op verschillen tussen bedrijven, waarbij in de statistische analyse van de data van 2002 tot en met 2004 is gecorrigeerd voor grondwatertrap en het voorkomen van veenlaagjes (De Ruijter & Boumans, 2005). Bij de metingen van 2005 was de relatie tussen nitraatconcentratie en stikstofoverschot of Nmin van het voorgaande jaar ook zonder correctie op grondwatertrap of veenlaagjes duidelijk te zien.

De volgende vraag is in hoeverre de relaties tussen nitraatconcentraties in het grondwater en stikstofoverschot ook binnen een bedrijf aantoonbaar zijn. Veranderingen in stikstofbemesting hoeven niet direct zichtbaar te worden in de nitraatconcentraties in het grondwater omdat buffering via de pool aan bodemorganische stof nog een rol speelt. Wanneer het stikstofoverschot wordt verlaagd door de aanvoer via organische mest te verlagen, kan het zijn dat de 'oude kracht' van de bodem nog een aantal jaren zorgt voor voldoende mineralisatie en stikstofbeschikbaarheid. Effecten op nitraatconcentratie in het grondwater zijn dan pas na enkele jaren te zien. Daarnaast zal dan na enkele jaren ook de bemesting weer aangepast moeten worden omdat de levering vanuit de bodem terugloopt.

Vervolgmetingen van grondwater zouden gericht moeten zijn op het beantwoorden van de vraag: 'Hoe lang duurt het voordat verandering van bemesting (stikstofoverschot) effect heeft op de nitraatconcentratie van het grondwater?'. Hiervoor zijn bedrijven nodig die na eerdere metingen van grondwaterkwaliteit de bemesting hebben aangepast. Onder het nieuwe mestbeleid met het gebruiksnormenstelsel zal dit voornamelijk bij bedrijven nodig zijn die gewassen telen die als milieukritisch zijn aangemerkt. Dit zijn vooral vollegrondsgroentegewassen, en in de eerdere metingen van grondwater werden op vollegrondsgroentebedrijven ook de hoogste nitraatconcentraties gevonden.

## 4. Conclusies

- Voor 2005 is er een duidelijke relatie gevonden tussen de nitraatconcentratie in het grondwater en het stikstofoverschot op de totale balans van het voorgaande jaar, en met de Nmin (0-90 cm) van het voorgaande najaar.
- De invloed van grondwatertrap en het voorkomen van veenlaagjes is ook in 2005 te zien. Dit is analoog aan de resultaten van de eerste fase van het project Telen met toekomst.
- De relatie tussen nitraatconcentratie in het grondwater en stikstofoverschot of Nmin-najaar van het voorgaande jaar is alleen zichtbaar wanneer naar verschillen tussen bedrijven gekeken wordt. Wanneer op één bedrijf over meerdere jaren wordt gekeken dan zijn verschillen in bemesting niet direct terug te zien in verschillen in nitraatconcentratie.
- Oorzaken voor bovenstaande waarneming liggen in de beperkte verandering van bemesting, verschillen tussen jaren in het weer (temperatuur, neerslagoverschot) en een bufferende werking van de stikstofvoorraad in de bodemorganische stof.
- De relatie tussen stikstofoverschot en nitraatconcentratie in het grondwater voor klei en verschillende klassen van grondwatertrap op zand komt redelijk overeen met die welke gevonden zijn voor akkerland door het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid.
- Vervolgonderzoek zou zich kunnen richten op bepaling van de snelheid van verandering in nitraatconcentratie na verlaging van het stikstofoverschot.



## Referenties

De Ruijter, F.J. & L.J.M. Boumans, 2005.

Waterkwaliteit op open teelt bedrijven en de relatie met bodem- en bemestingsvariabelen.

Resultaten van het project Telen met toekomst, 2000-2004. Rapport Telen met toekomst OV0501.

40 p. + 10 p. bijl. (<http://library.wur.nl/way/bestanden/clc/1764421.pdf>)

De Vries, F. & Denneboom, J., 1992.

De digitale bodemkaart van Nederland, Technisch document no. 1, Staring Centrum-DLO,

Wageningen.

Schröder J.J., H.F.M. Aarts, J.C. van Middelkoop, M.H.A. de Haan, R.L.M. Schils, G.L. Velthof, B. Fraters & W.J. Willems, 2005.

Limits to the use of manure and mineral fertilizer in grass and silage maize production in

The Netherlands, with special reference to the EU Nitrates Directive. Plant Research

International, Wageningen, Rapport 93, 48 p.

Spruijt-Verkerke, J. & P. van Asperen, 2001.

FARM; standaardisatie van gegevensverwerking bij bedrijfssystemen. Agro informatica jaargang 14 (2001) nr. 3. blz. 3-5.

Van den Berg, M. & M.M. Pulleman, 2003.

Kwaliteit van grond- en oppervlaktewater in het project Telen met toekomst 2002. Telen met toekomst OV0303, Plant Research International, Wageningen, 48 pp. + 48 p. bijl.

(<http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/680000002.pdf>)



# Reeds verschenen externe rapporten

## Telen met toekomst

39. Kan de akkerbouw en groenteteelt op zandgrond voldoen aan de nitraatnorm? Resultaten Experimenteel Onderzoek op de Kernbedrijven Vredepeel en Meterik. A.L. Smit, J.J. de Haan & K.B. Zwart. Rapport OV 0502, 2005.
38. Waterkwaliteit op open teelt bedrijven en de relatie met bodem- en bemestingsvariabelen. Resultaten van het project Telen met toekomst, 2000-2004. F.J. de Ruijter & L.J.M. Boumans. Rapport OV 0501, 2005
37. Stikstofstromen op de kernbedrijven Vredepeel en Meterik. De grondwaterkwaliteit gemeten van 2001 tot 2004. Annemieke Smit, Kor Zwart & Jan van Kleef. Rapport OV 0416, 2004.
36. Kernbedrijf Meterik; Resultaten eerste fase. A.L. Smit & J.J. de Haan (eds.). Rapport OV 0415, 2004.
35. Variatie in afvoer nutriënten binnen Telen met toekomst; een verkenning bij consumptie-aardappelen en prei. J.W.A. Langeveld & P.W.J. Uithol. Intern rapport, 2004.
34. Organische stofopbouw en N-mineralisatie: op kernbedrijven; verfijning model MINIP. R. Postma & T.A. van Dijk. Rapport OV 0414, 2004.
33. Organische stofopbouw en N-mineralisatie; praktijktoepassing van een verbeterd model. R. Postma, T.A. van Dijk & A.G.G. van der Weijden. Rapport OV 0413, 2004.
32. Afvoer van gewasresten ter beperking van stikstofverliezen. Bureaustudie naar de effecten op de stikstofbalans, mineralisatie en organische stof. F.J. de Ruijter & R. Postma. Rapport OV 0412, 2004.
31. Kernbedrijf Vredepeel. Resultaten eerste fase. J.W.A. Langeveld & A.L. Smit. Rapport OV 0411, 2004.
30. Stikstofopnamecurven voor akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Doorrekenen van de gewasrotaties op de kernbedrijven Vredepeel en Meterik van Telen met toekomst. A.A. Pronk & K. Groenwold. Rapport OV 0410, 2004.
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. R. Postma & 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. Fosfaatkarakteristieken 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. 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'. Remmie 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, Remmie 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 Enckevort, W. van Dijk, A.A. Pronk, J. de Haan & R. Booij, 2000.





