

# Het nitraatbeleid: de wetenschap, de sector en het beleid

Nationaal symposium over normen, onderzoeksresultaten en praktijk, met speciale aandacht voor melkveehouderij op zandgrond

H. van Keulen & J. Oenema (Eds)

Plant Research International B.V., Wageningen

Praktijkonderzoek Veehouderij

Centrum voor Landbouw en Milieu (CLM)

De Marke

april 2001

Rapport 30

Rapport 198

CLM 490-2001

Rapport 30

© 2001 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.

### **Plant Research International B.V.**

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen  
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen  
Tel. : 0317 - 477000  
Fax : 0317 - 418094  
E-mail : [post@plant.wag-ur.nl](mailto:post@plant.wag-ur.nl)  
Internet : <http://www.plant.wageningen-ur.nl>

### **Praktijkonderzoek Veehouderij**

Adres : Runderweg 6, Lelystad  
: Postbus 2176, 8203 AD Lelystad  
Tel. : 0320 - 293211  
Fax : 0320 - 241584  
E-mail : [info@pv.agro.nl](mailto:info@pv.agro.nl)  
Internet : <http://www.pv.wageningen-ur.nl>

### **Centrum voor Landbouw en Milieu**

Adres : Amsterdamsestraatweg 877, Utrecht  
: Postbus 10015, 3505 AA Utrecht  
Tel. : 030 - 2441301  
Fax : 030 - 2441318  
E-mail : [clm@clm.nl](mailto:clm@clm.nl)  
Internet : <http://www.clm.nl>

# Inhoudsopgave

	pagina
Voorwoord	1
Samenvatting	3
Het mineralenbeleid in Nederland en het nitraatbeleid binnen de EU	3
Nitraat in het bovenste grondwater van 'De Marke' en van andere bedrijven	4
Stikstofbeheer op 'De Marke'; bedrijfssysteem, doelen en resultaten	4
De stikstofhuishouding van bodem en gewas en de invloed daarvan op het nitraatgehalte van het grondwater van 'De Marke'	5
Economie milieumaatregelen 'De Marke' anno 1999: Een modelmatige vergelijkende studie	7
Graslandgebruik en stikstofbemesting op 'De Marke': mogelijkheden voor vermindering van nitraatuitspoeling?	8
Extrapolatie van de resultaten van 'De Marke' naar andere zandgronden	9
Extrapolatie van de resultaten van 'De Marke' via prototypering in 'Koeien & Kansen'	9
Bouwstenen voor beleid	10
1. Het mineralenbeleid in Nederland en het nitraatbeleid binnen de EU	13
<i>P.L.C.M. Henkens</i>	
1.1 Inleiding	13
1.2 Het 'oude' mestbeleid	13
1.3 De EU-Nitraatrichtlijn	16
1.4 Noodzaak tot bijstelling van het mestbeleid	17
1.5 Het 'nieuwe' mestbeleid	21
1.5.1 Regulering van het gebruik van dierlijke mest en kunstmest	21
1.5.2 Verhoging van de heffingen	24
1.5.3 Regulering van de productie van dierlijke mest: stelsel van mestafzetovereenkomsten	25
1.6 Discussiepunten met de Europese Commissie over het mestbeleid	26
2. Nitraat in het bovenste grondwater van 'De Marke' en van andere bedrijven	29
<i>L.J.M. Boumans, B. Fraters &amp; G. van Drecht</i>	
2.1 Inleiding	29
2.1.1 Algemeen	29
2.1.2 Stikstofuitspoeling, nitraatuitspoeling en nitraatconcentratie	31
2.1.3 Voorafgaand onderzoek op 'De Marke'	32
2.1.4 Doel van het LMM grondwateronderzoek op 'De Marke'	32
2.2 Meten en rekenen	32
2.2.1 Meten	32
2.2.2 Rekenen	36
2.3 Resultaten	38
2.3.1 'De Marke' en vijf MDM-bedrijven	38
2.3.2 'De Marke' en representatieve bedrijven	38

2.4	Discussie	39
2.4.1	Invloed indexconcentratie en kaart-Gt	39
2.4.2	Invloed indexconcentratie en grondwaterstand	40
2.4.3	Verschillen tussen jaren op 'De Marke'	40
2.5	Conclusies	41
3.	Stikstofbeheer op 'De Marke'; bedrijfssysteem, doelen en resultaten <i>G.J. Hilhorst &amp; J. Oenema</i>	43
3.1	Inleiding	43
3.1.1	Doelstelling 'De Marke'	43
3.2	Bedrijfssysteem	44
3.2.1	Veestapel	44
3.2.2	Voeding	45
3.2.3	Grondgebruik	46
3.2.4	Bemesting	48
3.2.5	Gewasopbrengsten	48
3.2.6	Vanggewas	50
3.3	Stikstofstromen	50
3.3.1	Bedrijfsniveau	50
3.3.2	Componenten VEE en MEST	52
3.3.3	Componenten BODEM en GEWAS	53
3.4	Overige milieuresultaten	55
3.5	Conclusies	56
4.	De stikstofhuishouding van bodem en gewas en de invloed daarvan op het nitraat- gehalte van het grondwater van 'De Marke' <i>H.F.M. Aarts, J.G. Conijn &amp; W.J. Corré</i>	57
4.1	Inleiding	57
4.2	Opzet bodem/gewassysteem	57
4.3	N-huishouding bodem en gewas	59
4.3.1	De stikstofbalans van het bodem/gewassysteem	59
4.3.2	De stikstofbalans van onderdelen van het bodem/gewassysteem	60
4.3.3	Bodemprocessen	61
4.4	Nitraat in het bovenste grondwater	64
4.5	Optimaliseren van het bodem/gewassysteem	66
4.6	Betekenis van de resultaten voor de melkveehouderij op zandgrond	68
5.	Economie milieumaatregelen 'De Marke' anno 1999; een modelmatige vergelijkende studie <i>M.H.A. de Haan</i>	69
5.1	Inleiding	69
5.2	Basisbedrijf en milieumaatregelen	70
5.2.1	Algemeen	70
5.2.2	Gewassen	71
5.2.3	Rantsoen	72
5.2.4	Economie en MINAS basisbedrijf	74
5.2.5	Milieumaatregelen	75
5.3	Effect maatregelen	77
5.3.1	Afzonderlijke maatregelen	79
5.3.2	Overzicht effecten	84
5.4	Discussie en conclusies	85
5.4.1	Discussie	85
5.4.2	Conclusies	86

6.	Een analyse van graslandgebruik op 'De Marke' 1997-2000	89
	<i>Th. V. Vellinga &amp; G.J. Hilhorst</i>	
6.1	Inleiding	89
6.2	Werkwijze	89
6.2.1	Verminderen nitraatuitspoeling	90
6.2.2	Opbrengst van grasland	90
6.2.3	Graslandverbetering en wisselbouw	90
6.3	Analyse voor nitraatuitspoeling	91
6.3.1	Stikstofjaargift	91
6.3.2	Opbrengst per snede, bijbehorende bemesting en stikstofgehalte	92
6.3.3	Groeidagen voor weide- en maaisneden	96
6.3.4	Beweiding van melkvee en jongvee	98
6.3.5	Graslandverbetering en wisselbouw	98
6.4	Analyse voor grasopbrengst	98
6.4.1	Doelmatigheid bemesting	98
6.4.2	Streefopbrengsten voor weiden en maaien	99
6.4.3	Gebruiksduur van de percelen	99
6.5	Discussie	100
6.6	Conclusies en aanbevelingen	105
7.	Extrapolatie van de resultaten van 'De Marke' naar andere zandgronden	107
	<i>M.J.D. Hack-ten Broeke</i>	
7.1	Inleiding	107
7.2	Monitoring van vochthuishouding en nitraatconcentraties in de periode 1991-1995 en de daaruit berekende uitspoeling	108
7.3	Simulatiemodellen	109
7.3.1	Modelcalibratie en -validatie	109
7.3.2	Beslisregels	110
7.3.3	Werkwijze berekeningen	111
7.3.4	Resultaten extrapolatie	112
7.4	Conclusies	114
8.	Extrapolatie van de resultaten van 'De Marke' via prototyping in 'Koeien & Kansen'	115
	<i>G.J. Koskamp, J. Oenema &amp; P.J. Galama</i>	
8.1	Inleiding	115
8.2	Materiaal en methoden	116
8.2.1	Onderzoeksmethode	116
8.2.2	Analyse Nederlandse melkveehouderij	117
8.2.3	Keuze 'Koeien & Kansen' -bedrijven	118
8.2.4	Methodiek MINAS	118
8.2.5	Communicatie	120
8.3	Resultaten	121
8.3.1	'De Marke'	122
8.3.2	'Koeien & Kansen'	123
8.4	Discussie	129
9.	Bouwstenen voor beleid	133
	<i>H.J. Westbroek</i>	
	Literatuur	137



# Voorwoord

Dit rapport is de weerslag van het **symposium 'Het nitraatbeleid: de wetenschap, de sector en het beleid'**, een nationaal symposium over normen, onderzoeksresultaten en praktijk, met speciale aandacht voor melkveehouderij op zandgrond, gehouden in Arnhem op 1 en 2 november 2000. Het symposium werd georganiseerd door Plant Research International, in samenwerking met het Centrum voor Landbouw en Milieu (CLM) en het Praktijkonderzoek Veehouderij (PV), met medewerking van de Ministeries van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieu, en de Land- en Tuinbouworganisatie Nederland.

Aanleiding voor het symposium was de voortdurende discussie over nitraat in de Nederlandse agrarische sector, de (landbouw)wetenschap en het beleid: er worden 'zekerheden' gepresenteerd, twijfels uitgesproken, standpunten verdedigd, protesten gehoord. Aan deze discussie nemen onderzoekers deel, hebben ondernemers standpunten, stelt de maatschappij eisen en neemt het beleid beslissingen.

Het symposium was er op gericht de betekenis na te gaan van recente onderzoeksresultaten voor het beleid en de sector.

## Het beleid

Een belangrijk onderwerp in de discussie rond melkveehouderij en milieu is de uitspoeling van stikstof (N) naar het grondwater in de vorm van nitraat. Nitraat vormt een bedreiging voor de volksgezondheid via de drinkwatervoorziening en tevens voor de natuur, waarin het grondwater via stroming en kwel weer aan de oppervlakte komt. Het Nederlandse milieubeleid is gericht op beperking van de nitraatuitspoeling tot een zodanig niveau dat wordt voldaan aan de Europese drinkwaternorm van 50 mg nitraat per liter grondwater (Bijdrage Henkens, Hoofdstuk 1). De kwaliteit van het grondwater wordt gevolgd in verschillende meetnetten via chemische analyse van het bovenste grondwater (Bijdrage Boumans *et al.*, Hoofdstuk 2).

## Probleem

Een probleem is dat Nederland nog niet heeft kunnen laten zien dat MINAS en het aanvullend beleid voor de uitspoelingsgevoelige zandgronden een waarneembaar effect hebben op N-overschotten en grondwaterkwaliteit. Duidelijke resultaten zijn nodig om de EU te overtuigen dat Nederland via haar eigen mineralenbeleid de beoogde grondwaterkwaliteit kan realiseren. Een ander punt van zorg is de handhaafbaarheid van MINAS. Bij de handhaafbaarheid van het mineralenbeleid spelen de technische haalbaarheid van een norm op een bedrijf, de economische haalbaarheid en de beleidsmatige haalbaarheid (controle en mogelijkheden voor ontduikingen) een rol.

## 'De Marke'

Het proefbedrijf voor Melkveehouderij en Milieu 'De Marke', onderdeel van het gelijknamige project, is in 1992 van start gegaan. De basis voor het project 'De Marke' werd gelegd in het midden van de jaren tachtig. Toen drong het besef door dat de melkveehouderij oorzaak was van ernstige milieuproblemen, met name door het weglekken van nitraat en fosfaat en de vervluchtiging van ammoniak. Eén van de doelstellingen van het project 'De Marke' (Bijdrage Hilhorst & Oenema, Hoofdstuk 3) is het uitvoeren, verder ontwikkelen en demonstrenen van een melkveebedrijf dat, op de meest nitraatuitspoelingsgevoelige zandgronden in Nederland, technisch voldoet aan de EU-norm voor drinkwater van 50 mg

nitraat  $l^{-1}$  in het bovenste grondwater (Bijdrage Aarts *et al.*, Hoofdstuk 4), met handhaving van een melkproductieniveau per hectare dat nodig is voor economische levensvatbaarheid (Bijdrage De Haan, Hoofdstuk 5).

## Bron van gegevens

Vanaf de start van het project 'De Marke' is door de betrokken onderzoeksinstituten Plant Research International, Centrum voor Landbouw en Milieu (CLM) en Praktijkonderzoek Veehouderij (PV) een schat aan gegevens verzameld. Het grootste deel van die gegevens is nu geanalyseerd en ze kunnen dienen als basis voor een discussie tussen verschillende belanghebbenden, met als centrale vragen:

- is het technisch mogelijk te voldoen aan de nitraatnorm, zoals door het beleid vastgelegd, binnen de Nederlandse melkveehouderij (Bijdragen Aarts *et al.*, Hoofdstuk 4; Vellinga & Hilhorst, Hoofdstuk 6),
- welke middelen hebben we tot onze beschikking om aan de norm te voldoen,
- hoe kunnen de resultaten van 'De Marke' helpen bij het beantwoorden van die vragen, en
- hoe kunnen de resultaten van 'De Marke' worden gebruikt voor het formuleren van aanbevelingen voor de praktijk en het beleid (Bijdragen Vellinga & Hilhorst, Hoofdstuk 6; Hack-ten Broeke, Hoofdstuk 7; Koskamp *et al.*, Hoofdstuk 8; Westhoek, Hoofdstuk 9)

Alle auteurs worden bedankt voor hun inzet bij de voorbereidingen van het symposium, die hebben geleid tot een succesvolle uitvoering, en voor hun bereidwillige medewerking bij het herzien van de manuscripten, waardoor deze symposiumbundel een up-to-date overzicht geeft van de stand van zaken rond de nitraatproblematiek op zandgronden in Nederland.

Graag willen we de 'externe' reviewers, G.J. Noij van Alterra, P.B.M. Berentsen van de Leerstoelgroep Bedrijfseconomie van Wageningen Universiteit, H.F.M. ten Berge, J.J. Schröder en J.W.A. Langeveld van Plant Research International en C.K. de Vries, projectleider van 'Koeien & Kansen', hartelijk bedanken voor hun medewerking.

Dank is ook verschuldigd aan de directies van Plant Research International, Centrum voor Landbouw en Milieu en Praktijkonderzoek Veehouderij, die hun medewerkers in de gelegenheid hebben gesteld bij te dragen aan het slagen van het symposium, en die daarnaast bereid waren de financiële risico's van de onderneming af te dekken. Ook de Ministeries van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieu worden bedankt voor hun medewerking.

Herman van Keulen & Jouke Oenema  
Business Unit Agrosysteemkunde,  
Plant Research International



# Samenvatting

## Het mineralenbeleid in Nederland en het nitraatbeleid binnen de EU

De mestproblematiek staat al vele jaren op de politieke agenda. Daarbij zijn zwaarwegende maatschappelijke belangen in het geding. Sedert 1984 worden in Nederland maatregelen getroffen om de belasting van het milieu door mest terug te dringen, om te kunnen voldoen aan de nationale en internationale milieudoelstellingen. Daarbij is steeds gekozen voor een gefaseerde aanpak, om de landbouwsector de gelegenheid te geven in te spelen op de strenger wordende milieueisen en te groeien naar een milieuverantwoorde wijze van produceren. Er zijn grote stappen in de goede richting gezet en de sector heeft daartoe behoorlijke inspanningen geleverd. Recente ontwikkelingen maken echter duidelijk dat, om te voldoen aan de internationale milieudoelstellingen - en in het bijzonder aan de EU-Nitraatrichtlijn -, een ingrijpende bijstelling van het mestbeleid onontkoombaar is.

Twee belangrijke ontwikkelingen vormden de directe aanleiding voor een vernieuwing en verdere aanscherping van het mestbeleid: de procedure door de Europese Commissie wegens onvoldoende implementatie van de Nitraatrichtlijn en de gerechtelijke procedures rondom de Wet Herstructurering Varkenshouderij.

De voorgestelde maatregelen zijn gericht op enerzijds de beperking van het gebruik van meststoffen en anderzijds de beperking van het volume aan geproduceerde dierlijke mest.

De sturing op de op landbouwbedrijven gebruikte hoeveelheid meststoffen geschiedt door middel van de fosfaatheffingen en de stikstofheffingen van MINAS.

Om te voldoen aan de Nitraatrichtlijn, moet Nederland waarborgen dat op bedrijfsniveau de dierlijke mestgift per hectare per jaar niet hoger is dan 170 kilogram stikstof. Alleen voor de periode tot 20 december 2002 is een mestgift van 210 kilogram stikstof per ha toegestaan. Een hogere gift dan 170, respectievelijk 210 kilogram stikstof per ha kan door middel van derogatie worden toegestaan, als daarmee geen afbreuk wordt gedaan aan het bereiken van de doelstellingen van de richtlijn en als deze mestgift kan worden gemotiveerd aan de hand van objectieve criteria.

Met betrekking tot de productie van dierlijke mest heeft de regering gekozen voor een integrale aanpak en besloten tot invoering van een zogenoemd stelsel van mestafzetovereenkomsten voor alle veehouderijsectoren. In dat stelsel wordt de omvang van de mestproductie die op een veehouderijbedrijf mag plaatsvinden direct afhankelijk gesteld van de toedienings- en afzetmogelijkheden die voor die mest bestaan, gegeven de normen van de Nitraatrichtlijn. Voor zover de veehouder over onvoldoende eigen grond beschikt om zijn mest af te zetten, moet hij zich voorafgaand aan de productie, door middel van zogenoemde mestafzetovereenkomsten, verzekeren van voldoende afzetmogelijkheden voor de te produceren mest.

In het, met redenen omkleed, advies van de Europese Commissie is één van de belangrijke bezwaren dat de heffingen van MINAS niet voldoende hoog zijn om naleving van de voorschriften van de richtlijn te waarborgen. De Commissie verlangt in feite, dat de heffingen een prohibitief karakter hebben.

De discussiepunten van de Nederlandse regering met de Europese Commissie over het mestbeleid hebben vooral betrekking op de flexibiliteit en de interpretatieruimte die de Nitraatrichtlijn biedt. Een deel van de kritiek richt zich op het nog steeds niet van kracht zijn van al aangekondigde regelgeving, met name ten aanzien van de opslag en het gebruik van dierlijke mest en kunstmest. Deze kritiek is ondervangen als de betreffende regelgeving daadwerkelijk in werking is getreden.

Een tweede punt dat veel discussie oproept, zowel tussen de Nederlandse regering en de Europese Commissie als binnen Nederland, is de norm van 50 mg nitraat per liter in het grondwater in relatie tot de Nitraatrichtlijn. Het betreft hier de onderbouwing van de norm, en de diepte waarop deze norm wordt toegepast. Dit is relevant, omdat de Commissie zowel de doeltreffendheid van het Nederlandse beleid aan deze doelstelling toetst, als de gerechtvaardigheid van de derogatie.

Een derde punt van discussie is de mededeling die de Nederlandse regering aan de Europese Commissie heeft gedaan, dat zij voor grasland een derogatie van de maximale stikstofgift met dierlijke mest zal toepassen, namelijk in 2003, 250 kg stikstof als dierlijke mest per hectare en niet 170 kg, zoals de Nitraatrichtlijn primair stelt.

## **Nitraat in het bovenste grondwater van 'De Marke' en van andere bedrijven**

Het mestbeleid heeft onder andere tot doel de stikstofoverschotten in de landbouw te verminderen zodat de stikstofverliezen naar het grond- en oppervlaktewater zullen afnemen. Het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) is eind jaren tachtig gestart om de effecten van het mestbeleid te kunnen evalueren. Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) en het Landbouweconomisch Instituut (LEI) voeren dit meetnet uit in opdracht van de ministeries van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM) en Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (LNV). Het LMM maakt deel uit van een verzameling meetnetten voor bodem- en grondwaterkwaliteit die door het RIVM worden gebruikt voor haar Milieu Planbureau taak.

Het LMM heeft twee functies: evalueren en verkennen. Geëvalueerd wordt of de nutriëntenoverschotten afnemen en daardoor de grondwaterkwaliteit op landbouwbedrijven verbetert; verkend wordt welke grondwaterkwaliteit (nitraatconcentratie) gerealiseerd kan worden op bedrijven met geringere mineralenoverschotten (stikstof) dan gemiddeld.

De gemiddelde nitraatconcentratie in de bovenste meter van het grondwater van 'De Marke' komt, in een vergelijking met 94 representatieve bedrijven die verspreid zijn gelegen in de zandgebieden van Nederland, op de 10e plaats in de volgorde van oplopende concentraties. Vanwege droogtegevoelige omstandigheden is 'De Marke' extra kwetsbaar voor nitraatuitspoeling. Indien de bedrijfsvoering van 'De Marke' zou worden toegepast op een minder kwetsbaar bedrijf, dan zou dat waarschijnlijk leiden tot lagere nitraatconcentraties in het bovenste grondwater.

De jaarlijks gemiddelde nitraatconcentratie van 'De Marke' vanaf 1992 schommelt tussen de 115 en 30 mg l<sup>-1</sup>. Deze schommelingen kunnen grotendeels worden toegeschreven aan natuurlijke variaties in neerslag en verdamping. In de periode 1992-1998 vindt geen duidelijke daling of stijging van de nitraatconcentratie plaats. Drie jaar na het invoeren van een bedrijfsvoering gericht op vermindering van de stikstofuitspoeling is de nieuwe evenwichtstoestand in het grondwater bereikt.

De gemiddelde gemeten nitraatconcentratie in de bovenste meter grondwater van 'De Marke' in de periode 1992-1998 bedraagt 63 mg l<sup>-1</sup>. De periode 1991-1998 is natter geweest dan de periode 1975-1998. Indien het in de toekomst droger wordt, kan verwacht worden dat de gemiddelde nitraatconcentratie hoger wordt en verder boven de EU-drinkwaternorm zal liggen.

## **Stikstofbeheer op 'De Marke'; bedrijfssysteem, doelen en resultaten**

De doelstelling van bedrijfssysteem 'De Marke' (gestart in 1992) is een zo rendabel mogelijke melkproductie bij stringente voorwaarden met betrekking tot milieukwaliteit, rekening houdend met de wensen van de samenleving ten aanzien van dierwelzijn, natuur en landschap. Het afvoeren van mest of het uitbesteden van de opfok van het jongvee is niet toegestaan omdat dit kan leiden tot afwenteling van

problemen. Ter wille van de herkenbaarheid voor veehouders werd uitgegaan van een melkproductie van ongeveer 12.000 kg ha<sup>-1</sup>, het gemiddelde in de zandgebieden aan het einde van de jaren tachtig.

De milieunormen van 'De Marke' met betrekking tot mineralen zijn veel scherper dan de verliesnormen (overschotmaxima) die de overheid heeft geformuleerd in het kader van de mestwetgeving. De doelstelling van 'De Marke' voor het N-overschot op de bedrijfsbalans is 128 kg N ha<sup>-1</sup>. Dat is ongeveer een afname van 74% ten opzicht van gangbare bedrijven in het midden van de jaren tachtig. Proefbedrijf 'De Marke' beschikt over ruim 55 ha cultuurgrond, welke is opgesplitst in drie kavels: blijvend grasland, huiskavel en veldkavel. Het blijvend grasland heeft een areaal van 11 ha en ligt dicht bij de stal. Op de overige 44 ha wordt wisselbouw toegepast. Op de huiskavel (30 ha) wordt een driejarige grasperiode afgewisseld door een driejarige maïsperiode. Op de veldkavel (14 ha) is de duur van de maïsperiode vijf jaar. Maïs heeft als nadeel dat het vanaf begin augustus nauwelijks meer mineralen uit de bodem opneemt. Om de in de bodem nog aanwezige mineralen alsnog efficiënt te benutten wordt in juli tussen de maïs Italiaans raaigras gezaaid (vanggewas). Het gras voorkomt dat een gedeelte van de stikstof in de bodem na de oogst van maïs uitspoelt naar het grondwater.

De melkproductie per koe is beduidend hoger dan op gangbare bedrijven, waardoor minder dieren nodig zijn om het melkquotum vol te melken. Het melkvee wordt alleen in de ochtend en avond geweid (siësta-systeem), waardoor de uitscheiding van urine en mest in het weiland sterk wordt beperkt.

Het belangrijkste uitgangspunt van de bemesting op 'De Marke' is dat alle dierlijke mest op het bedrijf op een verantwoorde wijze verdeeld en toegediend moet worden. Zodoende kunnen de gewassen er maximaal profijt van hebben en is zo min mogelijk kunstmest nodig. De bemestingsniveaus, als som van drijfmest en kunstmest, zijn gemiddeld 40% lager dan gangbaar.

De stikstofkringloop is opgebouwd uit de componenten VEE, MEST, BODEM en GEWAS (ruwvoer en weidegras). Deze componenten zijn als het ware de schakels in de stikstofkringloop van het bedrijf. De stikstofbalans van een schakel maakt zichtbaar hoe (in)efficiënt stikstof in dat bedrijfs onderdeel wordt benut en legt daarmee zwakste plekken in het gehele bedrijfssysteem bloot.

Het gemiddelde stikstofoverschot op 'De Marke' bedraagt 156 kg ha<sup>-1</sup>. Hiermee is de doelstelling van 128 kg N ha<sup>-1</sup> nog niet gehaald. De benutting van stikstof uit voer in melk en vlees op 'De Marke' is met 23% veel hoger dan op een gangbaar bedrijf met 19%.

## **De stikstofhuishouding van bodem en gewas en de invloed daarvan op het nitraatgehalte van het grondwater van 'De Marke'**

Het project 'De Marke' heeft zich gericht op het verbeteren van de benutting van meststoffen, water en voer, door verbeterd management, in een bedrijfssysteem op droogtegevoelige zandgrond, dat moet voldoen aan stringente milieunormen. Dat houdt onder andere in dat het bovenste grondwater niet meer dan 50 mg nitraat per liter mag bevatten. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de stikstofstromen van het bodem/gewassysteem van het bedrijf, in relatie tot de kwaliteit van het grondwater. De betekenis van de resultaten voor de verdere ontwikkeling van het proefbedrijf worden besproken.

Uit vergelijking van de verwachte en gerealiseerde N-balansen van het totale bodem/gewassysteem van 'De Marke' blijkt dat de gemiddeld gerealiseerde aanvoer slechts 12 kg ha<sup>-1</sup> (3%) hoger is dan de prognose. Er is wel veel meer organische mest ('stal'mest) uitgereden dan verwacht, maar deze extra bedrijfseigen aanvoer werd grotendeels gecompenseerd door minder binding van N door klaver. De stikstofopbrengst als oogstbaar gewas is duidelijk lager dan de prognose (38 kg ha<sup>-1</sup> = 14%), en veel lager dan de opbrengst van een gangbaar bedrijf. Dat laatste is het gevolg van een groter aandeel maïs en lagere bemestingsniveaus (10% lagere drogestofopbrengsten en 10% lagere N-gehalten in de drogestof). Het overschot van 'De Marke' (128 kg ha<sup>-1</sup>) is door de grotere aanvoer en lagere afvoer, 49

kg (48%) hoger dan verwacht. Het overschot op gangbare bedrijven was met 337 kg ha<sup>-1</sup> veel hoger, met name door meer aanvoer van kunstmest en weidemest en door veel hogere maai- en beweidingsverliezen.

Blijvend grasland heeft een lager overschot dan tijdelijk grasland (eerste tot derdejaars gras). Dat komt omdat tijdelijk grasland bij de bemesting het eerste jaar een toeslag krijgt voor zodevorming (70 kg N ha<sup>-1</sup>) en omdat er op tijdelijk grasland meer drijfmest wordt uitgereden (lagere werkingscoëfficiënt dan kunstmest). Gemiddeld over een complete vruchtwisseling, hebben percelen van de huiskavel en de veldkavel met een wisselbouwsysteem een veel lager N-overschot dan blijvend grasland. Het overschot van de huiskavel is jaarlijks gemiddeld per ha 46 kg lager, dat van de veldkavel zelfs 91 kg. De verschillen kunnen voor een belangrijk deel verklaard worden door verschillen in hoeveelheden weidemest (tijdens de bouwlandfase vindt geen beweiding plaats), waarvan de N slecht wordt benut. De benutting van N in de wisselbouwsituaties en bij continu gras is vrijwel gelijk (afvoer/aanvoer = 60-65%). Bij blijvend grasland is de aanvoer veel groter, waardoor de niet-benutte hoeveelheid ook veel groter is.

Resultaten van bodemanalyses geven aan dat in de periode 1989-1997 de voorraad jaarlijks per saldo met gemiddeld 40 kg N ha<sup>-1</sup> is toegenomen. De toename van de voorraad op blijvend grasland was ongeveer 10 kg hoger dan die op de huis- en veldkavel.

Ondanks de relatief droge zomers, was de jaarlijkse neerslag 78 mm hoger dan het gemiddelde over 30 jaar (758 mm), het waterverbruik door de gewassen bleek gemiddeld 361 mm jr<sup>-1</sup> te bedragen, 55 mm minder dan op gangbare bedrijven. Daardoor was het neerslagoverschot 475 mm jr<sup>-1</sup>, en dat is veel meer dan de oorspronkelijke 'standaard' aanname van 300 mm. Bij een gemeten gemiddelde nitraatconcentratie van 55 mg per liter, komt dit overeen met een gemiddelde nitraatuitspoeling van 59 kg ha<sup>-1</sup> jr<sup>-1</sup>.

Op basis van het waargenomen overschot van 128 kg N ha<sup>-1</sup>, een accumulatie van 40 kg en een uitspoeling in de vorm van nitraat van 59 kg kan berekend worden dat de denitrificatie ongeveer 29 kg moet hebben bedragen, 18 kg minder dan oorspronkelijk werd aangenomen.

De maatregelen die op 'De Marke' zijn genomen hebben geleid tot een aanzienlijke afname van het stikstofoverschot op bodemniveau, vergeleken met een gebruikelijke bedrijfsvoering, met als gevolg een flinke verbetering van de grondwaterkwaliteit. Er is echter geen zekerheid dat met de huidige bedrijfsvoering de 50 mg per liter nitraatnorm blijvend gerealiseerd kan worden. Het overschot in het bodemsysteem kan omlaag door de output te verhogen of de input te verlagen. Verhogen van de output kan door meer gras te telen ten koste van maïs, of door zwaarder te bemesten. Beide maatregelen leiden per saldo tot vergroting van het overschot, zodat de oplossing moet worden gevonden in het beperken van de inputs.

Maatregelen daartoe, die op korte termijn resultaat kunnen opleveren, zijn: beperken van het aantal stuks jongvee, verlagen van het N-gehalte in het rantsoen, verder beperken van de beweiding, later starten met bemesten en/of beperken van de bemesting. Er wordt beredeneerd, dat het realiseren van de noodzakelijk geachte beperking van het N-overschot niet eenvoudig is. Als het niet mogelijk blijkt een pakket maatregelen samen te stellen dat voldoende effectief is, kan als laatste redmiddel gekozen worden voor een verlaging van de melkproductie met ongeveer 50 kg melk per kg nog te verlagen N-overschot.

## Economie milieumaatregelen ‘De Marke’ anno 1999; een modelmatige vergelijkende studie

Proefbedrijf ‘De Marke’ probeert zeer lage mineralenoverschotten te realiseren. Hiertoe is een groot aantal maatregelen genomen, die niet alleen leiden tot lagere mineralenoverschotten, maar ook economische gevolgen hebben.

Het doel van deze studie is om modelmatig de economische gevolgen van afzonderlijke milieumaatregelen in beeld te brengen, door maatregelen *na elkaar* toe te passen. De volgorde waarin de maatregelen worden toegepast, kan bepalend zijn voor het economisch effect. De leerstoelgroep Agrarische Bedrijfseconomie van Wageningen Universiteit (WU-ABE) heeft het economisch effect van elke maatregel bepaald zonder deze te ‘stapelen’, maar wel met optimalisatie van het bedrijf na toepassing van een maatregel. In deze studie is de volgorde van de stapeling van de maatregelen gebaseerd op afnemende kosteneffectiviteit (verandering netto-bedrijfsresultaat per kg daling van het N-overschot), berekend door WU-ABE. Bepalend voor de effecten van de afzonderlijke maatregelen is ook de basissituatie, ‘De Marke’ *zonder* stringente milieudoelen. Dit is het basisbedrijf waarop we de maatregelen van ‘De Marke’ zullen worden toegepast. Het melkquotum is met 658 500 kg gelijk aan dat van ‘De Marke’. De totale oppervlakte (55 ha) en het aandeel veldkavel (30%) verschillen ook niet. Het bouwplan, de veestapel en de bemesting wijken echter wel af. Verder verkoopt het basisbedrijf maïs in tegenstelling tot ‘De Marke’.

*Verandering netto bedrijfsresultaat (NBR), verandering van de arbeidsopbrengst (AO) en de rendabiliteit (verandering netto-bedrijfsresultaat na daling van 1 kg N-overschot ha in f / 100 kg melk) na achtereenvolgens toepassen van de maatregelen.*

	Minder jongvee <sup>1</sup>	Vruchtwisseling <sup>2</sup>	Efficiënte beweiding <sup>3</sup>	3% beter op DVE-norm voeren	Vanggewas <sup>4</sup>	Verlagen N-gift <sup>5</sup>	Meer maïs in zomer <sup>6</sup>	6,6 ha meer maïs telen	1 mnd kortere weideperiode	Emissie-arme stal	Geen voerafvoer (MKS) <sup>7</sup>
NBR (f/bedrijf)	2241	384	1753	-952	-1979	-9433	-3306	-4709	-10199	-10816	-5489
NBR (f/100 kg melk)	0,34	-0,05	0,27	-0,15	-0,19	-1,45	-0,51	-0,72	-0,84	-1,66	-0,84
AO (f/100 kg melk)	0,19	-0,30	0,67	0,08	-0,09	-1,58	-0,01	-1,22	-0,57	-1,66	-0,59
Kosteneffectiviteit	0,07	-0,02	0,02	-0,07	-0,01	-0,03	-0,25	-0,07	-0,42	-0,18	-0,84

<sup>1</sup> Minder jongvee aanhouden met een lager vervangingspercentage van de veestapel

<sup>2</sup> Maïs in vruchtwisseling met gras telen

<sup>3</sup> Efficiënter weiden door siësta-beweiding met minder beweidingsuren en naweiden met jongvee

<sup>4</sup> Vanggewas telen onder maïs en pinken weiden op vanggewas

<sup>5</sup> Verlagen van stikstofbemesting op gras- en maïsland en kortere uitrijdperiode dierlijke mest

<sup>6</sup> Meer maïs voeren aan de koeien in de weideperiode

<sup>7</sup> Voorkomen van voerafvoer, dus eigen krachtvoer (MKS) telen en voeren

De meeste aanpassingen die ‘De Marke’ heeft doorgevoerd, leiden tot een daling van het inkomen, maar minder jongvee aanhouden, efficiënter weiden en, in enkele gevallen, maïs in vruchtwisseling met gras telen verbeteren het netto bedrijfsresultaat juist, terwijl ze ook leiden tot verlaging van het stikstofoverschot. Dure maatregelen voor ‘De Marke’ zijn verlagen van de stikstofgift, een kortere weideperiode, en emissiearm bouwen. Het netto-bedrijfsresultaat daalt bij de genoemde maatregelen

circa f 10.000,-. Bij verlaging van de stikstofgift daalt het stikstofoverschot echter fors, zodat de rendabiliteit gunstig is. Emissiearm bouwen is al een stuk minder rendabel, maar verlaagt het stikstofoverschot toch met zo'n 8 kg ha<sup>-1</sup>. Verkorten van de weideperiode is een dure maatregel om het stikstofoverschot te verlagen. Extra arbeid speelt hierbij een rol.

Meer maïs telen en voeren leidt ook tot een behoorlijke daling van het netto-bedrijfsresultaat, maar het stikstofoverschot laat ook een flinke daling zien (12 kg ha<sup>-1</sup>).

Telen van een vanggewas onder maïs en beter op de norm voeren, horen tot de goedkopere maatregelen. Met name bij teelt van een vanggewas daalt het stikstofoverschot fors (15 kg ha<sup>-1</sup>). Eigen krachtvoer verbouwen is behoorlijk prijzig, terwijl het stikstofoverschot nauwelijks daalt. Alle maatregelen bij elkaar leiden voor 'De Marke' tot een daling van het netto-bedrijfsresultaat met f 37.500,-. Dit is bijna f 6,00 per 100 kg melk. De arbeidsopbrengst is ruim f 5,- per 100 kg melk lager. Deze resultaten gelden alleen voor 'De Marke' of voor bedrijven met dezelfde omstandigheden.

## **Graslandgebruik en stikstofbemesting op 'De Marke': mogelijkheden voor vermindering van nitraatuitspoeling?**

Eén van die milieudoelen waaraan op het proefbedrijf 'De Marke' wordt gewerkt is het terugbrengen van de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater tot minder dan 50 mg per liter. Er wordt geprobeerd dat te bereiken door een combinatie van maatregelen: verminderen van de bemesting op grasland, eerder stoppen met bemesting, beperking van de weidegang van het melkvee en bijvoeding van een eiwitarm product tijdens de weideperiode. Het bemestingsniveau is zo gekozen dat de verliezen worden beperkt, maar anderzijds zoveel mogelijk wordt voldaan aan het streven naar een voldoende voorziening met ruw- en deels ook krachtvoer. Ondanks deze maatregelen is de gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater hoger dan 50 mg per liter.

Bemesting en graslandgebruik spelen een belangrijke rol bij het ontstaan van het te hoge nitraatgehalte van de afgelopen jaren. Een nadere analyse van de bemesting, zowel op jaarbasis, als per snede, alsook van het graslandgebruik per snede is noodzakelijk om te zien welke bijdrage beide factoren leveren aan de nitraatuitspoeling. Deze analyse leidt tot de volgende conclusies:

- Het bemestingsniveau op het grasland van 'De Marke' is te hoog en zou verlaagd moeten worden naar ongeveer 200 kg N per ha per jaar.
- Op 'De Marke' wordt gemiddeld ingeschaard bij 1200 tot 1500 kg drogestof per hectare, terwijl de bemesting daarvoor te hoog is. Het stikstofgehalte van weidegras is daarom aan de hoge kant. Het streven zou gericht moeten zijn op inscharen bij ongeveer 1700 kg drogestof per ha, om de grasproductie te verhogen en de stikstofbenutting te verbeteren. Alleen verlaging van de bemesting voor weidesneden lost wel het probleem op van de hoge stikstofgehalten, maar leidt niet tot een hogere grasproductie.
- Om beweiding van geplande maaisneden te voorkomen, moet bij de planning van de behoefte aan weidesneden een grotere marge worden aangehouden.
- De beweidingduur van percelen is te lang. Verkorting van de beweidingduur per perceel is nodig en kan worden gerealiseerd door aanpassing van de perceelsgrootte.
- De toediening van drijfmest vindt deels plaats na 1 augustus, waardoor de grasgroei te lang doorgaat en een deel van de stikstof niet wordt benut. Door de beperking van de beweiding wordt meer drijfmest geproduceerd en wordt dit probleem groter. Toeneming van drijfmest na 1 augustus moet worden beperkt.
- De drijfmesttoediening vindt in het voorjaar plaats na half maart. Voor een betere stikstofbenutting kan en moet de drijfmest eerder worden toegediend. Het risico van extra uitspoeling is beperkt.

- Graslandverbetering vindt frequent plaats. Het is zinvol op een aantal percelen de herinzaai niet toe te passen, via andere maatregelen het grasland te verbeteren en te onderzoeken of een 'sukkelperiode' overbrugd kan worden.
- De oppervlakte blijvend grasland moet groter worden, de oppervlakte tijdelijk grasland kleiner. Tegelijkertijd moet de graslandperiode terug van drie naar twee jaren. De voorziening met fosfaat en organische stof van de voedergewassen kan worden geregeld via de dikke fractie van dierlijke mest.  
Door een combinatie van maatregelen, zoals verdere beperking van de beweiding en verlaging van de bemesting, kan de nitraatconcentratie in het grondwater op 'De Marke' onder 50 mg per liter uitkomen.

## **Extrapolatie van de resultaten van 'De Marke' naar andere zandgronden**

In deze studie staat de vraag centraal wat de nitraatuitspoeling naar het grondwater zou zijn als 'De Marke' zou zijn gelegen op een andere locatie op de Nederlandse zandgronden. Daartoe is het landgebruik van 'De Marke' geprojecteerd op de vijf meest voorkomende kaarteenheden binnen de zandgebieden van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1: 50.000. Om een vertaling van het landgebruik (inclusief management) naar andere omstandigheden mogelijk te maken zijn beslisregels opgesteld voor bemesting, graslandgebruik, zaai en oogst van maïs en berekening. Met behulp van simulatiemodellen, gekalibreerd en gevalideerd met gegevens van 'De Marke', is voor een reeks van 30 weerjaren gerekend met deze beslisregels. De berekende meerjarig bedrijfsgemiddelde nitraatconcentratie op 1 m-mv. (-mv= onder het maaiveld) is dan voor 'De Marke' 67 mg l<sup>-1</sup>. Alleen op de meest voorkomende zandgrond, een leemarme veldpodzolgrond op Gt VI (GT= grondwatertrap), zou de nitraatconcentratie gemiddeld hoger zijn dan op 'De Marke', maar voor de vier andere zandgronden werden lagere concentraties berekend. Het landgebruik van 'De Marke' zou dus op verschillende andere locaties binnen de Nederlandse zandgronden leiden tot over het jaar gemiddelde nitraatconcentraties die lager zijn dan 50 mg l<sup>-1</sup>.

## **Extrapolatie van de resultaten van 'De Marke' via prototypering in 'Koeien & Kansen'**

De ongeveer 35.000 melkveehouderijbedrijven in Nederland worden de komende jaren steeds nadrukkelijker geconfronteerd met voorwaarden met betrekking tot de duurzaamheid in ecologische (onder andere belasting van het milieu), agrarisch-technische (onder andere bodemvruchtbaarheid) en sociaal economische zin.

Het doel van het project 'Koeien & Kansen' is het ontwikkelen en demonstreren van voorbeelden van maatschappelijk gewenste bedrijfssystemen voor een breed spectrum van bedrijven in Nederland. Het demonstreren van die bedrijfssystemen gebeurt op een aantal praktijkbedrijven. Elk bedrijf is representatief voor een deel van de Nederlandse melkveehouderij, en samen zijn de bedrijven representatief voor de melkveehouderijsector als geheel. Bedrijven zijn niet alleen object van onderzoek, maar ook onderzoekspartner, met inbreng van ervaring, kennis en visie.

De doelstelling met betrekking tot beperken van de stikstofverliezen komt in deze bijdrage aan de orde. Allereerst worden de toegepaste methode bij de selectie van de bedrijven binnen 'Koeien & Kansen', het Mineralenaangiftesysteem (MINAS), de basis voor de mineralendoelstelling in het project, en tenslotte de communicatie met andere projecten, toegelicht. Vervolgens wordt ingegaan op de resultaten van de 'Koeien & Kansen' bedrijven. De resultaten van de 'Koeien & Kansen' bedrijven betreffen:

- werkelijke stikstofoverschotten bij de start van het project,
- prognose voor 2000 op basis van bedrijfsontwikkelingsplannen (modelmatig), en
- werkelijke resultaten in 1999 als tussenbalans.

Tot slot wordt in de discussie ingegaan op het verschil tussen de werkelijkheid en de modelberekeningen en de progressie die geboekt is bij de vermindering van de stikstofoverschotten, en wordt een schatting gepresenteerd van de gevolgen voor het nitraatgehalte in het bovenste grondwater.

Door het projectteam van 'Koeien & Kansen' zijn, in samenspraak met enkele melkveehouders, criteria vastgesteld waaraan voorbeeldbedrijven moeten voldoen; evenredige verdeling over grondsoort en intensiteit is de belangrijkste. Ook karakter en type boer hebben meegespeeld, immers deze groep boeren moet voor de duur van het project intensief met elkaar optrekken en meer van hetzelfde moet dus voorkomen worden. Daarnaast moeten de veehouders over goede communicatieve vaardigheden beschikken, om de boodschappen uit dit project mede uit te dragen.

Voor de 12 (eerst) geselecteerde bedrijven is het gerealiseerde MINAS-overschot in 1997/1998 vergeleken met de MINAS-norm in 2003 (eindnorm). Het verschil geeft aan hoe ver de bedrijven in de uitgangssituatie afweken van de doelstelling. Vier van de twaalf bedrijven haalden in de uitgangssituatie de MINAS-eindnorm. Drie van die vier bedrijven liggen op zandgrond en één op veengrond. Geen van de bedrijven op kleigrond (vier) haalde in de uitgangssituatie de MINAS-eindnorm.

Om de projectdoelen te realiseren, is in 1999, in overleg met ieder van de veehouders, voor ieder bedrijf een strategie ontwikkeld, vastgelegd in een Bedrijfs Ontwikkelings Plan (BOP). Nadat op een kennismakings- en strategiedag de deelnemers zelf eerst hadden aangegeven wat hun bedrijfsdoelstellingen waren, zijn vervolgens in overleg tussen de veehouder, de begeleider en het projectteam, definitieve maatregelen vastgesteld, mede gebaseerd op de resultaten van de berekeningen met betrekking tot de mineralenhuishouding in de uitgangssituatie. Vrijwel alle maatregelen die de deelnemers gekozen hebben zijn maatregelen die op 'De Marke' al beproefd zijn. Elke maatregel heeft een bedrijfsafhankelijke invulling en uitwerking; met name de grondsoort is daarin bepalend. Voor ieder bedrijf is een prognose opgesteld bij toepassing van de strategie. Berekend is de positie ten opzichte van de MINAS-eindnorm en de norm voor mestafzetcontracten.

De gerealiseerde stikstofbalansen in 1999, het jaar waarin op de bedrijven de strategie is bepaald om de MINAS-eindnorm te halen, opgesteld volgens de regels die MINAS hanteert (exclusief aanvoer in depositie en klaver, inclusief diercorrectie), laten een grote variatie zien in stikstofaanvoer, -afvoer en -overschot tussen de bedrijven. De aanvoer van stikstof op de bedrijven varieerde van 120 tot 551 kg N ha<sup>-1</sup>, en de afvoer van 58 tot 259 kg. Dit resulteerde in overschotten van 9 tot 293 kg N ha<sup>-1</sup>. Meer dan de helft van de bedrijven haalde in 1999 de MINAS-norm voor 2003 nog niet.

Het gemiddeld stikstofoverschot op de bedrijven is verminderd van 199 kg N ha<sup>-1</sup> in 1997 tot 165 kg in 1999. De overschrijding van de MINAS-eindnorm was in 1997 gemiddeld nog 45 kg N ha<sup>-1</sup>, in 1999 was die teruggelopen tot gemiddeld 13 kg N ha<sup>-1</sup>. Vooral de aanvoer van kunstmest was lager (van 180 tot 141 kg N ha<sup>-1</sup>). Wat verder opvalt is dat zowel de aanvoer van organische mest als de afvoer van organische mest is afgenomen (aanvoer van 10 naar 5 kg N ha<sup>-1</sup>; afvoer van 33 naar 16 kg N ha<sup>-1</sup>). Dit duidt op een poging de eigen mest beter te benutten.

## **Bouwstenen voor beleid**

Deze bijdrage geeft een analyse van de manier waarop de op 'De Marke' gegenereerde informatie gefungeerd heeft als grondstof voor bouwstenen voor het beleid.

De mineralenboekhouding (als managementinstrument én als beleidsinstrument) en het denken over een melkveebedrijf als een systeem lijken de meest belangrijke bouwstenen. 'De Marke' heeft aangetoond dat een bedrijfssysteem met sterk gereduceerde mineralenverliezen technisch haalbaar is, bij een beperkte verhoging van de kostprijs van melk, en dat het niet nodig is naar zeer lage veedichtheden te gaan om lage mineralenverliezen te realiseren. 'De Marke' heeft laten zien dat het mogelijk is binnen de



strengste verliesnorm toch circa 240 kg stikstof per ha uit dierlijke mest te gebruiken, en daarmee in de buurt te komen van de 50 mg nitraat per liter in het bovenste grondwater.

‘De Marke’ heeft een belangrijke boegbeeldfunctie als concreet te bezoeken object. Dat is zowel voor binnenlandse als voor buitenlandse bezoekers van belang. Het bedrijf heeft een indrukwekkend bezoekersregister, zowel qua omvang als qua ‘zwaarte’, en heeft een duidelijk positieve uitstraling gehad naar boeren met betrekking tot de haalbaarheid en praktijkrijpheid van het systeem.

Het onderzoek rond het bedrijfssysteem ‘De Marke’ dwingt verschillende onderzoeksinstituten (en de daarbinnen functionerende onderzoekers) tot samenwerken én tot het samen trekken van conclusies. ‘De Marke’ heeft, naast een innovatie van het gehele systeem, ook een aantal technische en praktische innovaties opgeleverd.

Het principe van prototypering, zoals op ‘De Marke’ is toegepast, is zeer succesvol gebleken, en het project representeert langlopend onderzoek, waardoor meerjarige effecten onderzocht kunnen worden. In conclusie, het project ‘De Marke’ heeft een zeer belangrijke, positieve rol gespeeld bij de ontwikkeling van het mest- en mineralenbeleid en vooral ook bij de acceptatie hiervan in de praktijk.



# 1. Het mineralenbeleid in Nederland en het nitraatbeleid binnen de EU

*P.L.C.M. Henkens (Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu, Den Haag)*

## 1.1 Inleiding

De mestproblematiek staat al vele jaren op de politieke agenda. Daarbij zijn zwaarwegende maatschappelijke belangen in het geding. Sinds de jaren tachtig zijn maatregelen getroffen om de belasting van het milieu door mest terug te dringen, om te kunnen voldoen aan de nationale en internationale milieudoelstellingen. Steeds is gekozen voor een gefaseerde aanpak, om de landbouwsector de gelegenheid te geven in te spelen op de strenger wordende milieueisen en te groeien naar een milieuverantwoorde wijze van produceren. Er zijn grote stappen in de goede richting gezet en de sector heeft daartoe behoorlijke inspanningen geleverd. Recente ontwikkelingen maken echter duidelijk dat om te voldoen aan de internationale milieudoelstellingen - en in het bijzonder aan de EU-Nitraatrichtlijn - een ingrijpende bijstelling van het mestbeleid onontkoombaar is. Daarnaast is de regering van mening dat vanuit een oogpunt van de bescherming van onze natuurlijke omgeving, bodem, water en lucht verder uitstel van het mestbeleid niet acceptabel is. Bij het gewijzigde mestbeleid wordt een nadrukkelijke koppeling tot stand gebracht tussen de omvang van de mestproductie en de toedienings- en afzetmogelijkheden voor die mest, middels de invoering van een stelsel van mestafzetovereenkomsten.

Twee belangrijke ontwikkelingen vormden de directe aanleiding voor een vernieuwing en verdere aanscherping van het mestbeleid: de procedure door de Europese Commissie wegens onvoldoende implementatie van de Nitraatrichtlijn en de gerechtelijke procedures rondom de Wet Herstructurering Varkenshouderij. De noodzaak tot aanscherping van het mestbeleid teneinde te voldoen aan de verplichtingen van de Nitraatrichtlijn is eens te meer aanwezig, aangezien een veroordeling door het Hof van Justitie van de Europese Gemeenschappen uiteindelijk kan resulteren in hoge dwangsommen.

Hierna zullen achtereenvolgens aan de orde komen: het 'oude' mestbeleid (1984-1998), de EU-Nitraatrichtlijn, de noodzaak tot bijstelling van het mestbeleid, het 'nieuwe' mestbeleid (vanaf 1998) en tot slot discussiepunten met de Europese Commissie.

## 1.2 Het 'oude' mestbeleid

Al sedert 1984 worden in Nederland maatregelen getroffen om de belasting van het milieu door mest terug te dringen. Deze maatregelen zijn van meet af aan gericht geweest op enerzijds de beperking van het gebruik van meststoffen en anderzijds de beperking van het volume aan geproduceerde dierlijke mest.

Zo werd in 1984 de Interim-wet Beperking Varkens- en pluimveehouderijen afgekondigd, waarmee verdere uitbreiding van de varkens- en pluimveehouderij werd tegengegaan. In 1986 volgden de Wet Bodembescherming en de Meststoffenwet, waarmee gebruik en productie van mest konden worden gereguleerd. De toenemende zorg over de toestand van het milieu leidde in 1989 tot het uitbrengen van het Nationaal Milieu Beleidsplan (NMP, Tweede Kamer, 1988-1989) en het uitwerken van het concept duurzame landbouw in de Structuurnota Landbouw. Hierbij werd ook aandacht besteed aan de nitraatbelasting van grond- en oppervlaktewater door de landbouw. In 1991 werd de EU-Nitraatrichtlijn (Anonymus, 1991) vastgesteld als weerslag van de zorg die ook in internationaal verband op dit punt aanwezig is. Deze zorg beperkt zich overigens niet tot de landbouw. Zo werd ongeveer tegelijkertijd de

EU-Richtlijn voor de behandeling van stedelijk afvalwater van kracht. In Nederland uitte de toenemende aandacht voor de stikstofproblematiek zich onder meer in de beleidsstukken Notitie Stikstofproblematiek (Tweede Kamer, 1991-1992) en de Brief van de Ministeries van VROM en LNV aan de Tweede Kamer betreffende het voorgenomen Aanvullend Stikstofbeleid.

De algemene aandacht voor een vanuit milieu-optiek duurzame landbouw resulteerde in 1991 in de oprichting van het Proefbedrijf voor melkveehouderij en milieu 'De Marke', waarbij het centrale thema was het realiseren van de doelstellingen van het NMP.

In 1998 werd als uitvloeisel van de gezamenlijke discussie van het landbouwbedrijfsleven en de overheid het mineralenaangiftesysteem MINAS ingevoerd, als centraal instrument ter regulering van de mineralenemissies naar het milieu.

Bovengenoemde hoofdlijnen komen hierna uitgebreider aan de orde.

### a. Regulering van het gebruik van mest

De regels die beperkingen stellen aan het gebruik van meststoffen vormen de kern van de maatregelen om de milieubelasting terug te brengen. In de periode van 1987 tot 1998 waren voor dierlijke mest primair van belang de gebruiksregels in het op de Wet Bodembescherming gebaseerde Besluit Gebruik Dierlijke Meststoffen. Dat besluit bevatte beperkingen ten aanzien van de omvang van de dierlijke mestgift per hectare per jaar, de zogenoemde gebruiksnormen (Tabel 1.1). Daarnaast werden beperkingen gesteld ten aanzien van de periodes waarin en de wijze waarop dierlijke mest kon worden aangewend. De beperkingen zijn in de loop der tijd steeds verder aangescherpt en het aantal diersoorten waarvan de mest onder het besluit viel, is geleidelijk uitgebreid. De normen voor de mestgiften waren gebaseerd op de hoeveelheid fosfaat in de dierlijke mest. Indirect, gegeven de redelijk constante verhouding tussen de hoeveelheid fosfaat en de hoeveelheid stikstof in de mest, werd zo ook de milieubelasting door stikstof aangepakt.

Tabel 1.1. *Veranderende wetgeving aangaande de omvang van het gebruik van dierlijke mest en kunstmest in Nederland.*

Jaar	Systeem					
	Gebruiksnorm: aanvoer-gericht (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup> )			MINAS: overschot-gericht		
	bouwland (excl. maïs)	grasland	maïsland	(kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup> )		(kg N ha <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup> )
bouwland & grasland				bouwland	grasland	
1987	125	250	350			
1991	125	250	200			
1995	110	150	110			
1998	100	120	100	40	175	300
2000	85	85	85	35	125	250
2002	80	80	80	25	100	190
2003				20	100/60	180/140

Bron: Neeteson & Schröder (1999)

Op 1 januari 1998 zijn, onder meer omwille van een nauwkeuriger sturing op het mestgebruik, de gebruiksnormen voor dierlijke en overige organische mest vervangen door het MINeralen Aangifte Systeem, MINAS. Deze nauwkeuriger sturing was van belang voor de agrariërs, omdat voorlopers zo ook daadwerkelijk beloond konden worden voor hun inspanningen. Echter, ook voor het handhavings- en vervolgingsbeleid was het essentieel dat de nauwkeurigheid van het systeem werd verhoogd.

De beperkingen ten aanzien van de uitrijdperiodes en wijze van mesttoediening in het Besluit Gebruik Dierlijke Meststoffen, zijn naast MINAS gehandhaafd.

Met MINAS wordt behalve het gebruik van organische mest ook het gebruik van kunstmest-N gereguleerd, en wordt behalve fosfaat ook stikstof direct in de regulering betrokken. In principe worden alle fosfaat- en stikstofverliezen naar het milieu op bedrijfsniveau, ongeacht of deze het gevolg zijn van organische mest of kunstmest, belast met een heffing, voorzover ze de verliesnormen overschrijden. De agrariër zal in principe de heffing willen vermijden en door aanpassingen in de bedrijfsvoering, bijvoorbeeld extra mestafzet, de fosfaat- en stikstofverliezen terugbrengen. Met ingang van het jaar 2001 zullen ook de extensieve veehouderijen en de akker- en tuinbouwbedrijven onder MINAS vallen.

In de brief van 2 december 1998 aan de Tweede Kamer betreffende het Aanvullend Stikstofbeleid (Tweede Kamer, 1998-1999) hebben de ministers van VROM en van LNV een versnelling van het traject van aanscherping van de stikstofverliesnormen met ingang van 2000 aangekondigd en een extra aanscherping van de stikstofverliesnormen voor de uitspoelingsgevoelige droge zand- en lössgronden in 2008/10.

Bij de aanscherping van de in het kader van de Wet Bodembescherming en de Meststoffenwet vastgestelde beperkingen aan het mestgebruik, is in de jaren tachtig en negentig steeds gekozen voor een zodanige fasering dat de sociaal-economische gevolgen voor de veehouderij beperkt zouden kunnen blijven. Daarvoor was onder meer de ontwikkeling van oplossingsrichtingen zoals mestverwerking, veevoedermaatregelen en mestexport van groot belang. Zouden deze oplossingsrichtingen voldoende mogelijkheden bieden, dan zou de met de aanscherping van de gebruiksregels gepaard gaande verminderde toedieningsmogelijkheid voor mest in Nederland immers niet behoeven te leiden tot reductie van het volume aan geproduceerde mest en zou inkrimping van de veestapel kunnen worden voorkomen.

## **b. Regulering van de productie van mest**

In het licht van de steeds verdergaande groei en intensivering van de Nederlandse veehouderij bleek in de jaren tachtig de inzet van instrumenten voor volumebeheersing, naast gebruiksregels, onontkoombaar.

De sturing op het geproduceerde mestvolume was in eerste instantie vooral gericht op voorkoming van een verergering van de mestoverschotproblematiek die het gevolg zou zijn van een verdergaande groei van de veestapel. In 1984 werd daartoe de Interimwet Beperking Varkens- en pluimveehouderijen van kracht, die in 1987 werd vervangen door verboden tot uitbreiding en tot verplaatsing van de mestproductie. Sedert de regeling van de voorwaarden waaronder verplaatsing kan plaatsvinden, in de in 1994 in werking getreden Wet Verplaatsing Mestproductie, wordt dit samenstel van regels aangeduid als het Stelsel van Mestproductierechten. De volumemaatregelen werden in 1987 uitgebreid van varkens en kippen naar runderen en kalkoenen en in de jaren daarna naar de andere diersoorten.

In de loop van de jaren negentig kwam behoud van evenwicht op de mestmarkt steeds meer als doelstelling van het volumebeleid centraal te staan. Evenwicht op de mestmarkt is essentieel voor de realisatie van de in het kader van het mestbeleid gestelde doelen. Wordt er op landelijk niveau aanmerkelijk meer mest geproduceerd dan op de producerende bedrijven zelf kan worden toegediend en bij eindgebruikers kan worden afgezet, dan zullen veehouders hoge kosten moeten maken om hun

mest te kunnen afzetten, als zij er al in slagen een afnemer voor de mest te vinden. Aangezien de individuele veehouder vrijwillige inkrimping van zijn veestapel veelal niet als reëel alternatief zal zien en aan de andere kant de hoge afzetprijzen voor mest steeds moeilijker zullen zijn op te brengen, ontstaat een onaanvaardbare druk om via oneigenlijke wegen van de mest af te komen. Indien de overheid geen aanvullende maatregelen neemt, dreigt zodoende het gevaar dat de bemestingsnormen - ongeacht of deze het karakter van een gebruiks- of een verliesnorm hebben - op grote schaal zullen worden overschreden.

In de jaren negentig werd steeds duidelijker dat voor het behoud van evenwicht op de mestmarkt niet uitsluitend zou kunnen worden volstaan met bevrozing van de omvang van de mestproductie, maar dat aanvullende maatregelen noodzakelijk zouden zijn om een reductie te realiseren. De noodzaak hiertoe bestond omdat enerzijds, door de aanscherping van de gebruiksregels, de toedieningsmogelijkheden voor mest in Nederland steeds verder zouden afnemen, terwijl anderzijds duidelijk werd dat oplossingsrichtingen als mestverwerking, export en veevoedermaatregelen deze verminderde toedieningsmogelijkheden onvoldoende zouden kunnen compenseren. Zonder aanvullende reductiemaatregelen zou het evenwicht op de landelijke mestmarkt in gevaar komen en zou landelijk een niet-plaatsbaar mestoverschot kunnen ontstaan.

De aanscherping van de verliesnormen overeenkomstig het traject van de Integrale Notitie Mest- en ammoniakbeleid (Tweede Kamer, 1995-1996) maakte daarom verdergaande maatregelen noodzakelijk.

Het mestoverschot van 14 miljoen kilogram fosfaat kon in belangrijke mate worden toegerekend aan de varkenshouderij. Op 1 september 1998 is de Wet Herstructurering Varkenshouderij in werking getreden, waarbij voor varkens het productieplafond van de mestproductierechten werd vervangen door dat van de varkensrechten. Deze wet voorziet via verschillende instrumenten, gekoppeld aan het stelsel van varkensrechten, in een reductie van de varkensmestproductie met circa 25%, ofwel circa 14 miljoen kilogram fosfaat: een generieke verlaging van het productieplafond van elk bedrijf, korting - ofwel 'afoming' - van varkensrechten bij overgang naar een ander bedrijf en bij bedrijfsoverdracht, opkoop van varkensrechten en veevoedermaatregelen.

Bij de formulering van de taakstelling voor de varkenshouderij werd ervan uitgegaan dat de pluimveesector ongeveer tweederde van de geproduceerde pluimveemest, overeenkomend met 20 miljoen kilogram fosfaat, in het buitenland zou afzetten, en dat deze hoeveelheid mest zodoende niet op de plaatsingsruimte voor mest in Nederland zou drukken. In het najaar van 1998 werd echter duidelijk dat in de pluimveesector sprake bleek te zijn van een gestage groei van het aantal dieren en van een ernstig tegenvallende mestexport. Ook hier moesten dus maatregelen worden genomen. Op 10 april 1999 is een wetsvoorstel tot invoering van een stelsel van pluimveerechten bij de Tweede Kamer ingediend dat er kort gezegd toe strekt de omvang van de pluimveestapel te bevrozen op het niveau van 6 november 1998, de datum waarop de maatregel bekend werd.

### **1.3 De EU-Nitraatrichtlijn**

De uit 1991 daterende EU-Nitraatrichtlijn verplicht de lidstaten van de Europese Gemeenschap er toe de nitraatverontreiniging van grond- en oppervlaktewater uit agrarische bronnen terug te brengen tot aanvaardbare niveaus en verdere nitraatverontreiniging van dien aard te voorkomen. Waar sprake is van nitraatbelasting uit agrarische bronnen, moet primair worden gedacht aan nitraatbelasting veroorzaakt door mestgebruik. De Nitraatrichtlijn bevat dan ook met name op dat punt voorschriften.

De lidstaten moeten namelijk, ingevolge deze bepalingen, maatregelen treffen voor zogenoemde kwetsbare zones. Dat zijn gebieden waar het nitraatgehalte van het grondwater hoger is dan 50 milligram nitraat per liter of die afwateren op oppervlaktewater dat een grotere nitraatconcentratie bevat dan de gehalten genoemd in de EU-Drinkwaterrichtlijn. De norm van 50 milligram per liter en de

gehalten in de genoemde drinkwaterrichtlijn zijn dus richtinggevend voor de niveaus van nitraatbelasting die aanvaardbaar worden geacht. Ook andere criteria zijn echter van belang. Zo wordt in de richtlijn ook relevant geacht of gebieden afwateren op natuurlijke zoetwatermeren, andere zoetwatermassa's, estuaria, kustwater en zeewater die eutroof blijken te zijn of in de nabije toekomst eutroof zouden kunnen worden, indien maatregelen achterwege zouden blijven. Daarbij is het op zichzelf niet van belang of in de gebieden die op deze zoet- en zoutwatermassa's afwateren, de maximum nitraatgehalten voor het oppervlaktewater worden overschreden. Het gaat bovendien niet alleen om nitraat, maar om alle stikstofverbindingen.

Over de stikstofbelasting van zoet- en zoutwatermassa's zijn in internationaal verband nadere afspraken gemaakt, te weten in het Rijn Actieprogramma en het Noordzee Actieprogramma. In beide programma's is sprake van een inspanningsverplichting voor de reductie van de stikstofbelasting van het oppervlaktewater met 50% in 1995 ten opzichte van 1985. Op de ministeriële bijeenkomst van de OSPAR-Commissie in 1998 zijn bovendien afspraken gemaakt over een strategie die erop is gericht om in 2010 een situatie te bereiken waarbij niet langer sprake is van eutrofiëring van de zee.

Indien lidstaten de maatregelen waartoe zij volgens de richtlijn verplicht zijn, toepassen op hun gehele grondgebied, kunnen zij afzien van het aanwijzen van voor nitraat kwetsbare zones. Nederland heeft haar gehele grondgebied aangewezen als kwetsbaar gebied.

De richtlijn bevat voorschriften voor het gebruik van dierlijke mest en kunstmest. De verplichtingen van de richtlijn moeten in fasen worden geïmplementeerd. De te nemen maatregelen moeten daarbij zijn opgenomen in nationale actieprogramma's. Hoewel de voorschriften bij eerste beschouwing vrij globaal lijken, blijken zij feitelijk te leiden tot de verplichting een groot aantal gedetailleerde regels voor het gebruik van dierlijke mest en kunstmest in de nationale regelgeving op te nemen. Centraal staat dat er een balans moet zijn tussen stikstoftoevoer en stikstofbehoefte, waarbij in de toevoer zowel dierlijke mest als kunstmest wordt begrepen. In de uitwerking zijn echter alleen normen vastgelegd voor de maximale gift aan dierlijke mest. Lidstaten moeten uiteindelijk waarborgen dat op bedrijfsniveau de dierlijke mestgift per hectare per jaar niet groter is dan 170 kilogram stikstof. Alleen voor de periode van het eerste actieprogramma, die op 20 december 1999 afliep, is een mestgift van 210 kilogram stikstof per ha toegestaan. De Europese Commissie heeft evenwel aangegeven dat de norm van 170 kilogram stikstof per ha pas hoeft te worden gerealiseerd in het laatste jaar van het tweede actieprogramma, dus met ingang van 20 december 2002.

Van de genoemde normen voor de maximale dierlijke mestgift kan een derogatie worden aangevraagd. Dat wil zeggen dat een hogere mestgift kan worden toegestaan als daarmee geen afbreuk wordt gedaan aan het bereiken van de doelstellingen van de richtlijn en als deze mestgift kan worden gemotiveerd aan de hand van objectieve criteria. Als zodanig gelden in ieder geval: lange groeiperiodes van het gewas, gewassen met een hoge stikstofopname, een hoge neerslagoverschot en een bodem met een uitzonderlijk hoge denitrificatiecapaciteit. De Commissie dient door de lidstaten te worden geïnformeerd, ingeval deze een hogere mestgift toestaan. Bij haar beoordeling van de gerechtvaardigheid van deze uitzondering, op basis van de door de lidstaat aangedragen motivering, vraagt de Commissie advies aan het zogenoemde Nitraatcomité, bestaande uit deskundigen van alle lidstaten.

## 1.4 Noodzaak tot bijstelling van het mestbeleid

Op 10 september 1999 zijn de beleidsvoornemens voor de aanpassingen van het mestbeleid aan de Tweede Kamer gestuurd (Tweede Kamer, 1999-2000c). Daarbij zijn twee belangrijke ontwikkelingen genoemd die nopen tot bijstelling van het mestbeleid.

- a. de dreigende procedure voor het Hof van Justitie van de Europese Gemeenschappen omdat het geheel van wettelijke maatregelen in Nederland als zodanig niet een voldoende en tijdige implementatie van de Nitraatrichtlijn verzekert, en
- b. de gerechtelijke procedures met betrekking tot de Wet Herstructurering Varkenshouderij die tot gevolg hadden dat de effectiviteit van een belangrijk onderdeel van het volumebeleid werd aan-

getast, hetgeen een ernstige bedreiging vormt voor een effectieve realisatie van de doelstellingen van het mestbeleid en de Nitraatrichtlijn in de toekomst.

In het onderstaande wordt op de twee genoemde ontwikkelingen nader ingegaan.

### **a. Hofprocedure wegens onvoldoende en niet-tijdige implementatie Nitraatrichtlijn**

Voor een groot deel van het Nederlandse grondgebied is thans sprake van een te hoge nitraatbelasting van het grondwater of van een te hoog stikstofgehalte van het oppervlaktewater. Voor dat deel van het grondgebied waar de nitraatbelasting van grond- en oppervlaktewater thans nog beneden de toelaatbare grenswaarden blijft, geldt dat de regering dit ook voor de toekomst zeker wil stellen. Voorts moeten, ingevolge de Nitraatrichtlijn, maatregelen worden getroffen voor gebieden die afwateren op zoet- of zoutwatermassa's die eutroof zijn of dat dreigen te worden. Om deze redenen heeft Nederland geen specifieke kwetsbare zones aangewezen, maar geldt het gehele grondgebied als zodanig. Op dit punt is dus aan de richtlijn voldaan.

Het tijdig voldoen aan de richtlijn is, in de Nederlandse situatie, gegeven het intensieve karakter van de Nederlandse landbouw, evenwel problematischer gebleken. Van meet af aan heeft een groot spanningsveld bestaan tussen het gefaseerde Nederlandse mestbeleid - een fasering gericht op het voorkómen van grote sociaal-economische gevolgen - en de verplichtingen van de richtlijn, vooral met de daarin opgenomen normen voor de maximale dierlijke mestgift en het daarin opgenomen tijdpad. Op dit spanningsveld is in regeringsstukken herhaaldelijk gewezen.

Op 15 december 1997 heeft Nederland het actieprogramma dat van kracht is voor de periode tot 20 december 1999 toegezonden aan de Europese Commissie (Tweede Kamer, 1997). In dat actieprogramma is de nadruk gelegd op realisering van de doelstellingen van de richtlijn, in plaats van op de normen voor dierlijke mestgiften. Daarbij werd aangegeven dat Nederland voor een groot deel van zijn grondgebied in 2008/10 aan de doelstellingen van de richtlijn zou voldoen. De kern van dit actieprogramma voor de eerste periode van vier jaar werd gevormd door MINAS, het Besluit Gebruik Dierlijke Meststoffen en de beperkingen die voor het mestgebruik kunnen voortvloeien uit, op grond van de Wet Milieubeheer vastgestelde, provinciale milieuverordeningen en uit de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater. Als noodzakelijke aanvullende maatregelen werden het stelsel van varkensrechten van de Wet Herstructurering Varkenshouderij en het stelsel van mestproductierechten van de Meststoffenwet in het actieprogramma opgenomen. Deze maatregelen zijn immers essentieel voor een effectieve realisatie van de doelstellingen van de richtlijn.

Toen Nederland op 29 september 1998 door de Commissie formeel in gebreke werd gesteld, wegens een onvoldoende implementatie van de Nitraatrichtlijn, heeft Nederland in reactie daarop een aanscherping van het beleid aangekondigd, die evenwel eerst in de periode volgend op het eerste actieprogramma zou kunnen worden doorgevoerd. Deze aanscherping, die overigens alleen betrekking heeft op de periode ná het eerste actieprogramma, heeft de Commissie er evenwel niet van weerhouden, om op 3 augustus 1999 een zogeheten, met redenen omkleed advies, uit te brengen. Hierin stelt de Commissie vast dat Nederland op een aantal belangrijke punten nog steeds niet aan de verplichtingen van de Nitraatrichtlijn voldoet. De algemene constatering van de Commissie is dat de Nederlandse maatregelen, inclusief de op termijn aangekondigde aanscherpingen van het beleid, onvoldoende en ontoereikend zijn om tijdig aan de eisen van de Nitraatrichtlijn te voldoen (Tweede Kamer, 1999). Een aantal door de Commissie geconstateerde tekortkomingen heeft primair het karakter van een formele vaststelling dat weliswaar wettelijke maatregelen zijn aangekondigd, maar dat deze nog niet zijn vastgesteld en in werking getreden.

Andere door de Commissie geconstateerde tekortkomingen zijn aanmerkelijk ernstiger van aard:

- a. Zonder het systeem van verliesnormen als zodanig ter discussie te stellen, stelt de Commissie vast dat momenteel, maar ook in de komende jaren, een aanmerkelijk grotere dierlijke mestgift wordt



toegestaan dan de daarvoor in de Nitraatrichtlijn opgenomen normen. De aanscherping van de normen, die wordt vormgegeven middels het eerder aangehaalde, op 6 oktober 1999 bij de Tweede Kamer ingediende wetsvoorstel, is volgens de Commissie weliswaar een stap voorwaarts, maar bij lange na niet voldoende.

- b. Het in de brief van 2 december 1998 aangekondigde aanvullend stikstofbeleid voor de uitspoelingsgevoelige droge zand- en lössgronden, komt te laat en is ontoereikend.
- c. De regulerende mineralenheffingen zijn niet prohibitief: het is te aantrekkelijk om een overschrijding van de normen met een heffing af te kopen.
- d. Er wordt bij de beperkingen die aan het mestgebruik worden gesteld, onvoldoende rekening gehouden met de balans tussen enerzijds de te verwachten stikstofbehoefte van de gewassen en anderzijds de stikstoftoevoer naar de gewassen uit de bodem en uit bemesting, gegeven de bodemvoorraad, netto mineralisatie, depositie en stikstofbinding.

De constatering van de Commissie, in het met redenen omkleed advies, betreffen primair de periode van het eerste actieprogramma, dus de periode van 20 december 1995 tot 20 december 1999, terwijl de in het kader van het aanvullend stikstofbeleid aangekondigde aanscherpingen van de stikstofverliesnormen betrekking hebben op de periode daarna. De periode van het tweede actieprogramma was, ten tijde van de ingebrekestelling waarmee de procedure werd aangevangen, immers nog niet begonnen en kon daarom formeel nog geen onderwerp van onderzoek van de Commissie in het kader van een ingebrekestellingsprocedure vormen. Dat laat onverlet dat de constatering van de Commissie van grote betekenis zijn voor de periode van het tweede actieprogramma en hun schaduw vooruit werpen. Verwacht mag worden dat zonder een aanmerkelijke bijstelling van het beleid ook de maatregelen voor de periode van het tweede actieprogramma - in welke periode op grond van de Nitraatrichtlijn ook nog eens strengere eisen gelden dan in de periode van het eerste actieprogramma - het onderwerp van een ingebrekestellingsprocedure zullen worden.

In het licht van het voorgaande kon een ingrijpende bijstelling van het mestbeleid niet uitblijven. Duidelijk is dat Nederland, om te voldoen aan zijn verplichtingen met betrekking tot de Nitraatrichtlijn, verdergaande aanscherpingen moet doorvoeren dan die welke op 2 december 1998 werden aangekondigd in de brief aan de Tweede Kamer over het Aanvullend Stikstofbeleid. Dit klemt temeer omdat een veroordeling door het Hof, sedert het Verdrag van Maastricht, uiteindelijk kan resulteren in hoge dwangsommen voor elke dag dat Nederland in gebreke blijft. Een nadere bezinning op de te nemen maatregelen mondde uit in het maatregelenpakket met het stelsel van mestafzetovereenkomsten, de voorziene verdergaande aanscherping van de verliesnormen en de verhoging van de heffingen.

De invoering van de voorgenomen maatregelen is voorzien per 1 januari 2002. Het kabinet heeft op 25 februari 2000, in vervolg op nader overleg met LTO-Nederland, besloten tot onder meer een beperkte verruiming van de verliesnormen voor 2002 voor zowel gras- als bouwland, in vergelijking met de beleidsvoornemens uit de brief van 10 september 1999. De voorgenomen maatregelen voor 2003 zijn ongewijzigd gebleven.

Kennelijk omdat de aangekondigde maatregelen naar het oordeel van de Commissie onvoldoende implementatie van de Nitraatrichtlijn waarborgt, heeft de Commissie op 1 maart 2000 besloten om Nederland daadwerkelijk voor het Hof van Justitie te dagen. De Commissie heeft zich daarbij overigens in positieve zin uitgelaten over de voorgestelde aanpassingen van het mestbeleid.

## **b. Rechterlijke uitspraken met betrekking tot de Wet Herstructurering Varkenshouderij**

De tweede aanleiding voor het onderhavige wetsvoorstel werd gevormd door de opeenvolgende rechterlijke uitspraken in de door de Nederlandse Vakbond voor Varkenshouders c.s. (NVV) tegen de Staat aangespannen civiele procedures met betrekking tot de Wet Herstructurering Varkenshouderij.

Ingevolge deze uitspraken was gedurende bijna een jaar, te rekenen vanaf 23 februari 1999, een rechterlijk gebod van kracht delen van deze wet buiten toepassing te laten.

Het gebod betekende dat de Staat gedurende de genoemde periode niet meer beschikte over de in de Wet Herstructurering Varkenshouderij opgenomen instrumenten om het plafond te handhaven dat is gesteld aan het aantal varkens dat op een bedrijf mag worden gehouden. Ook de aan de varkensrechten gekoppelde instrumenten voor vermindering van het aantal varkens, onder meer de generieke kortingen, konden niet worden geëffectueerd. Het beleid van opkoop en van afroaming van varkensrechten bij overgang naar een ander bedrijf of bedrijfsoverdracht, dat er voor moest zorgen dat de tweede generieke korting van de varkensrechten overbodig zou worden, werd als gevolg van de rechterlijke uitspraken ernstig bemoeilijkt en vertraagd.

Eerst met het arrest van het Gerechtshof te 's-Gravenhage van 20 januari 2000 in de bodemprocedure, kwam een einde aan de door de kortgedingrechter op 23 februari 1999 getroffen voorlopige voorziening. Het Hof heeft het tussenvonnis van 23 december 1998 vernietigd. Het stelsel van varkensrechten als zodanig, de bij invoering van de Wet Herstructurering Varkenshouderij doorgevoerde 10%-korting en het verval per die datum van de 'latente' ruimte binnen het niet-grondgebonden mestproductierecht, zijn volgens het Hof rechtmatig. Het arrest betekent dat van rechtswege de situatie van vóór 23 december 1998 is hersteld. Het plafond van de varkensrechten, inclusief de 10%-korting, kan weer onverkort ten aanzien van alle varkenshouders worden gehandhaafd. Alleen de tweede korting, van maximaal 15%, mocht niet worden toegepast.

Een en ander betekende dat medio 1999 door de regering moest worden geconstateerd dat nog nauwelijks of geen voortgang was geboekt bij de realisatie van de noodzakelijke reductie van de mestproductie met 14 miljoen kilogram fosfaat vóór 2002. De situatie was eens te meer ernstig omdat de aanscherping van de mestnormering overeenkomstig de Nitraatrichtlijn, leidt tot minder toepassings- en afzetmogelijkheden voor mest op grond in Nederland, hetgeen betekent dat het geprognosticeerde overschot in 2003 uitkomt op 24 miljoen kilogram fosfaat, ofwel 48 miljoen kilogram stikstof (Tweede Kamer, 1998-1999).

Een herbezinning op het volume-instrumentarium van de mestwetgeving kon niet uitblijven, gegeven de stagnatie in de aanpak van de mestoverschotproblematiek die het gevolg was van de rechterlijke uitspraken en de daarmee samenhangende onzekerheden. Dit was des te klemmender gegeven de gevolgen van de noodzakelijke aanscherping van de mestnormering, overeenkomstig de Nitraatrichtlijn, voor het mestoverschot.

In de gegeven situatie zijn - gelet op de mate waarin de toedieningsmogelijkheden voor mest in Nederland afnemen - ook voor de andere veehouderijsectoren, naast de varkenssector, aanvullende maatregelen noodzakelijk. Het ligt dan ook in de rede om te kiezen voor een integrale benadering, gericht op alle sectoren, en daarbij te kiezen voor een systeem waarbij een meer directe relatie wordt gelegd tussen enerzijds de mestproductie en anderzijds de toediening- en afzetmogelijkheden voor mest en daarvoor aan te sluiten bij de normen van de Nitraatrichtlijn.

Daarom heeft de regering besloten tot de inzet van een nieuw volume-instrumentarium, te weten het stelsel van mestafzetovereenkomsten. Dit stelsel moet, bij gebleken effectiviteit, op termijn het bestaande volume-instrumentarium van mestproductierechten, varkensrechten en pluimveerechten volledig vervangen. De regering heeft het voornemen deze rechten met ingang van 1 januari 2005 te laten vervallen.

Het stelsel van voorgestelde maatregelen, gericht op de regulering van het gebruik en de productie van mest, zal voor de veehouderij in Nederland ingrijpende gevolgen hebben. Er wordt dan ook een omvangrijk pakket aan flankerende maatregelen opgesteld, zowel voor bedrijven die stoppen als voor bedrijven die doorgaan.

## 1.5 Het 'nieuwe' mestbeleid

### 1.5.1 Regulering van het gebruik van dierlijke mest en kunstmest

#### a. Sturing op stikstofgebruik via fosfaat- en stikstofheffingen

De sturing op de op landbouwbedrijven gebruikte hoeveelheid meststoffen geschiedt door middel van de fosfaatheffingen en de stikstofheffingen van MINAS.

De fosfaatheffingen, gekoppeld aan de fosfaatverliesnormen, vervullen een belangrijke functie waar het de sturing op het gebruik van organische, in het bijzonder dierlijke meststoffen betreft. De fosfaatverliezen die plaatsvinden door het gebruik van fosfaatkunstmest zijn vooralsnog buiten het heffingensysteem gehouden.

Waar het de regulering van het gebruik van dierlijke mest betreft, biedt fosfaat een stabiel aangrijpingspunt. Anders dan bij stikstof, treedt bij fosfaat namelijk geen vervluchtiging op; stikstof kan uit organische mest vervluchtigen in de vorm van stikstofgas ( $\text{NO}_x$ ), lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) of ammoniak ( $\text{NH}_3$ ). De vermindering van de hoeveelheid mest om te voldoen aan de fosfaatverliesnormen is niet alleen van belang voor de vermindering van de fosfaatbelasting, maar ook voor de vermindering van de nitraatbelasting; vermindering van de gebruikte hoeveelheid mest leidt immers tot een evenredige vermindering van de hoeveelheid stikstof die met mest op het land wordt gebracht.

Daarnaast speelt uiteraard ook de stikstofheffing, gekoppeld aan de stikstofverliesnormen, een grote rol bij het terugdringen van de nitraatbelasting. Door middel van de stikstofheffing wordt onder meer de juiste verhouding tussen de hoeveelheid fosfaat en de hoeveelheid stikstof in de mest gewaarborgd: de stikstofheffing maakt dat bedrijven niet alleen veevoedermaatregelen nemen, waarmee het fosfaatgehalte in de mest wordt teruggebracht om aldus de fosfaatverliezen terug te brengen, maar dat zij in gelijke mate, via veevoedermaatregelen, het stikstofgehalte in de mest terugbrengen. Anders zou de verhouding tussen fosfaat en stikstof in de mest zich voor de nitraatbelasting ongunstig kunnen ontwikkelen.

De stikstofheffingen strekken daarnaast tot regulering van het gebruik van stikstofkunstmest, dat in de Nederlandse situatie verantwoordelijk is voor bijna 50% van de nitraatbelasting vanuit de landbouwsector. De Nitraatrichtlijn bevat, anders dan voor dierlijke mest, geen specifieke normen voor de maximale kunstmestgift. De richtlijn verplicht echter, meer ten algemene, om beperkingen te stellen aan het op of in de bodem brengen van meststoffen, waaronder kunstmest, om zo de nitraatbelasting terug te brengen tot volgens de richtlijn aanvaardbare niveaus. Het feit dat de stikstofheffing tevens dient tot sturing op het kunstmestgebruik, betekent wel dat bij de vaststelling van de hoogte van de stikstofverliesnormen rekening is gehouden met stikstofverliezen door kunstmestgebruik. Deze normen zijn derhalve hoger vastgesteld dan het geval zou zijn geweest wanneer uitsluitend op de dierlijke mestgift, met de daarin gebruikelijke N/P-verhoudingen, zou zijn gestuurd.

Het is de hiervoor beschreven wisselwerking tussen de fosfaatheffing - die alleen betrekking heeft op organische mest - enerzijds en de stikstofheffing anderzijds, die verhindert dat de extra ruimte binnen de stikstofverliesnorm voor het kunstmestgebruik leidt tot te hoge stikstofgiften in de vorm van dierlijke mest.

#### b. Dierlijke mestgift in relatie tot de Nitraatrichtlijn

Om te voldoen aan de Nitraatrichtlijn, moet Nederland waarborgen dat op bedrijfsniveau de dierlijke mestgift per hectare per jaar niet hoger is dan 170 kilogram stikstof. Alleen voor de periode tot 20

december 2002 is een mestgift van 210 kilogram stikstof per ha toegestaan. Een hogere gift dan 170, respectievelijk 210 kilogram stikstof per ha kan door middel van derogatie worden toegestaan, als daarmee geen afbreuk wordt gedaan aan het bereiken van de doelstellingen van de richtlijn en als deze mestgift kan worden gemotiveerd aan de hand van objectieve criteria.

Voor bouwland is in de Nederlandse agrarische praktijk een maximum dierlijke mestgift van 170 kilogram per hectare per jaar goed te realiseren. Daarnaast is een derogatie van die norm voor deze landbouwgrond niet op grond van objectieve criteria te rechtvaardigen.

In het stelsel van mestafzetovereenkomsten ter regulering van de mestproductie zal al gedurende 2002 bij deze norm, in plaats van bij de norm van 210 kilogram stikstof per ha worden aangegrepen. In het licht van de bedrijfseffecten is dat verantwoord. Dit is anders voor dat deel van het bouwland dat wordt beteeld met maïs. Voor maïsland zal in 2002 in het stelsel van mestafzetovereenkomsten nog worden uitgegaan van de in dat jaar, ingevolge de Nitraatrichtlijn, toegelaten norm van 210 kilogram stikstof per ha.

Waar het gaat om de beperking van het daadwerkelijke gebruik van dierlijke mest op bouwland en braakland via MINAS is wél voor al het bouw- en braakland gekozen voor fasering. Gegeven de bedrijfseffecten voor zowel akkerbouwers als veehouders is een aanscherping van de verliesnormen in twee stappen, namelijk in 2002 en in 2003, gewenst, om zo een meer geleidelijke aanpassing van de bedrijfsvoering aan deze normen mogelijk te maken. Eerst in 2003 wordt aldus ook voor de meer stikstofrijke dierlijke mest voldaan aan de norm van 170 kilogram stikstof per hectare. In 2002 is bij meer stikstofrijke mest een gift van 190 kilogram stikstof per hectare bouwland per jaar denkbaar, welke gift evenwel ruimschoots beneden de norm van 210 kilogram stikstof per hectare blijft, die ingevolge de Nitraatrichtlijn nog zou zijn toegestaan.

Voor grasland is een aanmerkelijk hogere dierlijke mestgift gerechtvaardigd, zonder afbreuk te doen aan de doelstellingen van de Nitraatrichtlijn (Willems *et al.*, 2000). Daarom zal Nederland, voor grasland, gebruik maken van de derogatiemogelijkheid die de richtlijn biedt. Voor 2002 zal worden uitgegaan van een dierlijke mestgift van ten hoogste 300 kilogram stikstof per hectare grasland per jaar en voor 2003 en de daarop volgende jaren van een dierlijke mestgift van ten hoogste 250 kilogram stikstof per hectare grasland per jaar. Inmiddels is op 20 april 2000 aan de Europese Commissie ook de formele mededeling ter zake van de toepassing van de derogatie gedaan en is daarbij tevens de motivering overgelegd die daaraan ten grondslag ligt.

De motivering van de hogere mestgiftten voor grasland geschiedt op basis van een wetenschappelijke analyse die is opgesteld door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) te Bilthoven in samenwerking met Plant Research International en Alterra te Wageningen en het Praktijkonderzoek voor de Rundveehouderij (PV) te Lelystad (Willems *et al.*, 2000). Daarbij is als uitgangspunt gehanteerd dat de hoeveelheid nitraat in de bovenste meter van het grondwater het niveau van 50 milligram nitraat per liter niet mag overschrijden en dat de door Nederland veroorzaakte stikstofbelasting van de kustwateren en het water van de Noordzee met 50% moet worden verminderd. Verder is uitgegaan van MINAS, zoals dat na doorvoering van de voorgenomen wijzigingen in 2002 en 2003 zal gelden, dus met inbegrip van de aanscherping van de verliesnormen, de verhoging van de tarieven van de heffing en het betrekken van stikstofbinding door vlinderbloemigen in het heffingenstelsel. Bij het vaststellen van de hoogte van de derogatie in relatie tot de milieudoelstellingen, is voorts in aanmerking genomen dat in MINAS ook het gebruik van stikstofkunstmest wordt gereguleerd.

Blijkens de resultaten van wetenschappelijk onderzoek kan de derogatie voor grasland worden gemotiveerd op basis van de lange groeiperiode en de hoge stikstofopname die op gras van toepassing zijn, criteria die als zodanig ook in de Nitraatrichtlijn worden genoemd. Het gematigde, vochtige klimaat in Nederland is zeer gunstig voor de grasgroei. Het gras groeit snel en er is sprake van een lang groeiseizoen; de stikstofopname door het gewas loopt door tot in oktober. Een en ander betekent dat onder

de Nederlandse omstandigheden de stikstofafvoer met het geoogste gewas bij gras veel groter is dan voor de belangrijkste akkerbouwgewassen het geval is; de stikstofopname door de meeste akkerbouwgewassen komt in augustus tot stilstand. Gegeven de grote stikstofonttrekking door het gras wordt een aanmerkelijk hogere stikstofgift gerechtvaardigd dan voor bouwland.

Voor de beantwoording van de vraag welke concrete hoeveelheden stikstof met dierlijke mest op grasland kunnen worden gebruikt, is in het onderzoek een onderscheid gemaakt naar de in Nederland gebruikelijke vormen van beweiding en de in Nederland voorkomende bodemtypen en -omstandigheden. Blijkens het onderzoek kan een derogatie worden gemotiveerd van 360 kilogram stikstof per hectare per jaar voor grasland op vochthoudende gronden (circa 900.000 ha) en van circa 290 kilogram stikstof per hectare per jaar voor grasland op de uitspoelingsgevoelige, droge zandgronden (circa 100.000 ha). Naarmate meer mest tijdens het beweiden op het gras belandt - en dus niet door de boer nauwkeurig wordt toegediend - ligt de benutting van de stikstof uit dierlijke mest lager en kan een minder vergaande derogatie worden gemotiveerd. Bij de conclusies die de regering op basis van het onderzoek heeft getrokken is met dit aspect rekening gehouden.

Gestreefd wordt naar zo eenvoudig mogelijke, handhaafbare en controleerbare wet- en regelgeving. Daarom heeft de regering ervoor gekozen om voor de derogatie uit te gaan van één bepaalde hoeveelheid stikstof die met dierlijke mest op grasland mag worden gebracht, die voor alle grondsoorten verantwoord is en wetenschappelijk onderbouwd kan worden.

Op basis van de wetenschappelijke onderbouwing lijkt binnen de doelstellingen van de Nitraatrichtlijn in principe een derogatie voor alle grasland denkbaar van 290 kilogram stikstof als dierlijke mest per hectare per jaar, ongeacht de grondsoort. De regering kiest echter voor een lager niveau en gaat uit van een derogatie van 250 kg stikstof per hectare per jaar voor alle grasland met ingang van 2003. Hiermee zit men ten aanzien van de nitraatdoelstelling aan de veilige kant.

De keuze is mede bepaald door de noodzaak voor de melkveehouderijbedrijven om over te schakelen op een systeem van beperkt weiden van het vee. Hoewel de overstap naar een dergelijk beweidingssysteem in de toekomst over het algemeen al zal worden gemaakt, als gevolg van o.a. de werking van de stikstofheffingen en de aangescherpte stikstofverliesnormen, en hoewel dat beweidingssysteem thans al door 50% van de melkveebedrijven wordt toegepast, valt nooit uit te sluiten dat er ook bedrijven zijn waar dit niet gebeurt. Daar komt bij dat het bij zeer hoog-productieve bedrijven denkbaar is dat een hogere stikstofgift in de vorm van dierlijke mest kan worden toegediend zonder de verliesnormen te overschrijden, terwijl de Nitraatrichtlijn op dit punt een absolute grens stelt.

Een lagere derogatie dan 250 kg stikstof per hectare is in de Nederlandse situatie echter ook niet wenselijk. Zou de toelaatbare stikstofgift met dierlijke mest voor grasland tot een lager niveau dan 250 kilogram per hectare worden teruggebracht, dan zouden de grondgebonden veehouderijbedrijven zich gedwongen zien om, ten behoeve van een voldoende gewasopbrengst, een extra stikstofgift in de vorm van kunstmest toe te passen. Op alle grondsoorten in Nederland heeft het gras een hoge productiviteit en kan dus een gift aan dierlijke mest overeenkomend met 250 kilogram stikstof per hectare worden toegediend, zonder dat het door de Nitraatrichtlijn beoogde beschermingsniveau wordt overschreden.

Om de veehouderijbedrijven voldoende gelegenheid te geven hun bedrijfsvoering aan de nieuwe normen aan te passen, wordt bij wijze van overgangsmaatregel gedurende één jaar, van 1 januari 2002 tot en met 31 december 2002, op grasland een dierlijke mestgift overeenkomend met 300 kilogram stikstof per hectare toegestaan. In het licht van het onderliggende wetenschappelijke rapport (Willems *et al.*, 2000) is een dergelijke hoge gift gedurende één jaar verantwoord, zonder afbreuk te doen aan de realisatie van de doelstellingen van de Nitraatrichtlijn. Daarbij moet worden bedacht dat de verhoging ook in verhouding staat tot de hogere norm die op grond van de Nitraatrichtlijn zelf gedurende de periode tot 20 december 2002 als uitgangspunt geldt, te weten 210 kilogram stikstof in plaats van 170 kilogram stikstof per hectare.

De regering is van oordeel dat sprake is van een sterke onderbouwing van de derogatie. Toch kan niet op voorhand worden gezegd dat ook de Commissie en het Nitraatcomité deze onderbouwing voldoende zullen vinden. Gelet op het complexe karakter van de relatie tussen het gebruik van dierlijke mest, de toegepaste wijze van regulering en de emissies naar het milieu, is het wetenschappelijke rapport thans onderwerp van een internationale, wetenschappelijke review.

### **c. Gevolgen voor de verliesnormen**

Om de dierlijke mestgiften op landbouwgrond tot een zodanig niveau terug te dringen dat wordt voldaan aan de maximum stikstofgiften, genoemd in het voorgaande onderdeel, zal in 2002 en 2003 een aanmerkelijke aanscherping van de verliesnormen moeten plaatsvinden. Daarbij zijn zowel de fosfaat- als de stikstofverliesnormen van belang. Een aanscherping van de fosfaatverliesnormen is noodzakelijk om de omvang van de dierlijke mestgift als zodanig terug te brengen. Een aanscherping van de stikstofverliesnormen is onder meer noodzakelijk om zeker te stellen dat een verminderde dierlijke mestgift niet wordt gecompenseerd door een groter stikstofkunstmestgebruik. Ook dit laatste is van belang, nu volgens de criteria van de Nitraatrichtlijn een derogatie uitsluitend kan worden toegestaan als ook bij de grotere dierlijke mestgift de doelstellingen van de Nitraatrichtlijn worden gerealiseerd.

Op 25 februari 2000 heeft het kabinet, in vervolg op eerdergenoemd nader overleg met LTO-Nederland over de beleidsvoornemens, besloten tot enige verruiming van de verliesnormen ten opzichte van de in die brief genoemde normen.

Intussen zal door middel van onderzoek en monitoring de mineralenbelasting van het grond- en oppervlaktewater door de landbouw ook voor de klei- en veengronden verder in beeld worden gebracht. Afhankelijk van de uitkomsten van dat onderzoek en van de uitkomst van de discussie met de Europese Commissie over de diepte waarop het nitraatgehalte van het grondwater moet worden gemeten, zal in 2002 in het kader van een totale evaluatie van het mest- en ammoniakbeleid worden bezien of een aanpassing van de stikstofverliesnormen voor 2003 en volgende jaren noodzakelijk is.

### **d. Uitspoelingsgevoelige gronden**

Met ingang van 1 januari 2003 gelden strengere verliesnormen voor de uitspoelingsgevoelige gronden. Het gaat daarbij om de zogenoemde droge zand- en lössgronden, gronden met een lage grondwaterstand en met een zodanige structuur dat nutriënten die niet door de gewassen worden opgenomen relatief snel uitspoelen. Hierdoor treedt bij deze gronden gemakkelijk een overschrijding op van de in de Nitraatrichtlijn voor de nitraatbelasting van het grondwater gehanteerde norm van maximaal 50 milligram nitraat per liter.

## **1.5.2 Verhoging van de heffingen**

In het eerder aangehaalde, met redenen omkleed, advies is een van de belangrijke bezwaren van de Europese Commissie dat de heffingen van MINAS niet voldoende hoog zijn om naleving van de voorschriften van de richtlijn te waarborgen. De Commissie verlangt in feite dat de heffingen een prohibitief karakter hebben.

Naar aanleiding van het, met redenen omkleed, advies heeft de regering opnieuw het gestaffelde tarief van de fosfaatheffing bekeken. Zij is daarbij tot de conclusie gekomen dat een tarief van f 20,-- per kg fosfaat, bij overschrijding van de verliesnorm ook voor de komende jaren voldoende sturingskracht zal

hebben. Het tarief zal verzekeren dat bedrijven in het algemeen eerder zullen kiezen voor gebruikmaking van de duurdere oplossingsrichtingen, zoals mestafzet op lange afstand en mestbe- of verwerking, dan voor betaling van een heffing.

Het thans in de Meststoffenwet opgenomen tarief van  $f$  1,50 per kg overschrijding voor de stikstofheffing, is wél voldoende om de stikstofverliezen die het gevolg zijn van overmatig kunstmestgebruik te reduceren; met name in die gevallen waar besparing op het kunstmestgebruik leidt tot minder kosten voor de agrariër. Het tarief is evenwel onvoldoende om maatregelen te treffen die wel kosten voor de agrariër met zich brengen, zoals aanpassingen in het veevoer of het voedersysteem of aanpassingen in het beweidingssysteem. Daarom wordt voorgesteld om dit tarief te verhogen tot  $f$  5,-- per kilogram stikstof bij overschrijding van de verliesnorm. Bij wijze van overgangsmaatregel wordt voor het jaar 2002 nog een staffeling in het tarief aangebracht.

### 1.5.3 Regulering van de productie van dierlijke mest: stelsel van mestafzetovereenkomsten

Voor een goede werking van de voorschriften gericht op beperking van het gebruik van meststoffen, met name MINAS, is essentieel dat landelijk niet meer meststoffen worden geproduceerd dan door de producenten op het eigen bedrijf kunnen worden toegediend en bij derden kunnen worden afgezet. Bij een veehouderij met een omvang en een intensief karakter als in Nederland, is daarvoor een aanvullend instrumentarium nodig dat direct stuurt op het geproduceerde mestvolume.

De regering heeft gekozen voor een integrale aanpak en besloten tot invoering van een zogenoemd stelsel van mestafzetovereenkomsten voor alle veehouderijsectoren. In dat stelsel wordt de omvang van de mestproductie die op een veehouderijbedrijf mag plaatsvinden direct afhankelijk gesteld van de toedienings- en afzetmogelijkheden die voor die mest bestaan, gegeven de normen van de Nitraatrichtlijn. Voor zover de veehouder over onvoldoende eigen grond beschikt om zijn mest af te zetten, moet hij zich voorafgaand aan de productie, door middel van zogenoemde mestafzetovereenkomsten, verzekeren van voldoende afzetmogelijkheden voor de te produceren mest. Daarbij gaat het om afzetmogelijkheden op landbouwgrond van derden, die gegeven de aan de Nitraatrichtlijn ontleende normen en de eigen mestproductie, nog voldoende toedieningsmogelijkheden voor de mest hebben, en om afzetmogelijkheden voor de mest buiten de Nederlandse landbouw. Afzet buiten de Nederlandse landbouw komt neer op afzet van de mest via erkende exporteurs in het buitenland - al dan niet na be- of verwerking op bedrijfsniveau of door erkende verwerkers - en op verwerking van de mest tot producten die niet als dierlijke of andere organische meststof kunnen worden aangemerkt, of op verbranding.

Het stelsel van mestafzetovereenkomsten heeft een aantal voordelen in vergelijking met de bestaande stelsels van dierrechten. Zo wordt o.a. een directe relatie met de normen van de Nitraatrichtlijn gelegd, wordt meer de nadruk gelegd op grondgebondenheid en mag pas vee worden gehouden nadat aan voorwaarden voor mestafzet is voldaan.

Het is de bedoeling dat het stelsel van mestafzetovereenkomsten per 1 januari 2002 in werking treedt. De mestproductierechten, varkensrechten en pluimveerechten zullen voorshands naast het nieuwe stelsel in stand worden gehouden. Achterliggende gedachten hierbij zijn dat: 1) het nieuwe stelsel zich eerst in de praktijk zal moeten bewijzen, 2) de bestaande dierrechten borg staan voor een verantwoorde en beheersbare introductie van het nieuwe stelsel en 3) de dierrechten een aangrijpingspunt vormen voor de verschillende beëindigingsregelingen in het kader van het flankerend beleid. Er dient echter voor gewaakt te worden dat de bestaande dierrechten en het stelsel van mestafzetovereenkomsten, die alle zijn gericht op beheersing van het geproduceerde mestvolume in Nederland, onnodig lang naast elkaar blijven bestaan. Een stapeling van gelijkgerichte instrumenten moet immers zoveel mogelijk worden voorkomen. Daarom zullen de dierrechten per 1 januari 2005 vervallen. Tot die datum zal een bedrijf om dierlijke meststoffen te mogen produceren, niet alleen over voldoende mesttoedieningsruimte en mestafzetovereenkomsten moeten beschikken, maar ook over voldoende dierrechten.

## 1.6 Discussiepunten met de Europese Commissie over het mestbeleid

De discussiepunten van de Nederlandse regering met de Europese Commissie over het mestbeleid hebben vooral betrekking op de flexibiliteit en de interpretatieruimte die de Nitraatrichtlijn biedt. In Sectie 1.4 is in onderdeel a. al ingegaan op de formele kritiek die de Europese Commissie heeft op het Nederlandse beleid. Een deel van deze kritiek richt zich op het nog steeds niet van kracht zijn van al aangekondigde regelgeving, met name ten aanzien van de opslag en het gebruik van dierlijke mest en kunstmest. Deze kritiek is ondervangen als de betreffende regelgeving daadwerkelijk in werking is getreden. Fundamenteel is de kritiek van de Commissie die zich richt op de systematiek van MINAS en de verliesnormen. De Nederlandse regering is van mening dat bij de implementatie van de Nitraatrichtlijn het realiseren *van de doelen* primair is en dat lidstaten een zekere vrijheid moeten hebben bij de keuze *van de middelen* die worden ingezet om die doelen te bereiken. De Nederlandse regering vindt dan ook dat het systeem van MINAS binnen de kaders van de Nitraatrichtlijn past. Dit staat verder los van de vraag of de verliesnormen voldoende streng zijn om de stikstofbelasting van grond- en oppervlaktewater tot het vereiste niveau terug te dringen.

Complicerende factor in deze discussie is wel dat de Commissie veelal uitgaat van een bemestingsbalans op perceelsniveau en zeer veel moeite lijkt te hebben om de koppeling met een input-output balans op bedrijfsniveau, zoals in MINAS, te maken.

Een tweede punt dat veel discussie oproept, zowel tussen de Nederlandse regering en de Europese Commissie als binnen Nederland, is de norm van 50 mg nitraat per liter in het grondwater in relatie tot de Nitraatrichtlijn. Het betreft hier de onderbouwing van de norm en de diepte waarop deze norm wordt toegepast. Dit is relevant, omdat de Commissie zowel de doeltreffendheid van het Nederlandse beleid aan deze doelstelling toetst, als de gerechtvaardigheid van de derogatie. Vanuit humaan-toxicologische hoek worden de laatste jaren kritische opmerkingen gemaakt bij de waarde van 50 mg per liter: deze zou onnodig laag zijn. Een recentelijk door de Wereld Gezondheids Organisatie (WHO) uitgevoerde review heeft echter geen reden gegeven tot bijstelling. Zowel de Europese Commissie als de Nederlandse regering volgen de WHO in dezen. De Nitraatrichtlijn zelf geeft echter geen uitsluitsel over de diepte waarop deze doelstelling moet worden gerealiseerd. Hoewel de Commissie doende is om een handreiking op te stellen voor de monitoring, vindt ook daarin geen scherpe definiëring plaats. Bovendien heeft de Commissie aangegeven niet het voornemen te hebben om deze handreiking een wettelijke status te geven. Hierbij wordt opgemerkt dat deze normstelling in de Nitraatrichtlijn een minder directe werking heeft dan in het Nederlandse MINAS, omdat de Nitraatrichtlijn in essentie een systeem van middelvoorschriften is en MINAS juist een systeem van doelvoorschriften.

Een derde punt van discussie is de mededeling die de Nederlandse regering aan de Europese Commissie heeft gedaan dat zij voor grasland een derogatie van de maximale stikstofgift met dierlijke mest zal toepassen, namelijk in 2003 250 kg stikstof als dierlijke mest per hectare en niet 170 kg, zoals de Richtlijn primair stelt. In Sectie 1.4 is onder b. reeds ingegaan op de inhoudelijke achtergronden van deze derogatie. De wetenschappelijke rapportage die er aan ten grondslag ligt is thans onderwerp van bespreking in een internationaal expert panel. Naar verwachting zullen de uitkomsten van deze bespreking een belangrijke factor vormen bij het door de Commissie te formuleren standpunt over de Nederlandse derogatie. De belangrijkste discussiepunten zijn hierbij voornamelijk:

- aan de hand van welk uitspoelingscriterium en welke interpretatie van de nitraatnorm voor grondwater wordt bepaald of het niveau van de Nederlandse derogatie in overeenstemming is met de doelstellingen van de Richtlijn?
- kan de derogatie wel van toepassing zijn voor tijdelijk grasland?
- hoe staat het met de onderbouwing en de nauwkeurigheid van de gebruikte modellen?
- welke meetresultaten zijn beschikbaar naast de modelmatige prognoses?



Tabel 1.2. *Illustratie van de geleidelijke aanscherping van de mestgiften ( $\text{kg N-totaal ha}^{-1} \text{jr}^{-1}$ ) en verliesnormen ( $\text{kg ha}^{-1} \text{jr}^{-1}$ ) voor bouw- en grasland (Tweede Kamer, 1999-2000b).*

Jaar	Stikstofgift dierlijke mest		Stikstofnorm mestafzet-contracten		Fosfaat-verliesnorm		Stikstofverliesnorm					
	bouw-land	gras-land	bouw-land	gras-land	bouw-land	gras-land	bouw-land	bouwland klei/veen	bouwland droog zand/löss	gras-land	grasland klei/veen	grasland droog zand/löss
98/99	-	-	-	-	40	40	175	175	175	300	300	300
2000	-	-	-	-	35	35	150	150	150	275	275	275
2001	-	-	-	-	35	35	125	150	125	250	250	250
2002	190 <sup>1</sup>	300	170 <sup>2</sup>	300	30	25	110	150	100	220	220	190
2003	170	250	170	250	20	20	100	100	60	180	180	140

<sup>1</sup> Indien gebruik wordt gemaakt van relatief stikstofrijke dierlijke mest; bij minder stikstofrijke mest kan de norm van 170 al in 2002 worden gerealiseerd.

<sup>2</sup> 210 voor maïsland.



## 2. Nitraat in het bovenste grondwater van ‘De Marke’ en van andere bedrijven

*L.J.M. Boumans, B. Fraters & G. van Drecht (RIVM, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu)*

### 2.1 Inleiding

#### 2.1.1 Algemeen

Het mestbeleid heeft onder andere tot doel de stikstofoverschotten in de landbouw te verminderen zodat de stikstofverliezen naar het grond- en oppervlaktewater zullen afnemen (Henkens, 2001). Het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) is eind jaren tachtig gestart om de effecten van het mestbeleid te kunnen evalueren. Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) en het Landbouweconomisch Instituut (LEI) voeren dit meetnet uit in opdracht van de ministeries van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM) en Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (LNV). Het LMM maakt deel uit van een verzameling meetnetten voor bodem- en grondwaterkwaliteit die door het RIVM worden gebruikt voor haar Milieu Planbureau taak. Tabel 2.1 geeft een overzicht van landelijke meetnetten voor bodem- en grondwaterkwaliteit

Het LMM heeft twee functies: evalueren en verkennen. Geëvalueerd wordt of de nutriëntenoverschotten afnemen en daardoor de grondwaterkwaliteit op landbouwbedrijven verbetert. Verkend wordt welke grondwaterkwaliteit (nitraatconcentratie) gerealiseerd kan worden op bedrijven met geringere mineralenoverschotten (stikstof)<sup>1</sup> dan gemiddeld.

De evaluatie geschiedt op basis van gegevens van representatieve landbouwbedrijven, die zijn geselecteerd uit het Bedrijfsinformatienetwerk (BIN) van het LEI. Een voorwaarde bij de selectie was dat de bedrijven representatief zijn voor het landbouwareaal in de zandgebieden. Onder de groep representatieve bedrijven komen bedrijven voor met een laag stikstofoverschot.

De verkenning wordt, in tegenstelling tot de evaluatie, uitgevoerd op:

- landbouwbedrijven, die uit het BIN zijn geselecteerd op een laag stikstofoverschot,
- landbouwbedrijven die meedoen aan projecten die als doel hebben een zo laag mogelijk stikstofoverschot te bereiken; dit zijn het project Management Duurzame Melkveehouderij (MDM; 1993-1998), het project Biologische Veehouderij en Management (BioVeeM; vanaf 1997) en het project ‘Koeien & Kansen’ (K & K; vanaf 1999),
- proefbedrijven die als doel hebben om zo laag mogelijk stikstofoverschot te bereiken; dit zijn ‘De Marke’ in de Achterhoek en de Lovinkhoeve in de Noordoostpolder.

Het LMM is van start gegaan in de zandgebieden. Het grondwater in zandgebieden bevat van nature minder nutriënten dan dat in klei- en veengebieden en de kwaliteit wordt bedreigd door de hoge bodembelasting met nutriënten in de afgelopen decennia. Momenteel omvat LMM ook meetpunten in de klei- en veengebieden.

Het LMM onderzoek op ‘De Marke’ heeft tot doel te achterhalen:

- wat in een kwetsbare situatie, bij een normale melkproductie en een zo laag mogelijk stikstofoverschot, de stikstofuitspoeling is,
- hoelang het duurt voordat deze uitspoeling is bereikt,
- of ‘De Marke’ in het bovenste grondwater onder de EU-drinkwaternitraatnorm van 50 mg l<sup>-1</sup> komt. Dit doel is door ‘De Marke’ zelf gesteld (Aarts *et al.*, 1992).

<sup>1</sup> Hoewel stikstof geen mineraal is in de strikte zin van het woord, wordt deze terminologie hier gebruikt om aan te sluiten bij de sector en het beleid.

Tabel 2.1. *Overzicht van de meetnetten voor bodem- en grondwateronderzoek.*

Meetnet	Ontwikkeling volgen van	Schaalniveau	Meetfrequentie	Eerste meetjaar en aantal locaties			
				zand	klei	veen	löss
LMB (Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit)	Accumulerende stoffen (fosfor, zware metalen, organische micro's) in relatie tot bedrijfsvoering en atmosferische depositie	Landbouwbedrijf Bosopstand	Eén keer in de zes jaar, vaste groep	1993 (100)	1996 (60)	1995 (20)	-
LMM (Landelijke Meetnet effecten Mestbeleid)	Nutriëntconcentraties in bovenste meter van het grondwater in relatie tot bedrijfsvoering en atmosferische depositie	Landbouwbedrijf Bos en heideveld (1-25 ha)	Variabel Wisselende groep	1989 (250)	1992 (50)	1995 (20)	-
LMG (Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit)	Kwaliteit diepere grondwater (10 en 25 meter beneden maaiveld)	Put	Variabel (om de 1-4 jaar) Vaste locaties	1984 (221)	1984 (100)	1984 (37)	1984 (9)
ISDIV (Informatiesysteem Drink- en Industrierivierwatervoorziening)	Kwaliteit ruw- en reinwater	Pompstation	Meerdere keren per jaar Vaste locaties	1992 ca. 192	1992 ca. 42	1992	1992 ca. 15

De LMM-metingen op representatieve landbouwbedrijven in de zandgebieden uit 1992-1995 worden gebruikt als referentie voor 'De Marke'. Deze groep van 94 bedrijven is representatief voor 62% van het agrarisch oppervlak in de zandgebieden (Fraters *et al.*, 1997). Ook wordt 'De Marke' vergeleken met MDM-bedrijven.

## 2.1.2 Stikstofuitspoeling, nitraatuitspoeling en nitraatconcentratie

Het stikstofverlies naar het grondwater, de stikstofuitspoeling, vindt hoofdzakelijk plaats in de vorm van nitraat dat is opgelost in water dat de wortelzone aan de onderzijde verlaat. Ammonium en organische stikstof zijn andere vormen van stikstof die kunnen uitspoelen. Gemiddeld genomen bestaat 5% van de stikstof in een grondwatermonster van de bovenste meter grondwater in de zandgebieden uit ammonium, 13% uit organische stikstof en 82% uit nitraat (Fraters, 1998). Het is onduidelijk in hoeverre ammonium en organische stikstof van nature in opgeloste vorm aanwezig zijn of door de monsternamen uit de bodem zijn vrijgemaakt (zie Sectie 2.1.3).

De nitraatconcentratie in het bovenste grondwater wordt hoofdzakelijk door drie factoren bepaald:

1. de grondwaterstand,
2. variaties in neerslag en verdamping,
3. het stikstofoverschot.

### ad 1 Grondwaterstand

Bij ondiepere grondwaterspiegels is er meer kans op anaërobie en daardoor op denitrificatie. De nitraatconcentratie blijkt daarom afhankelijk van de grondwaterstandshoogte (Gt), (Werkgroep, 1985; Boumans *et al.*, 1989)

### ad 2 Variaties in neerslag en verdamping

Variaties in neerslag en verdamping leiden tot variaties in grondwateraanvulling. De gemiddelde grondwateraanvulling in Nederland bedraagt ongeveer 300 mm per jaar. Als de bodemporositeit 0,33 bedraagt, dan bevindt het water van de jaarlijkse aanvulling zich in de bovenste meter onder de grondwaterspiegel. Bodemvocht, boven de grondwaterspiegel, stroomt nagenoeg alleen in verticale richting maar grondwater kan ook horizontaal stromen. De doorlatendheid van dieper gelegen dekzandlagen bedraagt ongeveer 2 km per jaar (Meinardi *et al.*, 1978). Dekzand dat aan het oppervlak is gelegen zal meer leem en klei bevatten, waardoor de doorlatendheid minder is. De gradiënt van grondwaterstijghoogten is gemiddeld ongeveer 1 m/km in Nederland. Hieruit kan worden afgeleid dat de horizontale stroomsnelheid van het grondwater niet meer dan enkele meters per jaar bedraagt. Het bovenste grondwater is dus regenwater dat meestal ter plekke is geïnfilteerd. Variaties in de grondwateraanvulling leiden er onder andere toe dat het uitspoelend nitraat wordt opgelost in een variabele hoeveelheid water, waardoor de nitraatconcentratie van het grondwater varieert (Boumans *et al.*, 1997). Door natte en droge jaren kan de nitraatconcentratie met meer dan een factor twee verschillen (Fraters *et al.*, 1997).

Er kan worden verwacht dat in het voorjaar systematisch andere nitraatconcentraties voorkomen dan in het najaar, door zogenaamde seizoenseffecten. Bijvoorbeeld, in het najaar is meestal de grondwaterstand dieper en daardoor is de bovenste meter van het grondwater ouder. Door meer denitrificatie kan dan meer nitraat uit het grondwater zijn verdwenen. Hiervan is tot nu toe in het LMM niets gebleken (Fraters *et al.*, 1997).

### ad 3 Stikstofoverschot

Door een groter stikstofoverschot spoelt meer nitraat uit onder overigens gelijke omstandigheden.

### 2.1.3 Voorafgaand onderzoek op 'De Marke'

In 1995 is voor de eerste keer een vergelijking gemaakt tussen 'De Marke' en representatieve bedrijven (Boumans & Fraters, 1995). De conclusie was dat de gemiddelde nitraatconcentratie op 'De Marke' was gedaald van 193 mg l<sup>-1</sup> in 1990 naar 60 mg l<sup>-1</sup> in 1994, maar dat reeds in 1992, na drie jaar maatregelen, de nieuwe 'evenwichtssituatie' bereikt was. Voor de gemiddelde nitraatconcentratie in de nieuwe evenwichtssituatie is een ruwe schatting gemaakt van ongeveer 100 mg l<sup>-1</sup>, rekening houdend met de weersomstandigheden in de periode 1992-1994, die droger waren dan het meerjarig gemiddelde. In het maandverslag van 'De Marke', september 1998, is een uitgebreidere analyse gemaakt van de gevonden nitraatconcentraties in het bovenste grondwater en de invloed van het weer. Er werd geconstateerd dat er in de periode 1992-1997 geen duidelijke toe- of afname was waar te nemen van de nitraatconcentraties, indien rekening werd gehouden met de weersinvloeden. De gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater van 'De Marke' bij gemiddelde waarden voor neerslag en verdamping (deze waarden zijn berekend voor de periode 1978-1997) werd geschat op ongeveer 74 mg l<sup>-1</sup>. Er werd geconstateerd dat 'De Marke' stikstof efficiënter benut dan representatieve bedrijven en dat eenzelfde pakket maatregelen als geïmplementeerd op 'De Marke', op de meeste representatieve bedrijven met ondiepere grondwaterstanden, waarschijnlijk wel zal leiden tot een gemiddelde nitraatconcentratie onder de EU-nitraatnorm. Deze constatering was mede gebaseerd op mondelinge mededelingen over de resultaten van een recente Gt-opname van het bedrijf.

Door Hack-ten Broeke & De Groot (1995) werd eveneens geconstateerd dat verschillen in neerslagoverschot en grondwaterregime een grotere invloed hebben op de nitraatconcentratie dan de verschillende perceelsbehandelingen. Conijn (2000) vond, gemiddeld over de periode 1993-1998, nauwelijks verschillen in de nitraatconcentratie tussen 'blijvend grasland', 'huiskavel' en 'veldkavel' (Hilhorst & Oenema, 2001).

De verschillen tussen de jaren in gemiddelde nitraatconcentraties van het bedrijf, in de periode na 1992, lijken dus eerder te zijn bepaald door het weer dan door het bedrijfsmanagement.

### 2.1.4 Doel van het LMM-grondwateronderzoek op 'De Marke'

In Sub-sectie 2.1.1 is gemeld dat het doel van het LMM-grondwateronderzoek op 'De Marke' is om de stikstofuitspoeling in de zandgebieden, bij een normaal melkproductieniveau en een zo laag mogelijk stikstofoverschot, te achterhalen en vast te stellen hoe lang het duurt voordat deze minimale uitspoeling wordt bereikt. In Sub-sectie 2.1.2 is aangegeven dat de stikstofuitspoeling voornamelijk plaats heeft in de vorm van nitraat en dat nitraatconcentraties in de bovenste meter grondwater indicatief zijn voor de stikstofuitspoeling. De gemiddelde nitraatconcentratie op 'De Marke' wordt jaarlijks gemeten om, met behulp van weersgegevens, na te gaan of de stikstofuitspoeling op 'De Marke' duidelijk lager is dan op andere bedrijven. Vervolgens wordt op dezelfde wijze nagegaan of de stikstofuitspoeling op 'De Marke' daalt.

## 2.2 Meten en rekenen

### 2.2.1 Meten

#### 2.2.1.1 Bemonstering van een bedrijf; variabiliteit en systematische fout

Het grondwater van een bedrijf kan vanwege technische redenen niet in zijn geheel worden bemonsterd. Er kunnen alleen puntmetingen van de grondwaterkwaliteit worden gedaan. Op een bedrijf kunnen tussen puntmetingen grote verschillen voorkomen. Om betrouwbaar de gemiddelde nitraatconcentratie van een bedrijf vast te stellen zijn veel puntmetingen nodig. Veel 'quick and dirty'

puntmetingen, mits deze niet gepaard gaan met systematische fouten, geven in de praktijk een nauwkeuriger beeld voor een bedrijf dan een beperkt aantal nauwkeurige puntmetingen (Ramsey, 1993). Indien een verandering op een bedrijf of een verschil tussen twee bedrijven wordt berekend als het verschil van twee metingen, dan mag een meting ook een systematische fout hebben, als deze fout op beide meetmomenten of op beide bedrijven dezelfde is. Met andere woorden de systematische fout verdwijnt als verschillen worden berekend.

### **2.2.1.2 Bemonstering van de bovenste meter grondwater**

De bemonstering van grondwater is minder arbeidsintensief dan de bemonstering van bodemvocht onder de wortelzone. Vaak is dit laatste zelfs niet mogelijk omdat, vooral in de zomer, niet genoeg vocht aanwezig is.

Door de bovenste meter van het grondwater te bemonsteren krijgt men, gemiddeld genomen, een indruk van de nitraatuitspoeling van een voorafgaand jaar (Sub-sectie 2.1.2). Een bemonsteringsfrequentie van eenmaal per jaar is optimaal om zo snel mogelijk kwaliteitsveranderingen vast te stellen, omdat na 1 jaar, gemiddeld genomen, de bovenste meter ververst is. Als een minder dikke waterlaag wordt bemonsterd, kunnen seizoensinvloeden een grotere spreiding van de gevonden nitraatconcentraties veroorzaken, terwijl we geïnteresseerd zijn in de jaarlijkse gemiddelde concentratie. De bovenste meter grondwater wordt bemonsterd, omdat wordt verwacht dat dit grondwater afkomstig is van regenwater dat binnen enkele meters afstand van het monsterpunt is gevallen (Sub-sectie 2.1.2).

In het algemeen geldt dat de hoogste nitraatconcentraties in het bovenste grondwater worden gevonden. Naarmate dieper onder de grondwaterspiegel wordt bemonsterd, neemt de kans toe dat nitraat door denitrificatie uit het grondwater is verdwenen. Bovendien reageert de nitraatconcentratie in dieper grondwater trager op afnemende stikstofverliezen uit de wortelzone dan het bovenste grondwater. Herkomst en ouderdom van dieper grondwater zijn minder duidelijk dan die van het bovenste grondwater.

### **2.2.1.3 Uitvoering puntmeting**

Plaatsing bemonsteringslans

In Nederland komt de grondwaterspiegel meestal binnen 5 m vanaf het maaiveld voor. Dit grondwater kan op elk punt van een perceel of bedrijf worden bemonsterd via een met de hand gemaakt boorgat tot onder de grondwaterspiegel. Voor het LMM wordt in de zandgebieden een boorgat gemaakt tot 80 cm onder de grondwaterspiegel. Hierbij wordt een kraag van 50 cm in het gat geplaatst om te verhinderen dat materiaal uit de wortelzone onderin het gat valt. In dit boorgat wordt een holle buis geplaatst, de bemonsteringslans, die aan de onderzijde over een zekere lengte is geperforeerd (in het LMM 50 cm voor zandgebieden). Indien het geperforeerde deel volledig onder de grondwaterspiegel wordt geplaatst, dan kan via onderdruk het grondwater naar het maaiveld worden gebracht. Het grondwater wordt vooral aangezogen via beter doorlatende lagen, zodat ongeveer de bovenste meter grondwater wordt bemonsterd.

In principe kan grondwater worden bemonsterd met behulp van onderdruk, als de grondwaterspiegel minder dan 10 m diep is. In de praktijk is de gerealiseerde onderdruk onvoldoende als de grondwaterspiegel dieper is dan 5 m onder het maaiveld. Daarom hebben alle grondwatergegevens van het LMM betrekking op situaties met het grondwater binnen 5 m onder het maaiveld.

Voor elke bemonstering wordt een nieuw boorgat gemaakt waarin een bemonsteringslans wordt geplaatst. Hierdoor wordt elk jaar op dezelfde manier bemonsterd, in tegenstelling tot de situatie waar

gebruik wordt gemaakt van putten die permanent blijven bestaan. Voordelen van eenmalige putten ten opzichte van permanente putten zijn:

- geen effect van de leeftijd van een eenmalige put op de grondwaterkwaliteit mogelijk (denk hierbij o.a. aan frequent betreden van de onmiddellijke omgeving van een put),
- afwerking, terugvinden, opgraven en tenslotte verwijderen van een permanente put kost meer tijd,
- een eenmalige put kan preciezer worden geplaatst om de bovenste meter grondwater te bemonsteren, vanwege grondwaterstandsfluctuaties,
- er is kans op beschadiging van permanente putten, bijvoorbeeld door ploegen.

### Spoelen

Door het plaatsen van een bemonsteringslans wordt de bodem verstoord en kan materiaal van de bovengrond naar beneden worden verplaatst. De bovengrond bevat naar verwachting meer nutriënten, zoals nitraat, waardoor de nitraatconcentratie in het bemonsterde grondwater kan worden beïnvloed. Tevens is het mogelijk dat door de verstoring stoffen uit de vaste fase worden vrijgemaakt en in oplossing gaan. In de praktijk wordt eerst een liter grondwater onttrokken alvorens een monster wordt genomen (spoelen). Door veel spoelen kunnen versturende invloeden beperkt worden. Meer spoelen heeft echter als nadelen dat mogelijk grondwater uit diepere lagen wordt onttrokken en dat de bemonsteringstijd toeneemt. Het zou kunnen dat monsters meer nitraat en andere nutriënten bevatten indien minder gespoeld wordt.

Indien het grondwater moeilijk toestroomt wordt minimaal een halve liter gespoeld. Er is onderzocht in hoeverre de hoeveelheid spoelwater invloed heeft op de te meten concentraties. Op 48 landbouwbedrijven in de zandgebieden is een monster grondwater genomen nadat met een liter is voorgespoeld (standaard) en uit hetzelfde boorgat is een monster genomen na 10 maal zoveel (10 l) voorspoelen. De gemiddelde nitraat- en ammoniumconcentratie bedroeg respectievelijk 84 en 0,7 mg l<sup>-1</sup>. Het gemiddelde verschil (concentratie 2e monster – concentratie 1e monster) was respectievelijk +4% en -17%. Het voor nitraat gevonden verschil van gemiddeld 4% meer nitraat in het tweede monster is niet significant. Er zijn dus geen aanwijzingen dat we door te weinig spoelen te veel nitraat vinden. Voor ammonium is mogelijk sprake van een significante afname door meer spoelen.

### Filtreren en aanzuren

Het opgepompte water wordt in het veld gefiltreerd over een membraam-filter van 0,45 µm en aangezuurd met zwavelzuur (3 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, pro analyse) tot circa pH 2. De monsters worden gekoeld bewaard tot verwerking.

De bemonstering op 'De Marke' wijkt af van de bemonstering op representatieve en voorloperbedrijven doordat niet direct in het veld wordt gefiltreerd en aangezuurd. Gezien het grote aantal monsters op 'De Marke' zou dat teveel tijd kosten. Er is onderzocht of deze afwijking invloed heeft op de gemeten nitraatconcentraties.

Op 18 landbouwbedrijven in de zandgebieden is uit een put een grondwatermonster genomen dat direct werd gefiltreerd en aangezuurd, een volgend monster werd direct bij aankomst in het laboratorium gefiltreerd en aangezuurd en tenslotte werd een monster na een week gefiltreerd en aangezuurd. Gemiddeld bedroeg de nitraatconcentratie in het eerste monster 138 mg l<sup>-1</sup> en in het tweede en derde monster 136 mg l<sup>-1</sup>. Er zijn geen duidelijke verschillen gevonden.



#### 2.2.1.4 Bemonsterde bedrijven

##### Representatieve bedrijven

Gedurende de periode 1992-1995 zijn binnen het LMM 94 representatieve bedrijven bemonsterd die deelnamen aan het LEI-Bedrijveninformatienet, LEI-BIN (Fraters *et al.*, 1997). In 1996 zijn geen representatieve bedrijven bezocht. De resultaten van representatieve bedrijven vanaf 1997 worden nog geanalyseerd en zijn daarom niet gebruikt als referentie voor 'De Marke'. Van de 94 representatieve bedrijven zijn er 31 gedurende alle vier de jaren bezocht, 55 zijn drie jaren bezocht en 9 twee jaar. De bemonstering van een bedrijf duurt maximaal 4 dagen. In 1992, 1993 en 1994 zijn 48 individuele monsters per bedrijf genomen. In 1995 zijn 16 monsters genomen, omdat de bedrijfsbemonstering in 1995 is geoptimaliseerd (Fraters *et al.*, 1997). De meetpunten op de representatieve bedrijven zijn evenredig met het perceelsoppervlak verdeeld over de percelen. Per perceel is de locatie van het meetpunt willekeurig geselecteerd. De bedrijfsbemonsteringen verschillen onderling, omdat het meetnet is geoptimaliseerd en omdat sommige bedrijven het LEI-BIN hebben verlaten. Elk jaar wordt, indien mogelijk, op ongeveer dezelfde locatie op een perceel een monster genomen.

##### MDM-bedrijven (project Management Duurzame Melkveehouderij, Beldman, 1997)

RIVM heeft van 1992 tot en met 1997 op 5 MDM-bedrijven, en in 1998 op 4 MDM-bedrijven in het zandgebied de nitraatconcentratie gemeten. Voor 1998 is de ontbrekende gemiddelde nitraatconcentratie geschat door interpolatie en vervolgens is weer een gemiddelde berekend met 5 afzonderlijke waarden. De uitgebreide gegevensverzameling op de MDM-bedrijven door het LEI heeft in de periode 1992 tot mei 1997 plaatsgevonden.

##### 'De Marke'

'De Marke' is bemonsterd gedurende de periode 1990-1999. Er is gestreefd naar een bemonsteringsdichtheid van 3 monsters per hectare. Afhankelijk van de grootte van het perceel werden minimaal 4 en maximaal 13 monsters per perceel genomen. Elk jaar werd op ongeveer dezelfde locatie op een perceel een monster genomen.

#### 2.2.1.5 Bepaling van bedrijfskenmerken

##### Grondwatertrap (Gt)

Het oppervlak van de representatieve bedrijven, MDM-bedrijven en 'De Marke' is afgelezen van de bodemkaart 1:50.000, waarop grondwatertrappen staan vermeld (De Vries & Denneboom, 1992). Het percentage oppervlak van Gt V, Gt V\* en Gt VI is bepaald en als 'neutraal' geclassificeerd, dat van Gt VII, Gt VII\* en Gt VIII als 'droog'. Het overig deel werd als 'nat' geclassificeerd. Deze Gt-classificatie wijkt af van de algemene definitie van droge gronden zoals die gebruikt wordt bij het mestbeleid. Dan wordt ook Gt VI gerekend tot de droge gronden. De gemiddelde nitraatconcentraties per bedrijf van de 94 representatieve bedrijven bleken beter gerelateerd te kunnen worden aan de eerstgenoemde classificatie (Boumans & Van Drecht, 1998). Om verwarring te voorkomen met een Gt die in het veld is bepaald, wordt de afgeleide Gt, 'kaart-Gt' genoemd. In het verleden is naast de Gt, indexconcentratie, grondwaterstand en stikstofaanvoer, geen invloed van het bodemtype op de nitraatconcentraties gevonden voor bedrijven in de zandgebieden (Boumans & Van Drecht, 1998).

##### Weersinvloeden op de nitraatconcentratie

Weersinvloeden op de nitraatconcentratie worden onderzocht met behulp van de zogenaamde indexconcentratie. De indexconcentratie wordt berekend met onder andere neerslag- en verdampings-

gegevens. De leeftijd van grondwater wordt gerelateerd aan het tijdstip dat het water via neerslag op de bodem is gekomen. De indexconcentratie neemt toe met het leeftijdsverschil tussen het oudste en jongste grondwater in de bovenste meter. De indexconcentratie geeft daardoor een idee van de mate van verdunning in de bovenste meter grondwater.

De indexconcentratie wordt berekend met de computercode ONZAT (Van Drecht, 1983) en tien-daagse gegevens over neerslag en verdamping. Een inerte stof wordt bij de computerberekeningen elke decade toegediend in een hoeveelheid van  $10 \text{ mg m}^{-2}$ . Indien de grondwateraanvulling  $365 \text{ mm a}^{-1}$  bedraagt, is de indexconcentratie in het bovenste grondwater  $1 \text{ mg l}^{-1}$ . Naarmate de bovenste meter de grondwateraanvulling van een kortere tijd bevat, neemt de indexconcentratie evenredig af. De indexconcentratie varieert in de tijd en naar plaats, omdat ontwateringsbases, neerslag en verdamping variëren. Zie voor een uitgebreidere beschrijving, Bijlage A in Boumans *et al.* (1997).

De indexconcentratie wordt berekend voor één bodemtype (bovengrond nummer 1 en ondergrond nummer 1 van Tabel 3 in Wösten *et al.*, 1987) en één vegetatietype (gras). De indexconcentratie is berekend voor 10 ontwateringsbases, variërend van 50 tot 500 cm min maaiveld, en voor de 9 weerdistricten in de zandgebieden (KNMI, maandoverzichten van het weer). Door verschil in ontwateringsbasis varieert de grondwaterstand bij identieke neerslag en verdamping.

Voor elk monsterpunt is de indexconcentratie opgezocht in de rekenresultaten, via het weerdistrict, tijd van monsternamen en de grondwaterstand in het boorgat. Op dezelfde manier als voor de gemeten nitraatconcentratie is ook de indexconcentratie gemiddeld voor berekening van een gemiddelde indexconcentratie per bedrijf.

## 2.2.2 Rekenen

### 2.2.2.1 Nitraatconcentratie en stikstofoverschot

De nitraatconcentratie van 'De Marke' kan vergeleken worden met de nitraatconcentraties van de representatieve bedrijven. Een lagere of hogere nitraatconcentratie gaat echter niet altijd samen met een lager of hoger stikstofoverschot.

Het stikstofoverschot van een perceel is het verschil tussen de hoeveelheid stikstof die op het maaiveld komt als kunstmest, dierlijke mest en ammoniakdepositie, en de hoeveelheid die het maaiveld aan de bovenkant weer verlaat in de vorm van plantaardige producten en ammoniakemissie. De stikstofuitspoeling is de hoeveelheid stikstof die via de wortelzone naar het grondwater verdwijnt. Het overschot kan niet in zijn geheel in het grondwater worden teruggevonden want:

- stikstof kan in de bodem worden vastgelegd of kan eruit vrijkomen; deze uitwisseling wordt niet gemeten,
- naast nitraat kunnen ook andere stikstofverbindingen uitspoelen; het is onbekend in hoeverre de gemeten verbindingen zijn uitgespoeld of uit de bodem zijn vrijgemaakt tijdens de monsternamen,
- nitraat kan worden gedenitrificeerd en verdwijnt dan uit het grondwater; dit proces wordt ook niet gemeten.

Het is desalniettemin toch mogelijk om verschillen in nitraatconcentraties tussen verschillende bedrijven toe te schrijven aan verschillen in stikstofoverschot.

Stel, voor twee bedrijven zijn weersomstandigheden, grondwaterstand, bodemtype, etc., identiek, en ook de overige bedrijfskenmerken, met uitzondering van het stikstofoverschot. Een hogere nitraatconcentratie in het bovenste grondwater kan direct geïnterpreteerd worden als een grotere nitraatuitspoeling, een gevolg van een groter stikstofoverschot, zonder dat de absolute grootte van de uitspoeling bekend is. In werkelijkheid zijn identieke bedrijven moeilijk te vinden. Om toch nitraatconcentraties te

kunnen vergelijken, is een gemiddelde relatie afgeleid tussen de nitraatconcentratie in het grondwater enerzijds, en indexconcentratie, grondwaterstand of Gt anderzijds, met uitzondering van het stikstofoverschot. De gemeten gemiddelde nitraatconcentraties per bedrijf zullen in meer of mindere mate afwijken van deze gemiddelde relatie. Behalve door een verschil in stikstofoverschot, kan dit veroorzaakt zijn door onbekende kenmerken en eventuele meetfouten. Behalve de gemiddelde relatie is ook de mate waarin afwijkingen voorkomen berekend. Heeft een bedrijf, met een geringer stikstofoverschot, een lagere nitraatconcentratie dan waarschijnlijk is volgens de berekende gemiddelde relatie en de optredende afwijkingen, dan wordt geconcludeerd dat dit is veroorzaakt door het geringere stikstofoverschot.

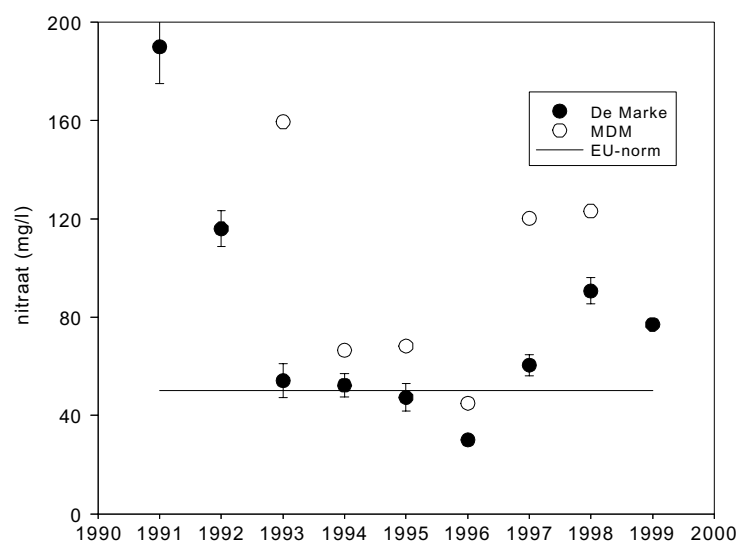
### 2.2.2.2 Vergelijking van nitraatconcentraties

De volgende nitraatconcentraties worden vergeleken:

1. de jaarlijks gemeten gemiddelde nitraatconcentraties van 'De Marke' en van vijf MDM-bedrijven, die zijn berekend door middelen van afzonderlijke metingen (Figuur 2.1),
2. de gemiddelde concentraties van 'De Marke' en 94 representatieve bedrijven die zijn berekend door middelen van de jaarlijks gemeten gemiddelde nitraatconcentraties (Figuur 2.2),
3. de concentraties uit Figuur 2.2 die zijn aangepast voor de indexconcentratie en de kaart-Gt (Figuur 2.3),
4. de concentraties uit Figuur 2.2 die zijn aangepast voor de indexconcentratie en de grondwaterstand tijdens de bemonstering (Figuur 2.4),
5. de jaarlijkse gemiddelde concentraties van 'De Marke' die zijn aangepast voor de indexconcentratie en de grondwaterstand (Figuur 2.5).

#### Ad 3, 4 en 5

De nitraatconcentraties zijn met regressie-analyse gerelateerd aan de Gt of grondwaterstand en de indexconcentratie. Dit resulteert in een regressiemodel. Voor elke concentratie is de afwijking tot de verwachtingswaarde volgens het model berekend. Het model is vervolgens gebruikt om voor de gemiddelde indexconcentratie, gemiddelde grondwaterstand of Gt van 'De Marke', de bijbehorende gemiddelde nitraatconcentratie te berekenen. Dit is de gemiddelde waarde van 'De Marke'. Een aangepaste nitraatconcentratie is de som van de afwijking en deze gemiddelde waarde.



Figuur 2.1. Het gemiddelde van de gemeten nitraatconcentratie van 5 MDM bedrijven gedurende de periode 1993-1998 en het gemiddelde en de standaardafwijking van de gemeten nitraatconcentratie op 'De Marke' gedurende de periode 1991-1999.

## 2.3 Resultaten

### 2.3.1 'De Marke' en vijf MDM-bedrijven

In Figuur 2.1 staan de jaarlijkse gemiddelden van de gemeten nitraatconcentraties van 'De Marke' en 5 MDM-bedrijven. Op de MDM-bedrijven werden jaarlijks slechts 48 monsters genomen, op 'De Marke' 176. Daarom is het gemiddelde van 5 MDM-bedrijven weergegeven.

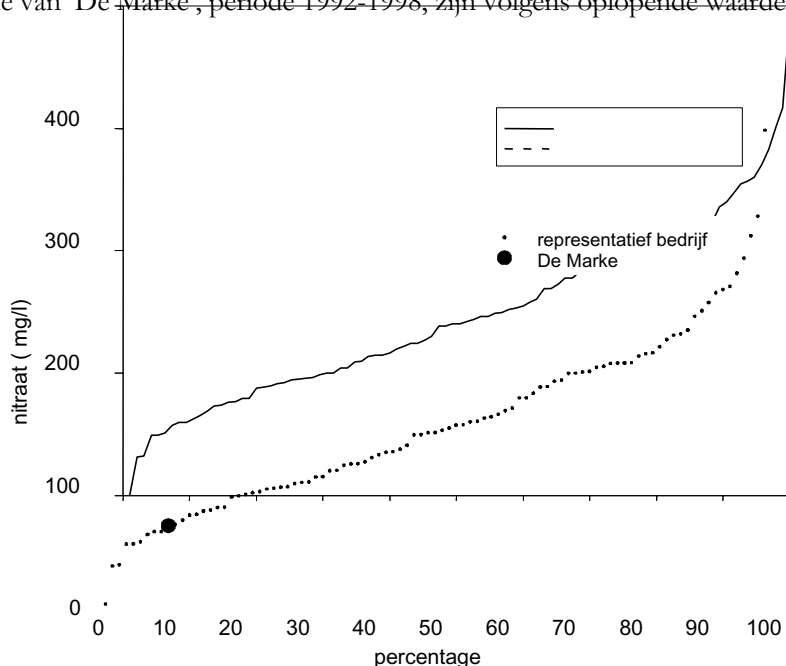
De gemeten nitraatconcentratie van de MDM-bedrijven in 1993 kan nog zijn beïnvloed door de periode voordat speciale maatregelen waren genomen om het stikstofoverschot te beperken, omdat het enige tijd kan duren voordat er een evenwicht is ingetreden met de nieuwe situatie.

Figuur 2.1 laat zien dat de gemiddelde nitraatconcentratie van 'De Marke' in de periode 1993-1998 elk jaar lager is dan het gemiddelde van de MDM-bedrijven. De gemiddelden van de MDM-bedrijven en van 'De Marke' vertonen eenzelfde soort verloop in de tijd. Dit is een aanwijzing voor mogelijke weerseffecten.

De jaarlijks gemiddelde nitraatconcentratie van 'De Marke' daalt van 193 mg l<sup>-1</sup> in 1991 tot minder dan 40 mg l<sup>-1</sup> in 1996. In eerder onderzoek is geconstateerd dat de nitraatconcentratie van 'De Marke' in 1991 nog niet volledig in evenwicht was met de nieuwe bedrijfsvoering, wat in 1992 wel het geval was. De concentratieverandering tussen 1992 en 1993 werd toegeschreven aan verschillen in weersomstandigheden (Boumans & Fraters, 1995). De gemiddelde nitraatconcentratie van 1999 is mogelijk beïnvloed doordat nieuw land bij 'De Marke' is gekomen, dat in voorafgaande jaren een andere eigenaar had, en dat ander land is afgestoten en daardoor niet meer is bemonsterd. De gemiddelde nitraatconcentratie van het 'nieuwe land' bedraagt 230 mg l<sup>-1</sup>. Wordt het nieuwe land niet meegenomen dan is de gemiddelde concentratie van 'De Marke' 66 mg l<sup>-1</sup>. in plaats van 80 mg l<sup>-1</sup>. Ook voor andere jaren geldt dat het bedrijfsoppervlak is veranderd. Daarmee is geen rekening gehouden.

### 2.3.2 'De Marke' en representatieve bedrijven

De gemiddelde gemeten nitraatconcentraties van 94 representatieve bedrijven en de gemiddelde nitraatconcentratie van 'De Marke', periode 1992-1998, zijn volgens oplopende waarden weergegeven in Figuur 2.2.



Figuur 2.2. Gemiddelde gemeten nitraatconcentratie van 'De Marke' voor de periode 1992-1998 en de gemiddelde gemeten nitraatconcentraties van 94 representatieve bedrijven op zandgrond, gemeten in de periode 1992-1995.

Het rangnummer voor 'De Marke' in de reeks van Figuur 2.2 bedraagt 10 van de 95. 'De Marke' is een 11%-bedrijf, ofwel 89% van de bedrijven heeft een hogere gemiddelde nitraatconcentratie. Indien de 94 representatieve bedrijven aselekt of representatief zijn gekozen en bemonsterd, dan heeft met grote zekerheid (97,5%), 81% van de bedrijven in de zandgebieden van Nederland een hogere nitraatconcentratie.

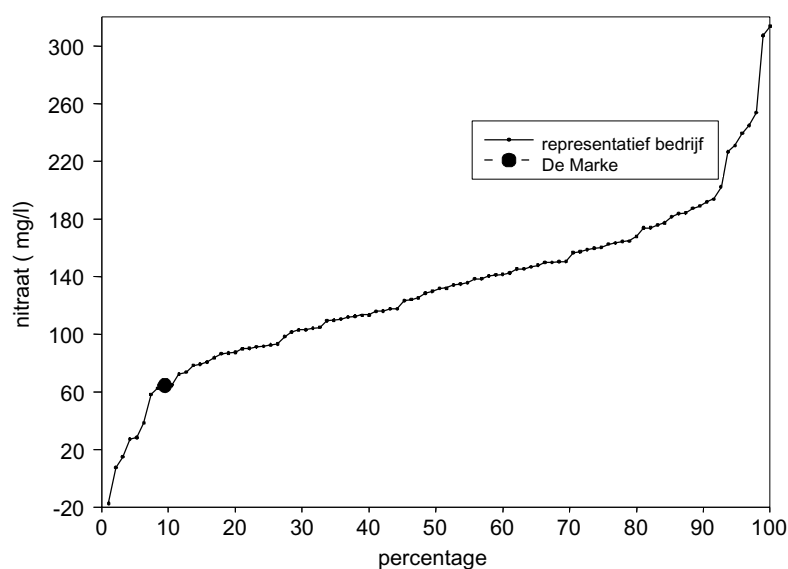
Figuur 2.2 geeft onbewerkte gegevens uit verschillende periodes. In de volgende sectie wordt onderzocht in hoeverre het weer, de grondwaterstand en de Gt invloed hebben gehad op de gevonden gemiddelde nitraatconcentraties

## 2.4 Discussie

### 2.4.1 Invloed indexconcentratie en kaart-Gt

De locatie van 'De Marke' zal extra nitraatuitspoeling geven vanwege de droogtegevoeligheid van de bodem (Hilhorst & Oenema, 2001). Daarom is naast de indexconcentratie ook de kaart-Gt gebruikt om de nitraatconcentraties van de representatieve bedrijven aan te passen. Ten opzichte van de representatieve bedrijven heeft 'De Marke' weinig 'natte gronden' (representatief 39% en 'De Marke' 7%), maar hier staat tegenover dat er volgens de kaart-Gt ook weinig 'droge gronden' zijn (representatief 13% en 'De Marke' 7%). Vooral het percentage droge grond van de representatieve bedrijven blijkt van invloed op de nitraatconcentratie.

De gemiddelde indexconcentratie van 'De Marke' is 0,98. De gemiddelde indexconcentratie van de representatieve bedrijven is 1,17 en varieert tussen de 0,3 en 2,5. Voor elk van de representatieve bedrijven is de gemeten concentratie omgerekend naar een aangepaste nitraatconcentratie, door voor deze bedrijven dezelfde indexconcentratie en Gt-verdeling aan te nemen als voor 'De Marke'. Deze aangepaste nitraatconcentraties zijn weergegeven in Figuur 2.3.



Figuur 2.3. Aangepaste concentraties van 94 representatieve bedrijven voor de indexconcentratie en kaart-Gt op 'De Marke' (periode 1992-1995) en de gemiddelde concentratie van 'De Marke' (periode 1992-1998).

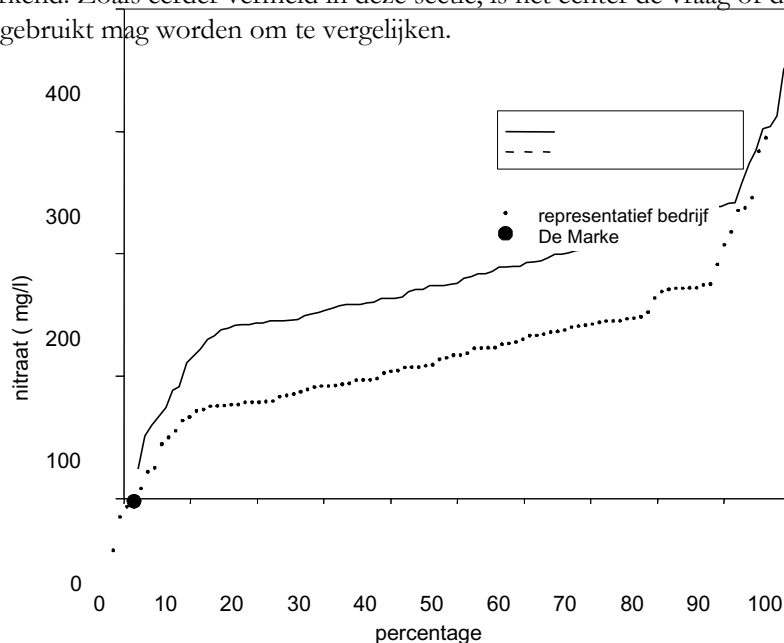
Er is weinig verschil tussen Figuren 2.2 en 2.3. De kaart-Gt en de gemiddelde indexconcentratie van 'De Marke' zijn niet zo bijzonder dat dit, volgens het model, zou leiden tot een hogere nitraatuitspoeling. Ook Hack-ten Broeke (2001) vindt dat 'De Marke' niet uitzonderlijk uitspoelingsgevoelig is.

## 2.4.2 Invloed indexconcentratie en grondwaterstand

De beschikbare Gt-kaarten zijn inmiddels verouderd (Van het Loo, 1997) en minder nauwkeurig dan metingen ter plekke. De gemeten grondwaterstand tijdens de bemonstering geeft mogelijk een betere indicatie voor het droger of natter zijn van 'De Marke'. Een mogelijk bezwaar is dat 'De Marke' meestal eind september of begin oktober wordt bemonsterd, terwijl de representatieve bedrijven in de periode maart-juli worden bemonsterd. In oktober is de grondwaterstand meestal dieper dan in het voorjaar of vroege zomer. Daar staat tegenover dat de representatieve bedrijven grotendeels in 1992 en 1993 zijn bemonsterd, toen de grondwaterstand laag was door voorafgaande droge jaren. Een groter gedeelte van de grondwatermonsters op 'De Marke' is genomen na voorafgaande nattere jaren.

De gemiddelde gemeten grondwaterstand en indexconcentratie van 'De Marke' zijn gekozen als referentieomstandigheden. De gemeten nitraatconcentraties van de representatieve bedrijven zijn aangepast voor de gemiddelde grondwaterstand en indexconcentratie van 'De Marke' (Figuur 2.4). De gemiddelde grondwaterstand op 'De Marke' is 2,15 m en op de representatieve bedrijven 1,30 m en varieert tussen de 0,3 en 3,5 m.

'De Marke' komt nu als vierde in de (oplopende) volgorde, met duidelijk een afwijkend lagere concentratie. Van de representatieve bedrijven heeft 95% een hogere aangepaste nitraatconcentratie. Met grote zekerheid (97,5%) heeft 90% van de bedrijven in de zandgebieden van Nederland een hogere aangepaste nitraatconcentratie dan 'De Marke'. In de regressie-analyse wordt 'De Marke' als significant afwijkend laag herkend. Zoals eerder vermeld in deze sectie, is het echter de vraag of de gemeten grondwaterstand gebruikt mag worden om te vergelijken.



Figuur 2.4. Aangepaste concentraties van 94 representatieve bedrijven (periode 1992-1995) voor de indexconcentratie en grondwaterstand op 'De Marke' en de gemiddelde concentratie van 'De Marke' (periode 1992-1997).

## 2.4.3 Verschillen tussen jaren op 'De Marke'

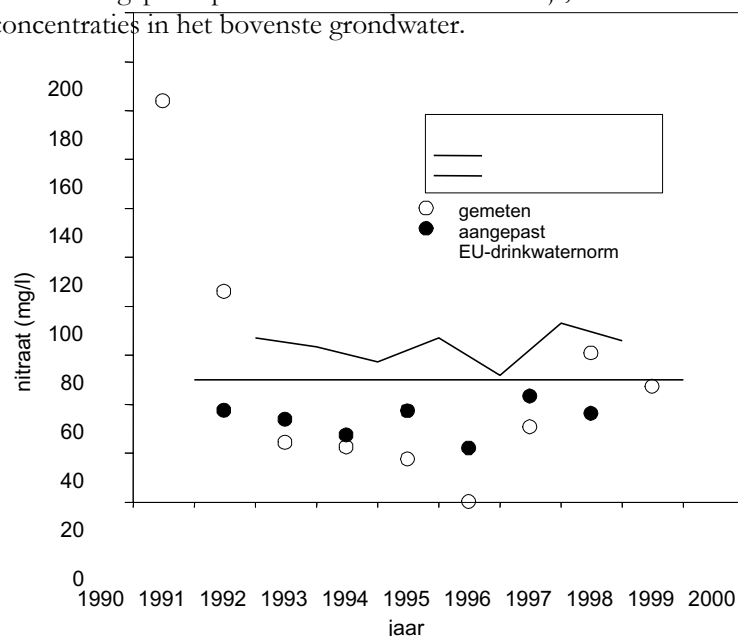
Naast de vergelijking met representatieve bedrijven, is het interessant om te onderzoeken of de fluctuaties in de nitraatconcentratie van 'De Marke' zijn toe te schrijven aan het weer. In een eerder onderzoek (Boumans & Fraters, 1995) is geconcludeerd dat de daling van de nitraatconcentratie tussen 1992 en 1993 (Figuur 2.1), is toe te schrijven aan een toegenomen neerslaghoeveelheid. Op representatieve bedrijven werd immers een soortgelijke daling van de nitraatconcentratie gevonden, terwijl er geen aanwijzingen waren voor een afname van het stikstofoverschot. Er werd verondersteld

dat in 1992 de evenwichtssituatie voor de nitraatconcentratie in het grondwater op 'De Marke' bereikt was, behorend bij de genomen maatregelen in voorafgaande jaren. De jaarlijkse gemiddelden van de gemeten concentraties staan in Figuur 2.5. De nitraatconcentraties van 'De Marke' blijken samen te hangen met de indexconcentratie en de grondwaterstand op het tijdstip van monsternamen. De jaarlijkse gemiddelden van de gemeten nitraatconcentraties kunnen hiervoor aangepast worden zodat mogelijk beter een trend valt waar te nemen (Figuur 2.5).

Het gemiddelde van de nitraatconcentraties in de bovenste meter grondwater in de periode 1992-1998 bedraagt  $63 \text{ mg l}^{-1}$ . De gemeten gemiddelde en de aangepaste nitraatconcentraties gedurende de periode 1992-1998 (Figuur 2.5) fluctueren rondom dit gemiddelde en vertonen geen duidelijke trend.

## 2.5 Conclusies

De gemiddelde nitraatconcentratie in de bovenste meter van het grondwater van 'De Marke' komt, in een vergelijking met 94 representatieve bedrijven die verspreid zijn gelegen in de zandgebieden van Nederland, op de 10e plaats in de volgorde van oplopende concentraties. Vanwege droogtegevoelige omstandigheden is 'De Marke' extra kwetsbaar voor nitraatuitspoeling. Indien de bedrijfsvoering van 'De Marke' zou worden toegepast op een minder kwetsbaar bedrijf, dan zou dat waarschijnlijk leiden tot lagere nitraatconcentraties in het bovenste grondwater.



Figuur 2.5. Jaarlijks gemiddelde gemeten nitraatconcentraties en aangepaste nitraatconcentraties voor de gemiddelde indexconcentratie en gemiddelde grondwaterstand op 'De Marke'.

De jaarlijks gemiddelde nitraatconcentratie van 'De Marke' vanaf 1992 schommelt tussen de 115 en  $30 \text{ mg l}^{-1}$ . Deze schommelingen kunnen grotendeels worden toegeschreven aan natuurlijke variatie in neerslag en verdamping. In de periode 1992-1998 vindt geen duidelijke daling of stijging van de nitraatconcentratie plaats. Drie jaar na het invoeren van een bedrijfsvoering gericht op vermindering van de stikstofuitspoeling is de nieuwe evenwichtstoestand in het grondwater bereikt.

De gemiddelde gemeten nitraatconcentratie in de bovenste meter grondwater van 'De Marke' in de periode 1992-1998 bedraagt  $63 \text{ mg l}^{-1}$ . De periode 1991-1998 is natter geweest dan de periode 1975-1998. Indien het in de toekomst droger wordt, kan verwacht worden dat de gemiddelde nitraatconcentratie hoger wordt en verder boven de EU-drinkwaternorm zal liggen.





### 3. Stikstofbeheer op ‘De Marke’; bedrijfssysteem, doelen en resultaten

G.J. Hilborst (*‘De Marke’*) & J. Oenema (*Plant Research International*)

#### 3.1 Inleiding

Op het gemiddelde melkveebedrijf op de lichtere zandgronden is de aanvoer van mineralen in meststoffen en voer veel groter dan de afvoer in melk en vlees. Het verschil – het overschot – belast het milieu vroeg of laat. Door af- en uitspoeling van nitraat en fosfaat raken oppervlakte- en grondwater verontreinigd. Atmosferische depositie van ammoniak kan leiden tot verzuring en draagt bij aan eutrofiëring. Ecosystemen kunnen daardoor ontregeld raken en cultuurhistorisch erfgoed beschadigd. Het overheidsbeleid is erop gericht de verliezen van nutriënten te beperken tot milieuhygiënisch aanvaardbare niveaus. De veehouder zal proberen de kosten die voortvloeien uit het overheidsbeleid zo laag mogelijk te houden. Daarvoor moet hij beschikken over voldoende en betrouwbare informatie. Het landbouwkundig onderzoek moet ervoor zorgen dat de veehouder tijdig over de benodigde informatie kan beschikken. Het project ‘De Marke’ levert daaraan een bijdrage.

##### 3.1.1 Doelstelling ‘De Marke’

Kenmerkend voor de melkveehouderij is de combinatie van plantaardige en dierlijke productie binnen één bedrijf. Door de uitwisseling van voer en mest tussen de plantaardige en dierlijke componenten van het bedrijf doorlopen mineralen<sup>2</sup> een kringloop waaruit verliezen optreden. Om voor proefbedrijf ‘De Marke’ een geschikt bedrijfssysteem te vinden zijn zowel voor de dierlijke als voor de plantaardige bedrijfscomponent de belangrijkste input-output-relaties gekwantificeerd, waaronder de relatie tussen melkproductie en benodigde voedermiddelen en die tussen gewasgroei en benodigde meststoffen en water. Vervolgens zijn deze relaties gebruikt bij het zoeken naar bedrijfssystemen die in theorie voldoen aan de gestelde eisen: een zo rendabel mogelijke melkproductie bij stringente voorwaarden met betrekking tot milieukwaliteit, rekening houdend met de wensen van de samenleving ten aanzien van dierenwelzijn, natuur en landschap. Het afvoeren van mest of het uitbesteden van de opfok van jongvee is niet toegestaan omdat dit kan leiden tot afwenteling van problemen. Terwille van de herkenbaarheid voor veehouders is uitgegaan van een melkproductie van ongeveer 12.000 kg ha<sup>-1</sup>, het gemiddelde in de zandgebieden aan het einde van de jaren tachtig (Aarts *et al.*, 1992; Biewinga *et al.*, 1992).

De milieunormen van ‘De Marke’ met betrekking tot mineralen (Tabel 3.1) zijn veel scherper dan de verliesnormen (overschotmaxima) die de overheid heeft geformuleerd in het kader van de mestwetgeving. De verliesnormen van de overheid zijn compromissen tussen wensen op het gebied van milieukwaliteit en verwachte landbouwkundige problemen bij het realiseren ervan (Dekker & Van Leeuwen, 1998). Op uitspoelingsgevoelige zandgrond mag het N-overschot (inclusief depositie, enige binding door vlinderbloemigen en de ‘diercorrectie’, de toeslag op de verliesnormen voor gras- en bouwland) van een gemiddeld bedrijf uiteindelijk nog steeds 190 kg ha<sup>-1</sup> bedragen, het P-overschot 9 kg ha<sup>-1</sup>. Bij ‘De Marke’ was de gewenste milieukwaliteit de enige maatstaf. In Tabel 3.1 is ook aangegeven in hoeverre de normen van ‘De Marke’ afwijken van de werkelijke verliezen in het midden van de jaren tachtig. Aan intensivering kwam toen een einde door de melkquotering en er werd een begin gemaakt met mestbeleid. Die periode kan daarom worden gezien als een keerpunt in de milieubelasting en dient als referentie bij het vaststellen van verbeteringen in milieuprestaties van de melkveehouderij. Duidelijk

<sup>2</sup> Hoewel strikt gesproken stikstof geen mineraal is wordt die terminologie hier gebruikt om aan te sluiten bij het beleid en de sector.

is dat de mineralenverliezen op het proefbedrijf maar een fractie mogen zijn van de verliezen in de referentieperiode.

De niet in Tabel 3.1 opgenomen milieudoelen hebben vooral betrekking op het gebruik van bestrijdingsmiddelen, de ophoping van zware metalen, de emissie van broeikasgassen, het verbruik van water en energie, en de ontwikkeling van natuurwaarden. Voor deze doelen gelden in de regel streefwaarden, geen minima of maxima die onvoorwaardelijk gerealiseerd moeten worden (Aarts *et al.*, 2000c).

Tabel 3.1. Normen van proefbedrijf 'De Marke' met betrekking tot mineralenverliezen en de beoogde afname ten opzichte van de verliezen van gangbare bedrijven in de (referentie)periode 1983-1986 (Aarts *et al.*, 1992; Biewinga *et al.*, 1992).

Doel	Maximale waarde 'De Marke'	Afname t.o.v. gangbaar (%)
Stikstof (N)		
- vervluchtiging ammoniak	30 kg N ha <sup>-1</sup> , uit dierlijke mest	70
- uitspoeling nitraat	50 mg nitraat l <sup>-1</sup> , in het bovenste grondwater	75
- vervluchtiging stikstofoxiden	3 kg ha <sup>-1</sup>	66
- overschot op bedrijfsbalans	128 kg ha <sup>-1</sup> , inclusief depositie en binding door vlinderbloemigen	74
Fosfor (P)		
- uitspoeling	0,15 mg P l <sup>-1</sup> , in het bovenste grondwater	?
- overschot op bedrijfsbalans	0,45 kg P ha <sup>-1</sup> , inclusief depositie	99

## 3.2 Bedrijfssysteem

Van de bedrijfssystemen die in theorie aan de normen voldeden, is het onderzoektechnisch meest interessante systeem in 1992 in praktijk gebracht op een speciaal voor dit doel aangekocht bedrijf, en wordt sindsdien als systeem 'De Marke' verder ontwikkeld. Vanwege omvang en kosten was het in veelvoud aanleggen van het experimentele systeem niet realistisch, het is dus uniek. Hieronder wordt het bedrijfssysteem 'De Marke' nader toegelicht. Kerngetallen worden gepresenteerd in Tabel 3.2.

### 3.2.1 Veestapel

Om de verliezen van mineralen op bedrijfsniveau te beperken is een goede mineralenbenutting door het vee van essentieel belang. Om hieraan te voldoen moet de veestapel aan de volgende eisen voldoen (Biewinga *et al.*, 1992):

- genetische aanleg voor een hoge melkproductie per koe (ca. 9000 kg),
- goede aanleg voor eiwitproductie, gepaard aan een nauwe vet/eiwitverhouding,
- waar mogelijk, selectie op persistentie, vruchtbaarheid, levensduur en efficiëntie van voederconversie.

De veestapel is gehuisvest in een emissiearme ligboxenstal, met natuurlijke ventilatie. Met 80 melkkoeien en 58 stuks jongvee heeft het bedrijf een lagere veebezetting dan een praktijkbedrijf met dezelfde melkproductie per ha. De jaarlijkse melkproductie per koe is op 'De Marke' ruim 1000 kg hoger dan in de praktijk. 'De Marke' kan dus met minder koeien eenzelfde hoeveelheid melk produceren. De voerbehoefte is daardoor lager, zodat het bedrijf naast het eigen ruwvoer, ook een gedeelte van het benodigde krachtvoer kan telen.

De veebezetting is 1,8 GVE<sup>3</sup>/ha en per 10 melkkoeien zijn er 7,3 stuks jongvee aanwezig. De gemiddelde ('93-'98) melkproductie per koe is 8.359 kg en ligt de laatste jaren op een hoger niveau dan in de eerste jaren. Na het verdwijnen van de voederbieten uit het rantsoen (vanaf '96/'97) is het vetgehalte van de melk gedaald tot ruim onder de vetreferentie (4,33%).

Tabel 3.2. Kengetallen proefbedrijf 'De Marke'.

	'93/'94	'94/'95	'95/'96	'96/'97	'97/'98	'98/'99	Gem. '93-'98
Melkkoeien	82,0	81,2	79,4	76,6	75,6	79,8	79,1
Jongvee > 1 jaar	29,9	28,8	24,4	27,3	29,3	26,4	27,7
Jongvee < 1 jaar	35,9	29,1	30,0	31,0	26,9	31,2	30,7
Jongvee/10 melkkoeien	8,0	7,1	6,9	7,6	7,4	7,2	7,3
Melkkoeien/ha	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,4
GVE/ha	1,9	1,8	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8
Kg melk per ha	11.806	11.623	11.409	11.919	11.787	12.516	11.843
Kg melk per koe	8.005	8.102	8.119	8.791	8.622	8.516	8.359
Vetgehalte (%)	4,39	4,37	4,50	4,31	4,14	4,17	4,31
Eiwitgehalte (%)	3,49	3,50	3,50	3,47	3,42	3,42	3,47
Gras (ha)	30,6	35,0	34,2	29,2	26,5	31,5	31,2
Snijmaïs (ha)	13,1	10,1	13,7	20,2	20,1	14,1	15,2
MKS <sup>1</sup> (ha)	5,8	7,1	4,6	7,1	8,7	8,7	7,0
Voederbieten (ha)	6,1	4,4	4,0	---	---	---	2,4
Bedrijfsoppervlakte (ha)	55,6	56,6	56,5	56,5	55,3	54,3	55,8

#### *Maïskolvenschroot*

### 3.2.2 Voeding

In de zomerperiode werd tot en met de weideperiode 1999 voor de melkkoeien het zogenaamde siësta-beweidingsstelsel gevolgd. De melkkoeien gaan dan 's morgens en 's avonds na het melken vier tot vijf uur de wei in. Daarna komen de koeien op stal en krijgen daar een rantsoen met snijmaïs, maïskolvenschroot (MKS) en krachtvoer. Het eiwitrijke gras in de wei wordt zo gecompenseerd met eiwitarme producten op stal. Door de perioden van eiwitrijke en eiwitarme voeding te verkorten, kan beter op de norm worden gevoerd en kan een hogere benuttingsefficiëntie van stikstof worden behaald. Een ander belangrijk voordeel is dat de beweidingverliezen lager zijn en er minder mest en urine in de weide terecht komt. Juist de heterogene ruimtelijke verdeling van de mest en urine zorgt voor een verhoogde kans op N-uitspoeling. Het melkvee werd op 1 oktober opgesteld, één maand eerder dan onder praktijkomstandigheden.

In de winterperiode worden eigen geteeld kuilgras, kuilmaïs en MKS gevoerd. De helft van het benodigde krachtvoer wordt op het bedrijf geteeld; het overige krachtvoer wordt aangekocht, meestal in de vorm van mengvoer. MKS heeft zich inmiddels bewezen als een goede krachtvoervervanger. Nadeel van de gangbare oogstmethode van MKS is dat het maïsstro op het land achterblijft. Op 'De Marke' worden, met een speciaal ontwikkelde hakselaar, in één werkgang MKS en maïsstro geoogst. Het

<sup>3</sup> GVE is grootvee-eenheid. 1 melkkoe = 1 GVE; 1 jongvee > 1 jaar = 0,439 GVE; 1 jongvee < 1 jaar = 0,22 GVE

maïsstro bevat weinig energie, eiwit en kalium, maar wel veel ruwe celstof. Hierdoor past het goed in het rantsoen van droogstaande koeien en dragende pinken.

In Tabel 3.3 staat een overzicht van de veevoeding in de jaren 1993-1997 (Habekotté *et al.*, 1999). Het totale voerverbruik was bijna 9% hoger dan verwacht. Het melkvee nam 6% meer drogestof op dan verwacht en het jongvee 23% meer. De belangrijkste reden voor de hogere opname door jongvee is dat bij de opzet van 'De Marke' werd uitgegaan van 46 stuks jongvee, terwijl er de afgelopen jaren gemiddeld 58 stuks aanwezig waren.

Tabel 3.3. Voeropname veestapel 'De Marke' (ton drogestof per jaar).

	Gehele veestapel		Melkvee		Jongvee	
	prognose	'93-'97	prognose	'93-'97	prognose	'93-'97
Kuilgras	134	150	110	132	24	18
Weidegras	146	111	108	66	38	44
Snijmaïs (incl. bieten) <sup>1</sup>	148	171	131	158	17	13
Voerresten <sup>2</sup>	0	16	0	8	0	7
Overig <sup>3</sup>	27	48	17	26	10	23
<i>Totaal runvoer</i>	<i>455</i>	<i>496</i>	<i>366</i>	<i>390</i>	<i>89</i>	<i>105</i>
Voederbieten	65	22	62	21	3	1
MKS	23	47	23	47	0	0
Mengvoer	76	103	74	94	2	9
Premix	PM	4	PM	3	PM	0
<i>Totaal krachtvoer</i>	<i>164</i>	<i>176</i>	<i>159</i>	<i>165</i>	<i>5</i>	<i>10</i>
Totaal	619	672	525	555	94	115

<sup>1</sup> Soms is een deel van de voederbieten samen met snijmaïs ingekuuld.

<sup>2</sup> Voerresten van melkkoeien worden door jongvee en droogstaande koeien opgenomen.

<sup>3</sup> Overig runvoer bestaat uit maïsstro, bietenblad en herfstkuilgras.

De voederbieten zijn in 1996 uit het rantsoen verdwenen. De gemiddelde opname van voederbieten is daardoor lager dan de prognose. De lager dan verwachte opname van weidegras is deels gecompenseerd door een hogere opname van herfstkuilgras. Herfstkuilgras is het gras dat als gevolg van het vroeg opstallen moet worden gemaaid. Benutting van 'bijproducten' van de krachtvoervervangers, als maïsstro en bietenblad, en beweiding van het vanggewas onder maïs, Italiaans raaigras, zijn belangrijke kenmerken van de voeding op 'De Marke'. Ook door het naweiden van pinken na het uitscharen van de melkkoeien worden 'afvalproducten' benut.

De hoeveelheid aangekocht krachtvoer (mengvoer en premix) is groter dan verwacht. Dat heeft onder meer te maken met het feit dat, wanneer alle dieren in groepen zijn gehuisvest, het niet goed mogelijk is om het rantsoen zo samen te stellen dat alle dieren exact op de energie- en eiwitnorm worden gevoerd.

### 3.2.3 Grondgebruik

Proefbedrijf 'De Marke' beschikt over ruim 55 ha cultuurgrond. De grond is rond de vorige eeuwwisseling ontgonnen uit heide. Een humeuze bovenlaag van 30 cm dik ligt op vrijwel ondoorwortelbaar geel

zand (Dekkers, 1992). Het grondwater bevindt zich op de meeste plaatsen meerdere meters diep, zodat het gewas er niet bij kan en de capillaire opstijging gering is. Na enige dagen droogte ontstaat er al vochttekort bij het gewas.

Vooraf droge zandgronden zijn gevoelig voor niraatuitspoeling. In de wortelzone kan maar weinig water worden opgeslagen, waardoor een korte regenperiode al voor uitspoeling van opgeloste voedingsstoffen kan zorgen. Tevens is op deze gronden de omzetting van niraat tot stikstofgas (denitrificatie) gering. Uit Tabel 3.4 blijkt dat de grond van 'De Marke' tot het droogste deel van de Nederlandse zandgronden behoort. De helft van de grond heeft een vochtleverend vermogen van minder dan 50 mm. Op deze grond zijn de niraat- en andere stikstofdoelen het moeilijkst te realiseren. Kunstmatige beregening is op deze gronden noodzakelijk om alle ruwvoer en een deel van het krachtvoer zelf te kunnen verbouwen bij een melkproductie van bijna 12.000 kg ha<sup>-1</sup>.

Tabel 3.4. *Vergelijking zandgrond 'De Marke' met zandgrond heel Nederland (naar Dekkers, 1992).*

Vochtleverend vermogen (mm)	Uitspoelingsgevoeligheid	Aandeel op 'De Marke' (%)	Aandeel in zandgrond Nederland (%)
> 200	zeer gering	5	20
150-200	vrij gering	6	26
100-150	matig	11	28
50-100	vrij groot	28	8
< 50	zeer groot	50	18

De 55 ha cultuurgrond is opgesplitst in drie kavels: blijvend grasland, huiskavel en veldkavel. Het blijvend grasland heeft een areaal van 11 ha en ligt dicht bij de stal. Op de overige 44 ha wordt wisselbouw toegepast. Op de huiskavel (30 ha) wordt een driejarige grasperiode afgewisseld met een driejarige maïspanperiode. Op de veldkavel (14 ha) is de duur van de maïspanperiode vijf jaar.

Belangrijkste verschillen tussen huis- en veldkavel zijn het al dan niet kunnen beweiden en beregenen en de afstand tot de bedrijfsgebouwen. De huiskavel en het blijvende grasland zijn bereikbaar met melkvee en kunnen beregend worden. Voor de veldkavel is dat niet het geval. Deze kavel vormt de 'buitenste schil' van het bedrijf. Het grasland van de huiskavel en het blijvend grasland worden daardoor intensiever beweid dan het grasland van de veldkavel.

Een voordeel van wisselbouw is het op peil houden van het organische-stofgehalte van de bodem. Hierdoor behoudt die zijn vochthoudend vermogen en is beter bewortelbaar. Daarnaast kunnen bij wisselbouw meststoffen die niet benut worden door het ene gewas, maar achterblijven in de bodem, door een volggewas benut worden. Ook zijn er minder problemen met onkruid. Met name de opbrengst van maïs is in wisselbouw beduidend hoger dan in continueelt (Scholte, 1987).

Iets meer dan de helft van de grond is in gebruik als grasland; op de rest wordt maïs geteeld. Vergeleken met de meeste bedrijven op zandgrond is het aandeel maïs groot. Maïs levert hogere voeropbrengsten dan gras, en op de droge grond van 'De Marke' ook nog met veel minder beregening, waardoor het verbruik van grondwater en de aankoop van voer kunnen worden beperkt. Een flink aandeel maïs in het rantsoen beperkt de uitscheiding van stikstof door de dieren.

### 3.2.4 Bemesting

Bij de bemesting geldt een aantal uitgangspunten. Het belangrijkste uitgangspunt is dat alle dierlijke mest op het bedrijf op een verantwoorde wijze ingezet moet worden. Zodoende kunnen de gewassen er maximaal van profiteren en is zo min mogelijk kunstmest nodig. Daarnaast is de bemesting gericht op het beperken van de uitspoeling van nitraat, zodat de nitraatdoelstelling gerealiseerd wordt. Voor fosfaat geldt evenwichtsbemesting: niet meer bemesten dan in het gewas wordt afgevoerd.

De basisbemestingsniveaus voor stikstof zijn: voor gras 250 kg ha<sup>-1</sup> en voor maïs 100 kg ha<sup>-1</sup>. Per perceel wordt de bemestingsbehoefte vastgesteld, waarbij rekening wordt gehouden met het gewas, het vochtleverend vermogen van de bodem, de fosfaattoestand van het perceel en het vrijkomen van stikstof uit ondergeploegde zode en groenbemester. De bemestingsbehoefte wordt zo goed mogelijk gedekt uit de eigen dierlijke mest en de stikstofbinding door klaver. Het grasland wordt bemest vanaf 1 maart, het maïsland vlak voor het zaaien.

Voor maïs is de stikstofbehoefte bepalend voor de hoogte van de drijfmestgift, voor gras de fosfaatbehoefte. De consequentie daarvan zou zijn dat op maïsland fosfaatkunstmest en op grasland stikstofkunstmest gestrooid zou moeten worden. Dit is niet gewenst in verband met het terugdringen van de stikstof- en fosfaataanvoer. De oplossing voor dit probleem is het boven en onder de fosfaatbehoefte bemesten, afhankelijk van het gewas. Tijdelijk grasland krijgt met drijfmest meer fosfaat toegediend dan onttrokken wordt, maïs krijgt minder fosfaat toegediend dan onttrokken wordt. Dit geeft geen problemen voor maïs omdat in de bodem nog fosfaat beschikbaar is dat niet benut is door het gras. Het gevolg is dat tijdelijk grasland ongeveer 73 m<sup>3</sup> drijfmest per ha krijgt, 23 m<sup>3</sup> meer dan blijvend grasland. Deze hoeveelheid drijfmest wordt gemiddeld in drie giften met een zodebemester toegediend. Half augustus wordt gestopt met de bemesting van grasland. Ruim 80% van de geproduceerde drijfmest gaat naar het grasland.

Uit Tabel 3.5 blijkt duidelijk dat de drijfmest van het eigen vee de belangrijkste meststof is. Daardoor gebruikt 'De Marke' 75% minder kunstmeststikstof dan een gangbaar bedrijf.

Door een gering aandeel klaver in het grasland bleef de N-binding achter bij de verwachtingen. Inzaai van gras en klaver in de herfst lukte goed, maar de klaver winterde sterk uit. Door gras en klaver in het voorjaar in te zaaien is dit probleem opgelost. Een probleem van klaver is de heterogene verdeling binnen het perceel, vooral in blijvend grasland.

Tabel 3.5. Bemesting 1993–1999 (per ha).

	Drijfmest				Kunstmest	
	m <sup>3</sup>	kg N-tot	kg N-werkz	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg N	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Blijvend grasland	50	147	89	54	133	1
Tijdelijk grasland	73	223	133	82	123	2
Maïs	25	82	54	27	0	0
Gemiddeld	49	150	92	54	74	1

### 3.2.5 Gewasopbrengsten

Bij de opzet van 'De Marke' is bij de keuze van de gewassen vooral gelet op de N-verliezen bij de teelt, op de productiviteit bij beperkte vochtvoorziening en op de plaats en het belang van het voedermiddel

in het rantsoen (Biewinga *et al.*, 1992). Toen is gekozen voor gras, maïs en voederbieten. In Tabel 3.6 staat een overzicht van de gewasopbrengsten in de jaren 1992–1999 en de prognose van de opbrengsten.

De gerealiseerde grasopbrengsten zijn gemiddeld iets lager dan de prognose. Het jaar 1997 was een goed grasjaar. In 1996 was het voorjaar zeer koud en droog. De grasgroei kwam slecht op gang en daardoor is de eerste snede gemist. Doordat de melkkoeien minder geweid zijn dan bij de start van het bedrijf de bedoeling was, is de weidegrasopbrengst lager dan de prognose en de kuilgrasopbrengst hoger. In 1999 is de beweiding van de melkkoeien terug gebracht van 8 uur naar gemiddeld 5 uur per dag. Het ligt in de bedoeling de weidegang van de gehele veestapel de komende jaren verder te verminderen en als gevolg daarvan zal de kuilgrasopbrengst hoger worden ten koste van de weidegrasopbrengst.

De gerealiseerde snijmaïsoopbrengst is lager dan de prognose. De verschillen tussen de jaren zijn zeer groot en deze verschillen worden vooral bepaald door de vochttoestand op het moment van kolfzetting. Zo kan het voorkomen dat in een jaar waarin als gevolg van vochttekort de grasopbrengsten achterblijven de maïsoopbrengsten goed zijn. In 1996 was dit het geval. Het voorjaar was droog en het grasland is tot augustus vrijwel continu beregend. In augustus kwam er regen waarvan de maïs meteen profiteerde, omdat net het moment van kolfzetting en korrelvulling was aangebroken.

Tabel 3.6. *Netto gewasopbrengsten (opbrengst excl. beweidings- en oogstverliezen) van 'De Marke' in de jaren 1992–1999 en de prognoses bij de start van het bedrijf (kg drogestof ha<sup>-1</sup>).*

	Prog.	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Gem. '92-'99
Gras	9285	8886	9568	9185	9249	8035	10125	8865	9138	9125
- weidegras	4065	3744	4165	3574	3391	3292	4074	3435	3135	3588
- kuilgras	5220	5142	5403	5611	5858	4742	6051	5430	6003	5537
Snijmaïs	11167	8945	12068	9978	8460	11221	11248	9694	12723	10571
MKS	7079	-	8328	6825	7246	7640	7311	6009	8236	7267
Maïsstro	4248	-	1773	3144	2608	2680	3343	3573	4941	3162
Voederbieten	11633	13858	15798	9222	9173	-	-	-	-	12422
Bietenblad	2500	1649	2033	1743	1734	-	-	-	-	1830
Bedrijf	10441	9496	11111	9567	9113	9459	10645	9217	10563	9892

Een gedeelte van de oppervlakte maïs wordt gescheiden geoogst in kolf (MKS) en stro (stengel en blad). De opbrengst van MKS is hoger dan de prognose en de opbrengst van maïsstro lager. De hakselaar waarmee de kolf en het stro in één werkgang gescheiden worden geoogst, is de laatste jaren steeds verder ontwikkeld en steeds beter gaan functioneren met als gevolg dat de opbrengst van maïsstro hoger is geworden. Er kon daardoor meer en een betere kwaliteit maïsstro worden geoogst.

In de jaren 1992–1995 zijn er voederbieten geteeld. De opbrengst was hoger dan de prognose. In 1994 en 1995 is een gedeelte van de geoogste voederbieten tezamen met maïs ingekuuld en daarom vroeg geoogst. De opbrengst was in beide jaren duidelijk lager. De gerealiseerde opbrengst van het bietenblad was lager dan de prognose.

Bij de prognose van de gewasopbrengst is uitgegaan van een gemiddelde van bijna 10,5 ton drogestof ha<sup>-1</sup>. Bijna 10 ton drogestof ha<sup>-1</sup> is gerealiseerd. In de jaren met een goede vochtvoorziening (1993, 1997

en 1999) was de opbrengst hoger dan 10 ton drogestof ha<sup>-1</sup>. Uitzondering hierop is 1998 toen het voorjaar extreem nat was en er met name bij de teelt van de maïs veel minerale N verloren is gegaan, waardoor de gewasopbrengsten achter bleven.

### 3.2.6 Vanggewas

Maïs heeft als nadeel dat het vanaf begin augustus nauwelijks meer voedingsstoffen uit de bodem opneemt. Op dat moment zit er vaak nog veel minerale stikstof in de bodem en bovendien komt er daarna door mineralisatie nog veel stikstof vrij. Deze stikstof kan dus door de maïs niet meer worden opgenomen. Dit probleem is opgelost door circa zes weken na het zaaien van de maïs, Italiaans raaigras tussen de maïsrijen te zaaien. Na de oogst van de maïs groeit het Italiaans raaigras sterk uit en neemt vrijwel alle vrijkomende stikstof probleemloos op. Een dergelijk vanggewas is zeer effectief en bedrijfs-technisch goed inpasbaar. Wanneer het juiste zaaitijdstip wordt gekozen, is het gras geen concurrent voor de maïs. Een deel van het vanggewas wordt benut door in het najaar het jongvee erop te weiden.

## 3.3 Stikstofstromen

De belangrijkste stikstofstromen worden eerst voor het bedrijf als geheel besproken, en vervolgens per bedrijfscomponent.

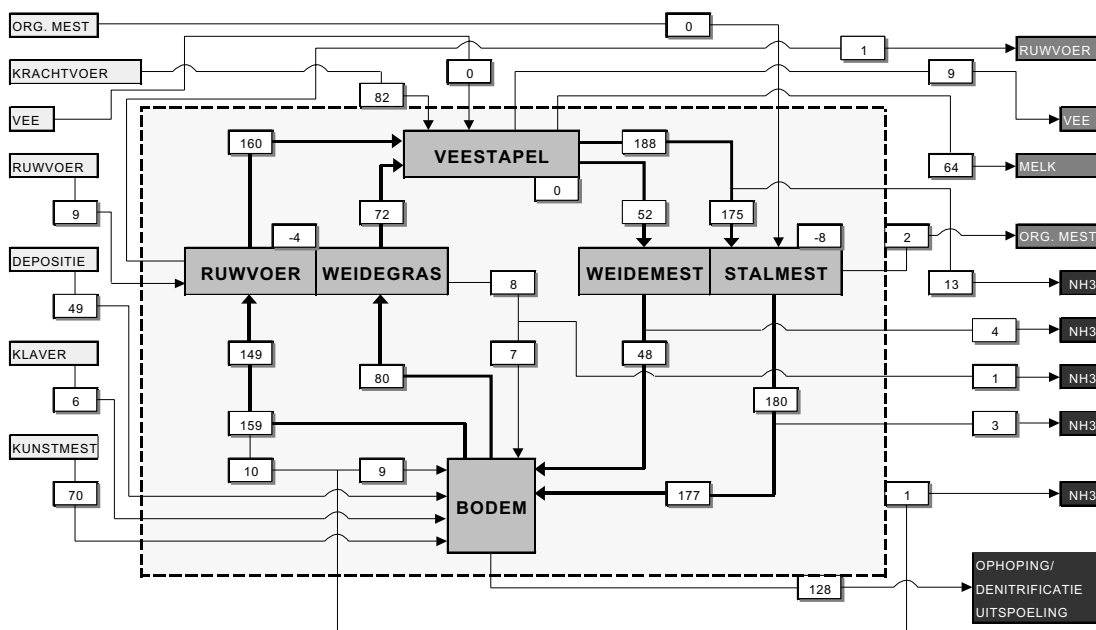
### 3.3.1 Bedrijfsniveau

De stikstofkringloop is opgebouwd uit de componenten VEE, MEST, BODEM en GEWAS (ruwvoer en weidegras). Deze componenten zijn als het ware de schakels in de stikstofkringloop van het bedrijf. De stikstofbalans van een schakel maakt zichtbaar hoe (in)efficiënt stikstof in dat bedrijfs onderdeel wordt benut en maakt het mogelijk de zwakste plekken in het gehele bedrijfssysteem te identificeren. In de Figuren 3.1 en 3.2 zijn de stikstofkringlopen weergegeven voor respectievelijk, 'De Marke', gemiddeld voor de jaren '93/'94-'98/'99, en voor een 'gangbaar' bedrijf op zandgrond in het midden van de jaren negentig, met een quotum gelijk aan dat van 'De Marke', samengesteld uit verschillende databestanden (Aarts *et al.*, 1999a). In de post ruwvoer is een correctie opgenomen voor conserverings- en vervoederingsverliezen.

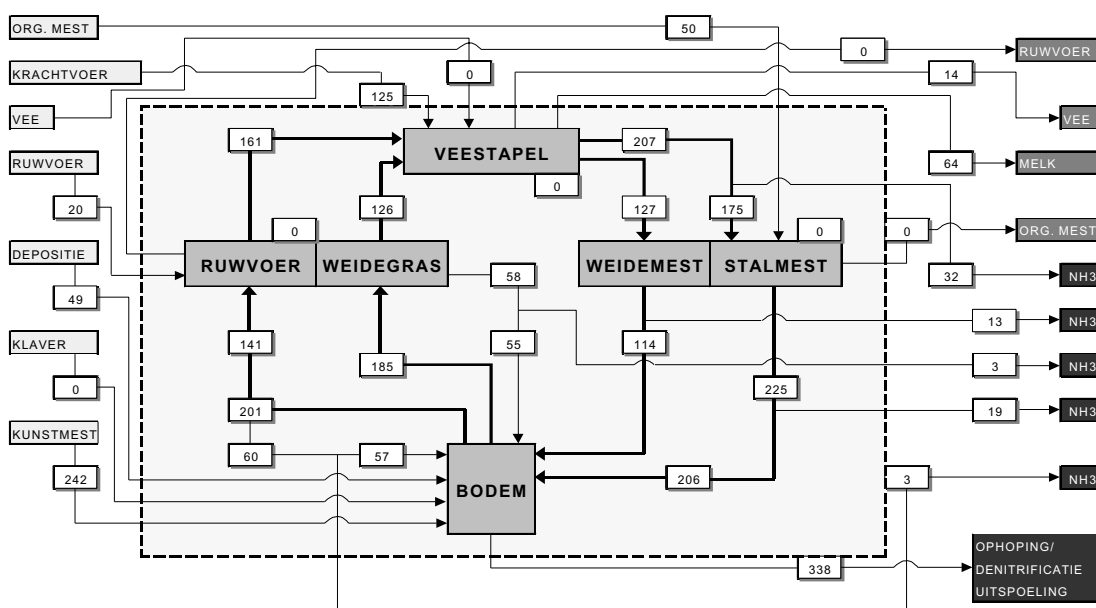
Het stikstofoverschot (Tabel 3.7) op de mineralenbalans van een bedrijf wordt verdeeld over ammoniakemissie, denitrificatie, ophoping in organische stof in de bodem en af- en uitspoeling. Afspoeling is op 'De Marke' niet van belang omdat oppervlaktewater vrijwel ontbreekt. Het gemiddelde jaarlijkse stikstofoverschot over de jaren 1993-1998 is 156 kg ha<sup>-1</sup>. De doelstelling voor 'De Marke' is 128 kg ha<sup>-1</sup> (Biewinga *et al.*, 1992). Het te hoge overschot werd in alle jaren veroorzaakt door een hoge stikstofaanvoer in ruw- en krachtvoer en het inkrimpen van de voorraden drijfmest en/of voer.

De aanvoer in kunstmest was een aantal jaren laag, maar niet laag genoeg om de te hoge stikstofaanvoer in voer te compenseren. De aanvoer van stikstof via binding door klaver was duidelijk minder dan verwacht. Op de veldkavel is geen klaver in het gras gezaaid omdat bij najaarsinzaai het resultaat erg tegenviel, doordat veel klaver in de eerste winter na inzaai al vrijwel verdwenen was. De laatste jaren is steeds meer overgegaan op voorjaarsinzaai en mede als gevolg van de zachte winters is het klaver-aandeel in het grasland gestegen. De afvoer van stikstof in melk en vlees was vrijwel gelijk aan de verwachting. Doordat het vetgehalte van de melk meestal lager was dan de vetreferentie, konden meer liters melk worden geleverd.





Figuur 3.1. Stikstofkringloop van proefbedrijf 'De Marke' gemiddeld voor de jaren 1993/1994-1998/1999 ( $\text{kg N ha}^{-1}$ ).



Figuur 3.2. Stikstofkringloop van een 'gangbaar' bedrijf op zandgrond in het midden van de jaren negentig, met een quotum gelijk aan dat van 'De Marke' ( $\text{kg N ha}^{-1}$ ).

Wanneer we de stikstofbalans van 'De Marke' vergelijken met de stikstofbalans van een vergelijkbaar gangbaar bedrijf in het midden van de jaren negentig, dan valt op dat op 'De Marke' veel minder voer en kunstmest worden aangekocht. Dat is het belangrijkste kenmerk van het bedrijfssysteem 'De Marke': door het realiseren van een hoge benuttingsefficiëntie van stikstof in voeding en teelt kan met een lagere aanvoer dezelfde productie van melk worden gerealiseerd.

Tabel 3.7. Stikstofbalans van 'De Marke' voor de boekjaren '93/'94-'98/'99, de prognoses bij de start van het bedrijf, en van een 'gangbaar' (zie tekst voor uitleg) bedrijf in het midden van de jaren negentig (kg N ha<sup>-1</sup>).

	Prog.	'93/'94	'94/'95	'95/'96	'96/'97	'97/'98	'98/'99	Gem. '93-'98	Gangbaar rond '95
<b>A. aanvoer</b>									
- krachtvoer	41	82	70	75	86	73	101	81	125
- ruwvoer	0	2	11	8	12	10	10	9	20
- kunstmest	67	53	96	75	52	63	78	70	242
- organische mest	0	0	0	0	0	0	0	0	50
- klaver	30	12	5	8	3	4	4	6	0
- vee	0	1	0	0	0	0	0	0	0
- depositie	49	49	49	49	49	49	49	49	49
- diversen	5	4	4	5	5	5	5	5	0
<i>Som</i>	192	203	235	220	207	204	247	219	486
<b>B. afvoer</b>									
- melk	62	65	64	62	66	63	67	65	64
- vee	8	11	9	10	8	7	7	9	14
- ruwvoer	0	8	0	0	0	0	0	1	0
- organische mest	0	0	0	0	0	7	7	2	0
<i>Som</i>	70	84	73	72	74	77	81	77	78
<b>C. voorraadmutatie</b>									
- vee	0	0	0	-2	-1	1	2	0	0
- ruwvoer	0	-35	17	-20	-7	11	-4	-6	0
- krachtvoer	0	2	-3	0	4	-5	3	0	0
- organische mest	0	11	-50	5	20	-31	1	-7	0
<i>Som</i>	0	-22	-36	-17	16	-24	2	-14	0
<b>Overschot (A-B-C)</b>	<b>122</b>	<b>141</b>	<b>198</b>	<b>165</b>	<b>117</b>	<b>151</b>	<b>164</b>	<b>156</b>	<b>408</b>

### 3.3.2 Componenten VEE en MEST

De stikstofbalans van de component VEE is weergegeven in Tabel 3.8. Op het 'gangbaar' bedrijf is de totale input aanzienlijk hoger dan op 'De Marke' (resp. 412 en 313 kg N ha<sup>-1</sup>). Zowel de input in krachtvoer (resp. 125 en 82 kg N ha<sup>-1</sup>), als in ruwvoer (resp. 287 en 232 kg N ha<sup>-1</sup>) was hoger. Deze hogere input in voer heeft niet geleid tot een hogere output in melk en vlees, maar tot een hogere excretie in mest (resp. 334 en 240 kg N ha<sup>-1</sup>).

De prognose voor 'De Marke' was een benuttingsefficiëntie van stikstof uit voer in melk en vlees van 25% door een eiwitarm rantsoen, een hoge melkproductie per koe en een sterke beperking van de jongveebezetting (de benuttingsefficiëntie door jongvee is relatief laag). De werkelijk gerealiseerde benutting in de jaren '93-'98 was 23%. Op het 'gangbaar' bedrijf was de benuttingsefficiëntie 19%. Door deze slechtere benutting van stikstof uit voer wordt 27% meer stikstof via mest + urine uitgescheiden. De hoeveelheid stikstof die in de mestopslag terecht komt is op 'De Marke' vrijwel gelijk aan die van een gangbaar bedrijf (175 kg N ha<sup>-1</sup>; zie Figuren 3.1 en 3.2) vanwege langduriger opstallen (waardoor veel minder excretie tijdens beweiding) en de emissiearme stal. Door die emissiearme stal is de emissie in stal en opslag op 'De Marke' teruggebracht tot 7,5%, vergeleken met 15% op een gangbaar bedrijf. Op 'De Marke' is de emissie uit stal en opslag gemiddeld 13 kg N ha<sup>-1</sup>, vergeleken met 32 kg ha<sup>-1</sup> op het

Tabel 3.8. *Stikstofbalans van de component VEE van 'De Marke' in de boekjaren '93/'94 - '98/'99, de prognoses bij de start van het bedrijf en de stikstofbalans van een 'gangbaar' (zie tekst voor uitleg) bedrijf in het midden van de jaren negentig (kg N ha<sup>-1</sup>).*

	Prog.	'93/'94	'94/'95	'95/'96	'96/'97	'97/'98	'98/'99	Gem. '93-'98	Gangbaar rond '95
<b>Input</b>									
- krachtvoer	41	80	73	76	84	79	100	82	125
- ruwvoer + gras	237	256	257	229	228	202	217	232	287
<i>Som</i>	278	336	329	305	312	282	317	313	412
<b>Output</b>									
- melk	62	65	64	62	66	63	67	64	64
- vlees	8	11	9	9	8	8	10	9	14
- excretie weide	56	52	62	46	38	53	63	52	127
- excretie stal	152	209	194	188	200	158	176	188	207
<i>Som</i>	278	337	329	305	312	282	317	314	412
Output in melk en vlees (% van input)	25	23	22	23	24	25	24	23	19

'gangbaar' bedrijf. Het verschil tussen de input en output van stikstof in de component MEST vertegenwoordigt de vervluchtiging als ammoniak uit de stal, in de weide, tijdens opslag en bij uitrijden (Tabel 3.9). Op het 'gangbaar' bedrijf is het totale verlies aan stikstof via ammoniak uit mest 64 kg N ha<sup>-1</sup>. Op 'De Marke' is door de emissiearme stal en de kortere weidegang het berekende stikstofverlies teruggebracht tot 20 kg N ha<sup>-1</sup>. Bij de berekening van dit verlies zijn aannames gedaan voor de emissiepercentages. Bij gemeten emissiepercentages was het stikstofverlies via ammoniak in het jaar 1999 25 kg N ha<sup>-1</sup> (zie ook Sectie 1.4).

### 3.3.3 Componenten BODEM en GEWAS

De totale stikstofaanvoer naar de bodem op 'De Marke' komt gemiddeld in de buurt van de prognose (Tabel 3.10). Op het 'gangbaar' bedrijf is de totale aanvoer bijna twee keer zo hoog (respectievelijk 723 en 367 kg N ha<sup>-1</sup>). Vooral de aanvoer in kunstmest en weidemest en de netto voederverliezen zijn aanzienlijk hoger.

Vergeleken met het 'gangbaar' bedrijf is de netto weidemestproductie op 'De Marke' flink lager (respectievelijk 114 en 48 kg N ha<sup>-1</sup>). Het 'strooibeeld' van weidend vee is zo slecht dat het gras nauwelijks van deze stikstof kan profiteren. Daarnaast is het kunstmestgebruik op 'De Marke' sterk teruggebracht.

De hoeveelheid stikstof in de bruto gewasproductie (Tabel 3.11) op 'De Marke' (238 kg N ha<sup>-1</sup>), is lager dan de prognose (276 kg N ha<sup>-1</sup>). Vooral de laatste jaren was de bruto opbrengst van het gewas lager dan voorspeld. Een oorzaak van de veel grotere hoeveelheden stikstof in het gewas op het 'gangbaar' bedrijf (386 tegen 238 kg ha<sup>-1</sup>) is de combinatie van een groter areaal grasland en een hoger bemestingsniveau. Echter, de benuttingsefficiëntie van de aangevoerde stikstof op 'De Marke' is 65%, terwijl die op een gangbaar bedrijf maar 53% bedraagt. Gevolg van de veel lagere input en de hogere benuttings-efficiënties is dat de hoeveelheid stikstof die niet teruggewonnen wordt als voer veel lager is dan op het 'gangbaar' bedrijf (respectievelijk 128 en 338 kg N ha<sup>-1</sup>). Deze stikstof is vastgelegd in de organische stof in de bodem of verloren gegaan door denitrificatie en/of uitspoeling.

Tabel 3.9. Stikstofbalans van de component MEST van 'De Marke' in de boekjaren '93/'94-'98/'99, de prognoses bij de start van het bedrijf, en de stikstofbalans van het 'gangbaar' (zie tekst voor uitleg) bedrijf in het midden van de jaren negentig (kg N ha<sup>-1</sup>).

	Prog.	'93/'94	'94/'95	'95/'96	'96/'97	'97/'98	'98/'99	Gem. '93-'98	Gangbaar rond '95
<b>Input</b>									
- excretie weide	56	52	62	46	38	53	63	52	127
- excretie stal	152	209	194	188	200	158	176	188	207
- aanvoer org. mest	0	0	0	0	0	0	0	0	50
<i>Som</i>	<i>208</i>	<i>261</i>	<i>256</i>	<i>234</i>	<i>238</i>	<i>211</i>	<i>240</i>	<i>240</i>	<i>384</i>
<b>Output</b>									
- weidemest bodem	51	48	57	42	35	49	59	48	114
- org. mest bodem	137	182	227	166	164	168	154	177	206
- afvoer org. mest	0	0	0	0	0	7	7	2	0
- mutatie voorraad	0	11	-50	5	20	-31	1	-8	0
<i>Som</i>	<i>188</i>	<i>241</i>	<i>234</i>	<i>214</i>	<i>218</i>	<i>193</i>	<i>220</i>	<i>220</i>	<i>320</i>
Input – output <sup>1</sup>	18	20	23	20	20	18	19	20	64
% output van input	91	92	91	91	92	91	92	92	83

<sup>1</sup> Ammoniak uit mest.

Tabel 3.10. Stikstofbalans van de component BODEM van 'De Marke' in de boekjaren '93/'94-'98/'99, de prognoses bij de start van het bedrijf en de stikstofbalans van het 'gangbaar' (zie tekst voor uitleg) bedrijf in het midden van de jaren negentig (kg N ha<sup>-1</sup>).

	Prog.	'93/'94	'94/'95	'95/'96	'96/'97	'97/'98	'98/'99	Gem. '93-'98	Gangbaar rond '95
<b>Input</b>									
- weidemest <sup>1</sup>	51	48	57	42	35	49	59	48	114
- org. mest <sup>1</sup>	137	182	227	166	164	168	154	177	206
- kunstmest	67	52	96	75	52	63	79	70	242
- depositie	49	49	49	49	49	49	49	49	49
- netto voederverliezen <sup>2</sup>	21	18	20	17	14	15	16	17	112
- klaver	30	12	5	8	3	4	4	6	0
<i>Som</i>	<i>355</i>	<i>361</i>	<i>454</i>	<i>359</i>	<i>316</i>	<i>348</i>	<i>361</i>	<i>367</i>	<i>723</i>
<b>Output</b>									
- bruto gewas	276	275	269	233	216	219	218	238	386
Input – output <sup>3</sup>	79	86	184	126	100	129	142	128	338
% output van input	78	76	59	65	68	63	61	65	53

<sup>1</sup> Mest (faeces + urine) na vervluchtiging van ammoniak.

<sup>2</sup> Maai- en beweidingsverliezen na vervluchtiging van ammoniak.

<sup>3</sup> Input – output = ophoping in organische stof, denitrificatie en uitspoeling.

Tabel 3.11. *Stikstofbalans van de component GEWAS van 'De Marke' in de boekjaren '93/'94-'98/'99, de prognoses bij de start van het bedrijf en de stikstofbalans van het 'gangbaar' bedrijf in het midden van de jaren negentig (kg N ha<sup>-1</sup>).*

	Prog.	'93/'94	'94/'95	'95/'96	'96/'97	'97/'98	'98/'99	Gem. '93-'98	Gangbaar Rond'95
<b>Input</b>									
- bruto prod. weidegras	106	86	101	81	67	71	72	80	185
- bruto prod. ruwvoer	170	189	169	151	148	148	146	159	201
- aankoop ruwvoer	0	2	11	8	12	10	10	9	20
<i>Som</i>	276	277	280	241	227	229	228	247	406
<b>Output</b>									
- opname weidegras	93	77	91	73	61	64	65	72	126
- opname ruwvoer	144	179	166	156	168	138	152	160	161
- verkoop ruwvoer	0	8	0	0	0	0	0	1	0
- mutatie voorraad ruwvoer	0	-8	2	-7	-15	11	-6	-4	0
<i>Som</i>	237	256	259	222	213	213	211	229	287
Input – output <sup>1</sup>	39	21	21	19	15	16	18	18	119
% output van input	86	92	92	92	94	93	92	93	71

<sup>1</sup> *Beweidings-, oogst-, conserverings- en vervoederingsverliezen.*

Tijdens het maaien en beweiden treden verliezen op, in de orde van 10% op 'De Marke' en  $\pm$  30% op het 'gangbaar' bedrijf (Tabel 3.11). Een klein gedeelte van deze verliezen (7%) is toe te schrijven aan vervluchtiging als ammoniak en de rest komt weer terug als input naar de bodem (netto voederverliezen, zie Tabel 3.10). Op 'De Marke' is daardoor de hoeveelheid stikstof in de netto voederverliezen aanzienlijk lager dan op een gangbaar bedrijf. De benuttingsefficiëntie van stikstof uit het gewas op 'De Marke' is hoger (respectievelijk 93 en 71%). Dit komt vooral door lagere beweidingsverliezen, als gevolg van snel omweiden, 's nachts opstallen, een kort weideseizoen en het naweiden met jongvee.

### 3.4 Overige milieuresultaten

De doelstelling van terugdringen van de ammoniakuitstoot uit dierlijke mest tot 30 kg N ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> is inmiddels gerealiseerd (Van der Schans *et al.*, 1999). De voor 'De Marke' berekende stikstofuitstoot als ammoniak is ruim 70% lager dan op het 'gangbare' melkveehouderijbedrijf in de jaren tachtig. Voor stal en opslag is daarbij gerekend met gemeten emissiecijfers, en voor verliezen bij toediening van mest en beweiding met geschatte emissiecijfers. Op dit moment worden metingen verricht voor het vaststellen van de werkelijke verliezen bij toediening en beweiding.

De emissie uit de stal komt goed overeen met de bij het ontwerpen van 'De Marke' berekende waarde. Er gaat 9,8 kg N ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> verloren. Bij een gangbaar emissiepercentage zou de emissie uit de stal 14,5 kg N ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> hoger zijn. De emissie na mesttoediening op grasland is hoger dan verwacht. Mestinjectie op bouwland voldoet wel aan de doelstelling (Van der Schans *et al.*, 1999). Het grootste 'ammoniaklek' op 'De Marke' is de mesttoediening op grasland. Wanneer de ammoniakemissie verder moet worden verlaagd, moeten hier de verbeteringen worden gezocht.

Het gemiddeld gerealiseerde fosfaatoverschot is  $6 \text{ kg ha}^{-1}$  en het Minas-overschot 0. Dit is aanzienlijk lager dan de Minas-eindnorm van  $20 \text{ kg ha}^{-1}$ . De fosfaatafvoer is in de Minas-balans gelijk aan de fosfaataanvoer. In kunstmest wordt vrijwel geen fosfaat meer aangevoerd, maar de aanvoer in krachtvoer is twee keer hoger dan oorspronkelijk verwacht. De verwachting was  $14 \text{ kg ha}^{-1}$  aanvoer in voer en  $14 \text{ kg ha}^{-1}$  als kunstmest. De gemiddelde jaarlijkse fosfaataanvoer in de jaren 1993–1998 was met kunstmest  $1 \text{ kg ha}^{-1}$  en met krachtvoer  $27 \text{ kg ha}^{-1}$ . Zolang de aanvoer in voer niet wordt verminderd, is er binnen de doelstelling geen ruimte om kunstmestfosfaat aan te voeren.

Tussen 1989 en 1995 is het gemiddelde Pw-getal met 26% gedaald, vooral op percelen met hoge waarden (Habekotté *et al.*, 1999). Op alle percelen is de fosfaattoestand nog steeds ‘voldoende’ of hoger. Na 1995 is de gemiddelde fosfaattoestand niet meer gedaald en die ligt op een zodanig niveau dat landbouwkundig gezien geen problemen verwacht worden. De totale voorraad fosfaat in de bodem is de afgelopen jaren nauwelijks veranderd.

Als op alle percelen een fosfaatoverschot van  $1 \text{ kg ha}^{-1}$  wordt gerealiseerd, duurt het volgens modelberekeningen nog 10 tot 40 jaar voordat percelen met nu een fosfaattoestand ‘voldoende’ in de klasse ‘laag’ terecht komen (Schoumans, 1999; 1997). Uiteindelijk zal de fosfaattoestand op ‘De Marke’ zich stabiliseren, maar het niveau waarop is nog onduidelijk.

### 3.5 Conclusies

- Het gemiddelde stikstofoverschot op ‘De Marke’ voor de periode ‘93/’94 -’98/’99 bedroeg  $156 \text{ kg ha}^{-1}$ . Hiermee is de doelstelling van  $128 \text{ kg N ha}^{-1}$  nog niet gehaald.
- De aanvoer van stikstof op ‘De Marke’ via het voer is twee keer hoger dan verwacht en via kunstmest en klaver minder dan de prognose.
- De verwachte waarde voor de benuttingsefficiëntie van stikstof uit voer, in melk en vlees van 25% is nog niet gehaald (23%). Daardoor is de uitscheiding in de mest nog te hoog.
- De benutting van stikstof uit voer in melk en vlees op ‘De Marke’ is met 23% veel hoger dan op het ‘gangbaar’ bedrijf met 19%.
- Op het ‘gangbaar’ bedrijf is het verlies van stikstof via ammoniak  $64 \text{ kg N ha}^{-1}$  terwijl het op ‘De Marke’ door maatregelen als emissiearme stal en een kortere weidegang is teruggebracht tot  $20 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Dit is bij gebruik van aangenomen emissiepercentages. Bij gebruik van gemeten emissiepercentages was in 1999 het stikstofverlies als ammoniak  $25 \text{ kg N ha}^{-1}$ .
- De doelstelling voor ammoniakemissie uit organische mest ( $30 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) wordt ruimschoots gehaald. De streefwaarde ( $17 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) echter nog niet.
- De totale gewasopbrengsten (weidegras, kuilgras en maïskuil) op ‘De Marke’ zijn lager dan verwacht.
- De benutting van de totale stikstofaanvoer naar de bodem in de bruto gewasproductie is op ‘De Marke’ 65%, vergeleken met 53% op het ‘gangbaar’ bedrijf.
- Met 93%, tegenover 71% op het ‘gangbaar’ bedrijf, is de benutting van stikstof in het gewas op ‘De Marke’ veel hoger. Dit komt vooral door minder beweidingsverliezen, als gevolg van snel omweiden, ‘s nachts opstallen, een kort weideseizoen en het naweiden van jongvee.

## 4. De stikstofhuishouding van bodem en gewas en de invloed daarvan op het nitraatgehalte van het grondwater van 'De Marke'

*H.F.M. Aarts, J.G. Conijn & W.J. Corré (Plant Research International)*

### 4.1 Inleiding

Hoewel de zandgronden in het midden, oosten en zuiden van Nederland vooral worden gebruikt voor de melkveehouderij zijn ze ook belangrijk voor de winning van grondwater (voor drinkwater), voor natuur en voor recreatie. Deze functies stellen eisen aan de beschikbaarheid van water van goede kwaliteit. Daarom is het belangrijk om het waterverbruik en de nitraatuitspoeling te beperken. De bedrijfsoppervlakte in de zandgebieden is in de regel gering, gemiddeld 28 ha. Op 25% van de cultuurgrond wordt maïs geteeld, de rest is grasland. De jaarlijkse melkproductie is gemiddeld 12.400 kg ha<sup>-1</sup>, ongeveer 500 kg ha<sup>-1</sup> meer dan landelijk.

Sinds het midden van de jaren tachtig wordt algemeen geaccepteerd dat een 'gebruikelijke' bedrijfsvoering tot milieuproblemen leidt. Een groot deel van de stikstof die als dierlijke mest of kunstmest op het land wordt gebracht verdwijnt in het milieu, onder meer door uitspoeling in de vorm van nitraat. De geringere grondwateraanvulling als gevolg van hogere gewasproducties (zwaardere bemesting) en de grondwateronttrekking voor beregening veroorzaken lagere grondwaterstanden en schade aan kwelafhankelijke natuurgebieden. Door het anti-verdrogingsbeleid van de overheid ontstond een tekort aan grondwater voor drinkwaterbereiding, zodat meer oppervlaktewater moet worden gebruikt, met extra kosten voor zuivering.

Om de milieuprestaties drastisch te verbeteren zal een melkveebedrijf a) moeten extensiveren, door grond aan te kopen of melkquotum te verkopen, b) dierlijke mest moeten afvoeren of c) mest, voer en water veel efficiënter moeten gaan benutten. Het beleid van de Europese Unie (Henkens, 2001) is gericht op de eerste twee opties, door in de 'Nitraatrichtlijn' een maximum te stellen aan het gebruik van N in dierlijke mest (170 kg ha<sup>-1</sup> jr<sup>-1</sup>, inclusief 'weidemest', de excretie tijdens beweiding). Ze zijn voor een Nederlandse veehouder economisch weinig aantrekkelijk, omdat grond duur is en de kosten van mestafzet hoog. Het project 'De Marke' heeft zich sinds 1987 gericht op de laatste optie: het verbeteren van de benutting van meststoffen, water en voer door verbeterd management. Een belangrijk element van het project is een proefbedrijf op droogtegevoelige zandgrond, met een bedrijfssysteem dat moet voldoen aan stringente milieunormen. Dat houdt onder andere in dat het bovenste grondwater niet meer dan 50 mg nitraat per liter mag bevatten. Hilhorst & Oenema (2001) behandelen doelen en bedrijfsvoering op hoofdlijnen. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de stikstofstromen van het bodem/gewassysteem van het bedrijf, in relatie tot de kwaliteit van het grondwater. De betekenis van de resultaten voor de verdere ontwikkeling van het proefbedrijf worden besproken.

### 4.2 Opzet bodem/gewassysteem

Proefbedrijf 'De Marke' is zodanig opgezet dat zo weinig mogelijk voer nodig is om het quotum van 12.000 kg ha<sup>-1</sup> vol te melken, waarbij in de voederbehoefte zo veel mogelijk wordt voorzien door gewassen die op het bedrijf zelf worden geteeld. Bij de keuze van gewassen wordt rekening gehouden met de behoeften aan meststoffen en water. Bij de teelt wordt de aankoop van (kunst)mest zoveel mogelijk vermeden door een zo goed mogelijke benutting van de dierlijke mest van de eigen veestapel

en relatief lage bemestingsniveaus (Aarts *et al.*, 1999a). De uitwerking van deze strategie leidt tot een aantal kenmerkende verschillen met hedendaagse gangbare bedrijven op zandgrond met een vergelijkbaar melkquotum (Tabel 4.1).

Tabel 4.1. Kenmerken bodem/gewassysteem van proefbedrijf 'De Marke' (gemiddelde periode 1993-1998; Hilhorst & Oenema, 2001) en van een gangbaar bedrijf met dezelfde melkproductie per ha (1994-1997; Aarts, 2000).

	'De Marke'	Gangbaar
Koeien ha <sup>-1</sup>	1,4	1,6
Jongvee ha <sup>-1</sup>	1,0	1,5
Weideseizoen	1 mei – 1 okt.	1 mei – 1 nov.
Weidegang melkvee (uren per dag)	8	14
Areaal gras – areaal maïs (% totaal)	55 – 45	75 - 25
(Her)inzaai grasland	voorjaar/zomer	herfst
Periode uitrijden mest	1 mrt. – 15 aug.	1 febr. – 1 sept.
Afwisseling bouwland en grasland	ja	nee
Vanggewas, geteeld in maïsstoppel	ja	nee

Proefbedrijf 'De Marke' teelt relatief veel maïs. Maïs heeft een geringe behoefte aan meststoffen en (beregenings)water. Bovendien kan maïs in het rantsoen het hoge eiwitgehalte van gras compenseren en daarmee de uitscheiding van N in mest beperken. Tussen de rijen maïs wordt Italiaans raaigras gezaaid. Dat gebeurt in juni tegelijk met de laatste mechanische onkruidbestrijding. Het gras moet voorkómen dat het nitraat dat niet door de maïs is opgenomen, of na de maïs oogst door afbraak van organische stof vrijkomt (mineralisatie), naar het grondwater spoelt.

De grond is verdeeld in blijvend grasland (11 ha) en twee rotaties van drie jaar gras, gevolgd door drie jaar (rotatie huiskavel, 30 ha) of vijf jaar maïs (rotatie veldkavel, 14 ha). Maïs wordt in wisselbouw met gras geteeld om het organische-stofgehalte van de bodem op peil te kunnen houden, waardoor een afname van de maïsofbrengsten door bodemgerelateerde problemen (waaronder de vochtvoorziening) vermeden wordt. De bemestingsniveaus, als som van drijfmest en kunstmest, zijn voor N gemiddeld 40% lager dan gangbaar. De bemesting is perceelsspecifiek en mede gericht op het realiseren van een nitraatgehalte in het bovenste grondwater van maximaal 50 mg l<sup>-1</sup>. Er wordt bij de bemesting niet alleen rekening gehouden met het soort gewas, maar ook met het vocht- en stikstofleverend vermogen van de bodem. Het eerste jaar wordt maïs niet bemest, omdat voldoende nutriënten vrijkomen uit de ondergeploegde graszode, de jaren daarna uitsluitend met drijfmest. Gemiddeld wordt op maïsland per ha 25 m<sup>3</sup> drijfmest uitgereden, op blijvend grasland 50 m<sup>3</sup> en op tijdelijk grasland 73 m<sup>3</sup> (1 m<sup>3</sup> mest bevat gemiddeld 3,54 kg N en 0,48 kg P). Grasland krijgt bovendien 126 kg N ha<sup>-1</sup> in de vorm van kunstmest. De periode waarin geen meststoffen worden uitgereden is langer dan gebruikelijk. Het blijvend grasland en de gewassen van de huiskavel worden alleen beregend als dat nodig is om te voorkomen dat gewassen door droogte afsterven, of om voldoende vers gras te kunnen produceren om in beperkte mate te kunnen blijven beweiden. De veldkavel, 25% van het areaal, wordt nooit beregend. (Her)inzaaien van grasland gebeurt in het voorjaar of de zomer om ervoor te zorgen dat er in de herfst en winter een gewas staat dat voldoende ontwikkeld is om vrijkomende minerale stikstof op te nemen.

De jaarlijkse melkproductie per koe (8.359 kg) is beduidend hoger dan op gangbare bedrijven (7.250 kg), waardoor het aantal koeien per ha kleiner is dan gebruikelijk. Het melkvee wordt alleen in de ochtend en avond geweid (siësta-systeem), waardoor de uitscheiding van urine en mest in het weiland sterk wordt beperkt. In de herfst wordt om dezelfde reden één maand eerder opgesteld. Door de zeer



hoge concentratie nitraat in urine- en mestplekken is de kans op verlies door denitrificatie en uitspoeling uit deze 'hot spots' bijzonder groot. Door minder te beweiden dan gebruikelijk, wordt bovendien een groter deel van de mest op stal uitgescheiden, waardoor meer bedrijfseigen mest kan worden uitgereden en minder kunstmest hoeft te worden aangekocht.

Uit berekeningen vooraf bleek dat een dergelijke bedrijfsopzet het N-overschot op de bodembalans gemiddeld zou kunnen beperken tot  $79 \text{ kg ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$  (Aarts *et al.*, 2000a; Biewinga *et al.*, 1992). Daarbij werd verondersteld dat de voorraad organische N in de bodem niet zou wijzigen. Van het overschot zou 47 kg verloren gaan door denitrificatie (waarvan 13 kg in urineplekken), zodat 32 kg het grondwater zou bereiken. Bij een neerslagoverschot (= grondwateraanvulling) van 300 mm, de gebruikelijke aanname voor grasland over een lange periode, zou het nitraatgehalte van het bovenste grondwater iets lager zijn dan  $50 \text{ mg l}^{-1}$  ( $34 \text{ kg N ha}^{-1}$  komt bij 300 mm neerslagoverschot overeen met  $50 \text{ mg nitraat l}^{-1}$ ).

## 4.3 N-huishouding bodem en gewas

### 4.3.1 De stikstofbalans van het bodem/gewassysteem

In Tabel 4.2 zijn de verwachte en gerealiseerde N-balansen weergegeven van het totale bodem/gewassysteem van 'De Marke'. Opvallend is dat de gemiddeld gerealiseerde aanvoer slechts  $12 \text{ kg ha}^{-1}$  (3%) hoger is dan de prognose. Er is wel veel meer organische mest ('stal'mest) uitgereden dan verwacht, maar deze extra bedrijfseigen aanvoer werd grotendeels gecompenseerd door minder binding van N door klaver. De stikstofopbrengst als oogstbaar gewas is duidelijk lager dan de prognose ( $38 \text{ kg ha}^{-1} = 14\%$ ), en veel lager dan de opbrengst van een gangbaar bedrijf. Dat laatste is het gevolg van een groter aandeel maïs en lagere bemestingsniveaus (10% lagere drogestofopbrengsten en 10% lagere N-gehalten in de drogestof; Aarts *et al.*, 2000a). Het overschot van 'De Marke' ( $128 \text{ kg ha}^{-1}$ ) is door de grotere aanvoer en lagere afvoer,  $49 \text{ kg}$  (48%) hoger dan verwacht. Het overschot op gangbare bedrijven was met  $337 \text{ kg ha}^{-1}$  veel hoger, met name door meer aanvoer van kunstmest en weidemest en door veel hogere maa- en beweidingsverliezen.

Hoe is de teleurstellende stikstofopbrengst van de gewassen van het bedrijf te verklaren? In de loop der jaren zijn voederbieten, als eerste gewas na de grasperiode, vervangen door maïs. De N-opbrengst van bieten (inclusief blad  $190 \text{ kg ha}^{-1}$ ) is gemiddeld ongeveer  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  hoger dan die van eerstejaars maïs, maar de bemesting is gelijk. De vervanging van 6 ha bieten door maïs heeft dus geleid tot een lagere N-afvoer ( $-4,5 \text{ kg ha}^{-1}$  op bedrijfsniveau) en dus indirect tot een hoger N-overschot. Een belangrijker oorzaak is echter het vaak voorkomen van droge periodes in de groeiseizoenen in het midden van de jaren negentig, waardoor regelmatig droogteschade optrad. De gewasopbrengsten op de lichte zandgrond van 'De Marke' blijken vooral te worden bepaald door de hoeveelheid neerslag en de verdeling ervan over het groeiseizoen (Habekotté *et al.*, 1999). In de meeste jaren werd de opbrengst meer beperkt door de beschikbare hoeveelheid vocht dan door het bemestingsniveau. Uit experimenteel onderzoek op andere locaties blijkt dat in relatief neerslagrijke zomers de N-opbrengst van grasland op lichte zandgrond 15% ( $43 \text{ kg ha}^{-1}$ ) hoger is dan in relatief droge zomers, bij bemestingsniveaus als die van 'De Marke' (Aarts, 2000). Omdat bij de prognoses van 'De Marke' is uitgegaan van 'gemiddeld' weer zal de grasopbrengst door de relatief droge zomers ruwweg  $20 \text{ kg N ha}^{-1}$  minder hebben bedragen. Wellicht is bij de prognose ook te weinig rekening gehouden met droogteschade, in de zin dat door een droogteperiode het gewas zodanige schade kan oplopen dat de groei ook bij voldoende vocht daarna geremd blijft.

Tabel 4.2. Stikstofbalans bodem/gewassysteem ( $\text{kg N ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$ ) van 'De Marke' als geheel, gemiddeld over de periode 1993-1998 (naar Hilhorst & Oenema, 2001) en van een gangbaar bedrijf met een gelijke melkproductie per ha (1994-1997; Aarts, 2000).

	'De Marke'		Gangbaar	
	prognose	gemiddeld gerealiseerd		spreiding
<b>Aanvoer naar bodem:</b>				
- weidemest <sup>1</sup>	51	48	35-59	114
- 'stal'mest <sup>1</sup>	137	177	154-182	206 <sup>4</sup>
- kunstmest	67	70	52-96	242
- depositie <sup>2</sup>	49	49		49
- maai- en beweidingsverliezen	21	17	14-20	112
- klaver	30	6	3-12	0
<i>Som</i>	<i>355</i>	<i>367</i>	<i>316-454</i>	<i>723</i>
<b>Afvoer van bodem:</b>				
- bruto gewas	276	238	216-275	386
Overschot bodem <sup>3</sup>	79	128	86-184	337

<sup>1</sup> Na vervluchtiging van ammoniak; uit urine en faeces gaat op 'De Marke' in totaal  $20 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$  als ammoniak verloren

<sup>2</sup> Niet gemeten, aanname op basis van literatuurgegevens

<sup>3</sup> Aanvoer – afvoer = opboping, denitrificatie en uitspoeling

<sup>4</sup> Waarvan  $45 \text{ kg}$  aanvoer van andere bedrijven

#### 4.3.2 De stikstofbalans van onderdelen van het bodem/gewassysteem

In Tabel 4.2 is de N-balans gegeven voor het bodem/gewassysteem als geheel, maar het is aannemelijk dat er binnen het systeem verschillen bestaan als gevolg van verschillen in bodemgebruik. Daarom is in Tabel 4.3 het overschot gegeven van de afzonderlijke kavels (blijvend grasland, de huiskavel met een rotatie van 3 jaar gras en 3 jaar maïs, en de veldkavel met een rotatie van 3 jaar gras en 5 jaar maïs) en van de afzonderlijke gewassen, naar hun plaats in de rotatie (Conijn, 2000). Het gemiddelde overschot in Tabel 4.3 is hoger dan het overschot in Tabel 4.2, omdat de waarden niet gecorrigeerd zijn voor ammoniakvervluchtiging uit de dierlijke mest. Duidelijk is dat blijvend grasland een lager overschot heeft dan tijdelijk grasland (eerste- tot derdejaars gras in Tabel 4.3). Dat komt omdat tijdelijk grasland bij de bemesting het eerste jaar een toeslag krijgt voor zodevorming ( $70 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) en omdat er op tijdelijk grasland meer drijfmest wordt uitgereden (lagere werkingscoëfficiënt dan kunstmest). Gemiddeld ontvangt tijdelijk grasland  $53 \text{ kg N ha}^{-1}$  meer aan meststof dan blijvend grasland. De stikstofopbrengst van tijdelijk grasland is 2% hoger ( $6 \text{ kg ha}^{-1}$ ) dan die van blijvend grasland, de drogestofopbrengst 6% ( $518 \text{ kg ha}^{-1}$ ).

Na scheuren van tijdelijk grasland wordt bij de bemesting van maïs rekening gehouden met het vrijkomen van N uit de ondergewerkte graszode. Gerekend over de hele bouwlandfase wordt  $200 \text{ kg}$  werkzame stikstof minder toegediend dan bij continueelt van maïs gebeurd zou zijn (som van de veronderstelde nawerking van grasland over de hele bouwlandperiode). Gerekend over een wisselbouwsysteem van 3 jaar gras en 3 jaar maïs wordt  $41 \text{ kg N ha}^{-1}$  minder bemest (200-  $3 \times 53$ ) bij een hogere N-opbrengst. Duidelijk is dat het overschot van maïspcelen hoger is naarmate de graslandperiode langer voorbij is, omdat meer moet worden bemest (nawerking graszode neemt af) maar ook omdat de opbrengsten dalen. Als maïs direct na grasland wordt geteeld is het overschot zelfs negatief door het

achterwege laten van bemesting en een uitzonderlijk hoge N-opbrengst. Maïs heeft echter ook aan het einde van de bouwlandfase nog een veel lager overschot dan gras.

Gemiddeld over een complete vruchtwisseling, hebben percelen van de huiskavel en de veldkavel met een wisselbouwsysteem een veel lager N-overschot dan blijvend grasland. Het overschot van de huiskavel is jaarlijks gemiddeld per ha 46 kg lager, dat van de veldkavel zelfs 91 kg. De verschillen kunnen voor een belangrijk deel verklaard worden door verschillen in hoeveelheden weidemest (tijdens de bouwlandfase vindt geen beweiding plaats), waarvan de N slecht wordt benut. De benutting van N in de wisselbouwsituaties en bij continu gras zijn vrijwel gelijk (afvoer/aanvoer = 60-65%). Bij blijvend grasland is de aanvoer veel groter, waardoor de niet benutte hoeveelheid ook veel groter is.

Tabel 4.3. Het stikstofoverschot ( $\text{kg N ha}^{-1} \text{jr}^{-1}$ ), opgesplitst naar kavels en gewassen.

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	93/98
Blijvend grasland	120	219	213	193	190	213	193
Huiskavel	127	197	151	94	153	145	146
Veldkavel	24	167	94	104	88	132	102
Gras, 1 <sup>e</sup> jaar	248	284	256	318	294	236	271
Gras, 2 <sup>e</sup> jaar	210	275	213	216	283	232	239
Gras, 3 <sup>e</sup> jaar	163	296	184	206	249	261	221
Maïs, 1 <sup>e</sup> jaar	-87 <sup>1</sup>	-109 <sup>1</sup>	34 <sup>1</sup>	-65	-15	-30	-43
Maïs, 2 <sup>e</sup> jaar	8	35	17	14	45	54	32
Maïs, >2 <sup>e</sup> jaar	-13	145	70	29	88	72	66

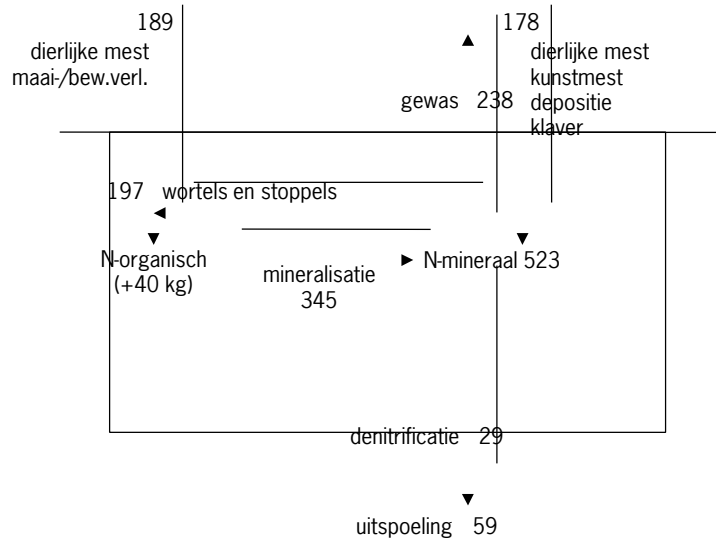
<sup>1</sup> Slechts één perceel.

In dit verband zijn de resultaten van onderzoek van de Universiteit van Gent interessant (Nevens & Reheul, 2001). Sinds 1967 worden continueelt en wisselbouw van maïs en gras op een zandgrond met elkaar vergeleken. In de wisselbouwsituatie werd dezelfde drogestofopbrengst verkregen bij een bemesting die gemiddeld jaarlijks 43 kg N ha<sup>-1</sup> lager was dan bij continueelt van gras of maïs. Beter functionerende wortelstelsels in een wisselbouwsituatie, waardoor minerale stikstof gemakkelijker wordt opgenomen, worden als meest aannemelijke verklaring gegeven. De wisselbouwmaïs is mogelijk ook om die reden minder gevoelig voor stress-situaties (waaronder droogte) en gemiddeld van betere kwaliteit (meer kolf). Visuele waarnemingen wijzen uit dat de vitaliteit van maïs van 'De Marke' afneemt naarmate de bouwlandfase vordert (Hilhorst, 'De Marke', pers. med.). Het blijvend grasland van 'De Marke' is gevoeliger voor droogte dan tijdelijk grasland, en moet ongeveer één keer in de zes jaar opnieuw worden ingezaaid omdat de zodekwaliteit dan te sterk is afgenomen. Ook dat wijst op bodemgerelateerde problemen, waaronder beperkingen voor diepere beworteling. In de tijd dat tekortkomingen van de bodem nog niet door bemesten en beregenen konden worden gecorrigeerd, was vruchtwisseling een belangrijk element in de bedrijfsvoering op droge zandgrond (Crijns, 1954). Vruchtwisseling kan daarom aan betekenis winnen als het gebruik van meststoffen en water moet worden beperkt.

### 4.3.3 Bodemprocessen

De voorraad organische N in de bodem van 'De Marke' (ongeveer 6000 kg ha<sup>-1</sup>) is niet stabiel. Door mineralisatie wordt continu een deel omgezet in minerale stikstof. Voor mineralisatie is het nodig dat de grond vochtig is en voldoende zuurstof bevat, er moeten afbreekbare organische verbindingen

aanwezig zijn (vooral jong organisch materiaal is gemakkelijk afbreekbaar) en de temperatuur mag niet te laag zijn. De bodemvoorraad organische N wordt weer aangevuld door oogst- en beweidingsverliezen en door dierlijke mest (gemiddeld 189 kg N ha<sup>-1</sup>, Figuur 4.1), en door afgestorven stoppels en wortels (gemiddeld 197 kg N ha<sup>-1</sup>). Bij grasland is die aanvulling veel groter dan bij maïsland.



Figuur 4.1. Stikstofstromen, gemiddeld over alle percelen van het bodem/gewassysteem (kg N ha<sup>-1</sup>).

Resultaten van bodemanalyses geven aan dat in de periode 1989-1997 de voorraad jaarlijks per saldo met gemiddeld 40 kg N ha<sup>-1</sup> is toegenomen (Aarts, 2000). De toename van de voorraad op blijvend grasland was ongeveer 10 kg hoger dan die op de huis- en veldkavel. Het N-verlies uit de bodem was daardoor in werkelijkheid geen 128 kg (overschot in Tabel 4.2) maar 128-40 = 88 kg ha<sup>-1</sup>.

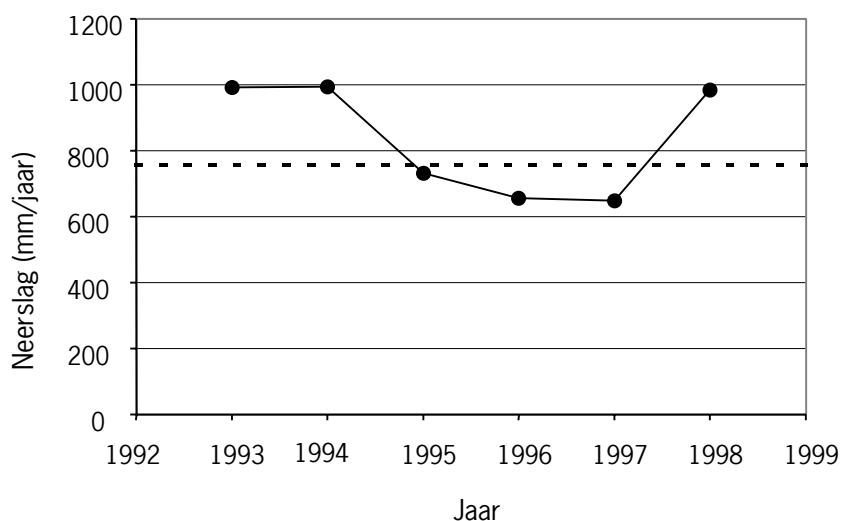
Uit metingen, die vanaf 1992 op 6 plekken continu worden uitgevoerd, blijkt dat er in de periode 1992-1998 jaarlijks gemiddeld 345 kg N ha<sup>-1</sup> gemineraliseerd is, met 120 kg en 750 kg als uiterste waarden voor individuele percelen (Corré, 2000). Aangetekend moet worden dat de onzekerheden rond de gemeten waarden groot zijn als gevolg van de complexiteit van bemonstering en heterogeniteit binnen percelen. Mineralisatie zorgt voor een aanzienlijke hoeveelheid minerale stikstof. De bijdrage is zelfs groter dan de gezamenlijke bijdrage van bemesting, N-binding door klaver en depositie (178 kg N ha<sup>-1</sup>). De hoeveelheid gemineraliseerde N van een perceel in een specifiek jaar blijkt sterk afhankelijk van de plaats in de rotatie (Tabel 4.4).

Tabel 4.4. Mineralisatie, ingedeeld naar gewas (kg ha<sup>-1</sup> jr<sup>-1</sup>, n = aantal waarnemingen).

	N	Gem.	Standaardafwijking
Blijvend grasland	11	414	143
Gras, 1 <sup>e</sup> jaar	4	356	160
Gras, 2 <sup>e</sup> jaar	4	497	66
Gras, 3 <sup>e</sup> jaar	2	626	177
Voedergewas, 1 <sup>e</sup> jaar	4	372	42
Voedergewas, 2 <sup>e</sup> jaar	4	242	98
Voedergewas > 2 <sup>e</sup> jaar	9	158	36

Mineralisatie is een grillig verlopend proces, waardoor minerale N onregelmatig beschikbaar komt. Deze N kan opgenomen worden door het gewas, maar kan ook verloren gaan door uitspoeling of denitrificatie. Binnen het groeiseizoen is de kans op verlies gering: gunstige omstandigheden voor mineralisatie zijn in de regel ook gunstige omstandigheden voor opname, tenminste als een goed ontwikkeld gewas aanwezig is. Ook buiten het groeiseizoen lijken grasland (na vroeg stoppen met bemesting) en onbemest Italiaans raaigras (na maïs) voldoende in staat de gemineraliseerde stikstof op te nemen. Uit onderzoek op 'De Marke' bleek dat de in de herfst en (zachte) winter in maïsland gemineraliseerde N in maart vrijwel volledig terug te vinden was in de boven- en ondergrondse delen van het Italiaanse raaigras (Aarts, 1994).

Ondanks de relatief droge zomers was de jaarlijkse neerslag 78 mm hoger dan het gemiddelde over 30 jaar (758 mm), zoals blijkt uit Figuur 4.2. Het waterverbruik door de gewassen bleek gemiddeld 361 mm  $\text{jr}^{-1}$  te bedragen, 55 mm minder dan op gangbare bedrijven. Daardoor was het neerslagoverschot 475 mm  $\text{jr}^{-1}$  (Aarts, 2000; Aarts *et al.*, 2000b), en dat is veel meer dan de oorspronkelijke 'standaard' aanname van 300 mm. Bij een gemeten gemiddelde nitraatconcentratie van 55 mg per liter (waarover meer in Sectie 4.4) komt dit overeen met een gemiddelde nitraatuitspoeling van 59 kg  $\text{ha}^{-1} \text{jr}^{-1}$ .



*Figuur 4.2. De jaarlijkse hoeveelheden neerslag, gemeten op proefbedrijf 'De Marke' gedurende de periode 1993–1998. De stippellijn heeft betrekking op de gemiddelde hoeveelheid neerslag, over 30 jaren, van het KNMI-weerstation te Doetinchem (= 758 mm  $\text{jr}^{-1}$ ).*

In situaties met een lage zuurstofspanning ('anaëroob') kan nitraat worden gedenitrificeerd tot  $\text{N}_2$  en  $\text{N}_2\text{O}$  mits gemakkelijk afbrekbare koolstofverbindingen aanwezig zijn en de temperatuur voldoende hoog is. De oorspronkelijke aanname was dat door denitrificatie 47 kg N  $\text{ha}^{-1} \text{jr}^{-1}$  verloren zou gaan. Op basis van het eerder genoemde overschot van 128 kg N  $\text{ha}^{-1}$ , een accumulatie van 40 kg en een uitspoeling in de vorm van nitraat van 59 kg kan berekend worden dat de denitrificatie ongeveer 29 kg moet hebben bedragen (Tabel 4.5), 18 kg minder dan oorspronkelijk werd aangenomen.

Tabel 4.5. *Het meest waarschijnlijke lot van het overschot op de stikstofbalans van het bodem-gewas/systeem van 'De Marke' (kg N ha<sup>-1</sup> jr<sup>-1</sup>, 1993-1998).*

	Prognose	Gerealiseerd
Overschot N-balans bodem/gewassysteem	79	128
Accumulatie als organische N	0	40
Denitrificatie tot N <sub>2</sub> en N <sub>2</sub> O	47	29
Uitspoeling als nitraat	32	59

Het is aannemelijk dat de denitrificatie onder grasland hoger is dan onder bouwland. Door het zwaarder bemesten en de sterkere mineralisatie is veel meer minerale stikstof in omloop; door de intensieve beworteling en dichte bodem kunnen gemakkelijker zuurstofloze situaties ontstaan en er zijn volop gemakkelijk afbreekbare koolstofverbindingen aanwezig. Voor het verlies aan N door denitrificatie kan worden aangenomen dat de denitrificatie in grasland ruwweg het dubbele is van die in bouwland (Lippold *et al.*, 1981). Voor 'De Marke' betekent dat een verlies van 38 kg N ha<sup>-1</sup> jr<sup>-1</sup> in grasland en 19 kg in bouwland. Metingen wijzen weliswaar op lagere waarden voor grasland van 'De Marke' (gemiddeld iets minder dan 25 kg N ha<sup>-1</sup> jr<sup>-1</sup> in de bovenste 20 cm; Corré, 2000) maar ook in diepere lagen zal denitrificatie plaatsvinden en bekend is dat methodologische problemen bij de metingen tot onderschatting kunnen leiden.

#### 4.4 Nitraat in het bovenste grondwater

Elk najaar wordt het bovenste grondwater van 'De Marke' door het RIVM bemonsterd op een groot aantal vaste plekken (Boumans & Fraters, 1995). Het verloop van de nitraatgehalten in het grondwater is weergegeven in Tabel 4.6.

Tabel 4.6. *Nitraatgehalten (mg l<sup>-1</sup>) in het bovenste grondwater van de percelen van 'De Marke' die sinds 1989 in gebruik zijn. Het bedrijfsgemiddelde is het gemiddelde van deze percelen.*

	1990	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Blijvend grasland	159	80	50	43	60	52	96	43	66
Huiskavel	220	117	43	46	54	36	49	93	70
Veldkavel	181	104	53	35	35	20	47	97	50
<i>Bedrijf gemiddeld</i>	<i>199</i>	<i>107</i>	<i>47</i>	<i>43</i>	<i>51</i>	<i>35</i>	<i>57</i>	<i>83</i>	<i>64</i>

Opvallend is de snelle afname tussen 1990 en 1993. De verwachting was dat het veel langer zou duren voordat voldaan zou kunnen worden aan de nitraatnorm (50 mg l<sup>-1</sup>) omdat in de periode voor stichting van 'De Marke' grote hoeveelheden dierlijke mest werden gebruikt en verwacht werd dat daaruit nog aanzienlijke hoeveelheden nitraat langzaam zouden vrijkomen (Oenema *et al.*, 1998). Tussen 1993 en 1996 bleven de nitraatgehalten vrij constant. In 1997 is het bedrijfsgemiddelde weer tot iets en in 1998 tot vrij ver boven de norm gestegen. Het laatste jaar namen de gehalten weer af.

Vanaf 1993 functioneert het bedrijf volgens plan. Tot 1992 was er geen veestapel aanwezig (er werd dus ook niet beweid) en werden geen organische meststoffen gebruikt. In 1992 was de veestapel nog incompleet. In vrijwel alle jaren na 1993 heeft de veldkavel het laagste nitraatgehalte. Gemiddeld over de periode 1993-1999 was het bedrijfsgemiddelde 55 mg l<sup>-1</sup>.

Bestaan er heldere verbanden tussen enerzijds gewassoort en plek in de vruchtwisseling en anderzijds het in hetzelfde jaar gemeten nitraatgehalte? Uit Tabel 4.7 blijkt dat in ieder geval niet. De bovenste meter grondwater weerspiegelt weliswaar gemiddeld één jaar uitspoeling, maar het neerslagoverschot kan per jaar aanzienlijk verschillen (Boumans *et al.*, 2001). Vaak is bij de bemonstering in oktober of november de minerale stikstof in de bouwvoor nog niet uitgespoeld of nog onderweg naar het grondwater, dat zich tijdens de bemonstering op gemiddeld 2,1 m diepte bevond. In dat geval is er een betere relatie met het gewas van het voorgaande jaar (Conijn, 2000). Opvallend is dat het grondwater onder tijdelijk grasland in de regel minder nitraat bevat naarmate de leeftijd van het grasland toeneemt. Bij maïs lijkt het omgekeerde het geval: naarmate langer maïs wordt geteeld is het nitraatgehalte van het grondwater hoger. In een wisselbouwsituatie vertoont het nitraatgehalte daardoor een golfpatroon. In de periode 1993-1998 was het gehalte onder maïs 65 mg l<sup>-1</sup>, dat onder tijdelijk grasland met 41 mg l<sup>-1</sup> significant lager.

Tabel 4.7. De gemiddelde nitraatconcentraties (mg l<sup>-1</sup>) onder de gewassen, gemeten in de herfst. Afwijkingen van Tabel 4.6 kunnen het gevolg zijn van het feit dat in deze tabel alle percelen in de berekeningen zijn meegenomen.

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	93/98
Blijvend grasland	50	43	55	42	84	41	53
Gras, 1 <sup>e</sup> jaar	84	65	61	43	62	127	76
Gras, 2 <sup>e</sup> jaar	20	66	54	16	61	28	43
Gras, 3 <sup>e</sup> jaar	28	28	45	28	27	36	33
Maïs, 1 <sup>e</sup> jaar	177 <sup>1</sup>	30 <sup>1</sup>	9 <sup>1</sup>	24	16	132	47
Maïs, 2 <sup>e</sup> jaar	75	43	40	13	67	139	67
Maïs, >2 <sup>e</sup> jaar	51	39	56	30	72	115	63

<sup>1</sup> Slechts één perceel.

Het jaar 1998 is uitzonderlijk. Toen werden soms extreem hoge gemiddelde nitraatconcentraties vastgesteld. De groepen met de hoge nitraatconcentraties (1<sup>e</sup> jaar gras en maïs) hebben als gemeenschappelijk kenmerk dat ze in dat voorjaar zijn ingezaaid (Conijn, 2000). Het vroege voorjaar van 1998 was relatief warm, waardoor al vroeg in het seizoen minerale stikstof vrij kwam door mineralisatie. Die vroege beschikbaarheid van minerale stikstof werd bij 1<sup>e</sup> jaar grasland nog versterkt door de relatief vroege toediening van drijfmest ten opzichte van de datum van inzaai (verschil in datum drijfmestgift en grasinzaai: 17-27 dagen). Door overvloedige regenval kon er na bemesting niet meteen worden ingezaaid. Het vroege voorjaar was ook natter dan gemiddeld (70 mm boven het gemiddelde gedurende maart en april), waardoor er vermoedelijk veel minerale stikstof uit de bouwvoor is gespoeld. Deze stikstof en de stikstof uit drijfmest die kort voor het zaaien aan maïs is toegediend, is waarschijnlijk in de vroege zomer en in de herfst verder uitgespoeld richting grondwater (in juni, 100 mm meer neerslag dan gemiddeld en in september/oktober 250 mm meer). De lage stikstofgehalten van de maïs, bij de oogst, wijzen ook op uitspoeling van minerale stikstof. Ook blijvend grasland heeft te maken gehad met deze weersomstandigheden, maar dit gewas kent geen fase van braak in het voorjaar of van geringe opnamecapaciteit door een nog beperkt wortelstelsel. Bovendien is de stikstofgift meer gespreid. Nitraatconcentraties onder graslandpercelen vertonen daardoor mogelijk minder fluctuaties dan die onder bouwlandpercelen.

Er is een poging gedaan om met behulp van multiplere= lineaire regressie-analyse de verschillen tussen nitraatconcentraties van het bovenste grondwater onder percelen te verklaren vanuit verschillen in bodem, beheer en weer (Conijn, 2000). De nitraatconcentraties bleken niet of nauwelijks gecorreleerd te zijn met de stikstofbalanstermen genoemd in Tabel 4.2. Een belangrijke verklaring voor de geringe correlatie kan gevonden worden bij het management van het bedrijf dat gericht is op voorkómen van

uitschieters in het nitraatgehalte. Het beheer van 'De Marke' heeft een nivellerende werking: potentiële verschillen in hoeveelheden 'verliesbare' stikstof, tussen percelen en teelten, worden teruggebracht door gericht management. Een tweede verklaring voor de afwezigheid van heldere verbanden ligt bij de mineralisatie. Die vertegenwoordigt een grote stroom minerale stikstof en is niet voldoende nauwkeurig vast te stellen. Daardoor kunnen de effecten van andere stikstofstromen gemakkelijk worden overschaduwd. Bij bouwland kon een aanzienlijk deel (62%) van de variatie in nitraatconcentraties wel verklaard worden door aan het weer gerelateerde variabelen, zoals neerslag en temperatuur. Bij grasland speelden deze variabelen echter geen verklarende rol van betekenis.

## 4.5 Optimaliseren van het bodem/gewassysteem

De maatregelen die door 'De Marke' zijn genomen hebben geleid tot een aanzienlijke afname van het stikstofoverschot op bodemniveau, vergeleken met een gebruikelijke bedrijfsvoering, met als gevolg een flinke verbetering van de grondwaterkwaliteit. Er is echter geen zekerheid dat met de huidige bedrijfsvoering de 50 mg l<sup>-1</sup> nitraatnorm blijvend gerealiseerd kan worden. Omdat jaarlijks ongeveer 40 kg N ha<sup>-1</sup> in de bodem als organische N werd vastgelegd, was het werkelijke N-verlies uit de bodem geen 128 kg (overschot in Tabel 4.2) maar 88 kg. Omdat ophoping eindig is, en het nitraatgehalte gemiddeld nog 10% te hoog, is het noodzakelijk om het overschot op de bodembalans van 'De Marke' te verlagen tot het oorspronkelijk gewenste niveau (79 kg). Op een themadag zijn de mogelijkheden met deskundigen besproken (Van Keulen, 2000) en dat heeft geleid tot een aantal aanpassingen (Tabel 4.8).

Het overschot op bodemniveau kan omlaag door de afvoer te verhogen of de aanvoer te verlagen. De zomers in het midden van de negentiger jaren waren relatief droog. Toch is het beter om geen rekening te houden met een mogelijk hogere N-opbrengst door betere weersomstandigheden in de toekomst. Daar komt bij dat algemeen verwacht wordt dat droge periodes vaker en heftiger gaan voorkomen, als gevolg van klimaatsveranderingen. Verhogen van de N-opbrengst kan door meer gras te telen ten koste van maïs, of door zwaarder te bemesten. Echter, vervangen van één ha maïs door gras leidt ertoe dat de meststofbehoefte met 150 kg N toeneemt, omdat het bemestingsniveau van grasland 150 kg hoger ligt dan dat van maïs. Omdat de hoeveelheid beschikbare N in drijfmest niet zal toenemen, stijgt de behoefte aan kunstmest-N ook met 150 kg ha<sup>-1</sup>. Omzetten van maïsland in grasland is alleen maar gunstig als de aanvoer van N met aangekocht voer daardoor per omgezette ha afneemt met meer dan 150 kg (compensatie extra kunstmestaankoop). Dat is niet realistisch, zodat omzetten van maïsland in grasland geen verbetering betekent. Bovendien is het nadelig voor de energie- (kunstmestproductie) en waterdoelstelling (gras verbruikt veel meer water dan maïs) en de ammoniakemissie bij mesttoediening neemt toe. De gedachte dat bij meer grasland de denitrificatie sterk toeneemt, en daardoor het N-overschot veel hoger mag zijn, is niet realistisch: het eerder berekende verschil tussen grasland en maïsland bleek op 'De Marke' slechts 19 kg ha<sup>-1</sup>. De veel hogere MINAS-eindnorm in de mestwetgeving voor grasland (+80 kg ha<sup>-1</sup>), vergeleken met die voor maïsland, is vooral het gevolg van het feit dat grasland in Nederland gemiddeld op nattere grond ligt, waardoor de denitrificatie vooral om die reden hoger is ingeschat. Het is daardoor vooral een bodemgerelateerde factor in plaats van een gewasgerelateerde. Omdat de bodem van 'De Marke' niet verandert leidt een (wettelijk toegestane) verhoging van het MINAS-overschot bij meer grasland tot meer nitraatuitspoeling.

Ook verhogen van het bemestingsniveau, om daardoor een hogere N-opname te bewerkstelligen, vergroot het overschot per saldo omdat de opname-efficiëntie van meststoffen altijd lager is dan 100% en daalt bij een oplopend bemestingsniveau.



Tabel 4.8. *Aanvullende maatregelen die op 'De Marke' recent zijn genomen om het stikstofoverschot verder terug te dringen.*

Maatregel	Beoogd effect
Weiden melkvee van 8 naar 5 uur per dag	Betere benutting dierlijke mest
Jongvee grootste deel van de zomerperiode op stal	Betere benutting dierlijke mest
Veestapel vanaf 15 september op stal (in plaats van vanaf 1 oktober)	Betere benutting dierlijke mest
Grasland vanaf 15 maart bemesten (in plaats van 1 maart)	Betere benutting van N in mest, geringere kans op uitspoeling
Minder bemesten van weidesnede	Minder meststof nodig
Geen extra N-bemesting 1 <sup>e</sup> jaar gras	Geringere kans op uitspoeling
Triticale als laatste akkerbouwgewas voor grasland	Grasland kan beter ontwikkeld de winter in, waardoor minder uitspoeling

De oplossing moet dus worden gevonden in het beperken van de aanvoer, met zoveel mogelijk behoud van de opbrengst. Vooral aanvoerposten die slecht worden benut (dus relatief weinig opbrengst leveren) of waarvan het rendement sterk afhangt van toevallige weersomstandigheden (grote kans op verliezen) moeten worden beperkt. Weidemest wordt door gras slecht benut door de slechte verdeling (urine- en mestplekken). Bovendien vindt excretie ook plaats als de opnamecapaciteit van gras laag is door trage groei, met name in de nazomer. De hoeveelheid weidemest op 'De Marke' kan worden beperkt door het verder beperken van de veestapel (aantal dieren), het verder beperken van de beweidingduur (uren per dag en lengte seizoen) en het verder beperken van N in het rantsoen. De beweiding van melkvee is op 'De Marke' teruggebracht van 8 tot 5 uur per dag, het jongvee staat nu ook in de zomer meestal op stal en al het vee wordt op 15 september opgesteld in plaats van op 1 oktober.

De opname-efficiëntie van meststoffen op grasland (de mate van terugwinning in het gewas) kan worden verbeterd door meststoffen pas toe te dienen als het gewas actiever is en de kans op een neerslagoverschot geringer. Om die reden is besloten op 'De Marke', het grasland niet meer voor 15 maart te bemesten (in plaats van voor 1 maart). De N-bemesting ten behoeve van weidegras zal worden beperkt.

Er is een aantal momenten in het jaar dat het aannemelijk is dat er aanzienlijke hoeveelheden N door mineralisatie vrijkomen, zonder dat die door een gewas kunnen worden opgenomen. Veel neerslag kan dan fataal zijn. Het bedrijfssysteem rijdt dan als het ware door oranje licht: neemt voor een korte periode grote risico's ten aanzien van de grondwaterkwaliteit. Het herinzaaien van blijvend grasland (versterkte mineralisatie) wordt door 'De Marke' tot een minimum beperkt maar blijkt op lichte zandgrond niet helemaal te voorkomen (in systeem 'De Marke' blijkt herinzaaien ongeveer één keer per 6 jaar noodzakelijk). Om risico's te beperken heeft 'De Marke' besloten na inzaai de extra N-gift voor zodevorming achterwege te laten. Gemiddeld over de bedrijfsoppervlakte levert dat een kunstmestbesparing op van ongeveer 10 kg N ha<sup>-1</sup> jr<sup>-1</sup>. Een ander gevaarlijk moment is de wisseling van bouwland naar grasland. Bij inzaai van gras, direct na de oogst van de maïs, is het jonge gras door het late tijdstip onvoldoende in staat de N, die door mineralisatie in herfst en winter vrij komt, op te nemen (lichtgebrek beperkt groei). Daarom is het laatste jaar maïs in de rotatie vervangen door het graangewas triticale. Inzaai van grasland kan dan in het graangewas (herfst of voorjaar) of direct na de graanoogst plaatsvinden, zodat in het najaar een goed ontwikkelde grasmat aanwezig is.

De genomen extra maatregelen zijn mogelijk nog niet afdoende, maar verkenningen leren dat de gewenste verlaging van het overschot zonder veel ingrijpender maatregelen, zoals het beperken van de melkproductie per ha of het uitbesteden van de opfok van jongvee, haalbaar moet zijn (Aarts & Van Keulen, 2000).

## 4.6 Betekenis van de resultaten voor de melkveehouderij op zandgrond

De resultaten van 'De Marke' maken duidelijk dat het overschot op de bodembalans sterk kan afnemen door een aantal vrij eenvoudige maatregelen, die passen bij de strategie: de aanvoer op bedrijfsniveau verlagen door het beperken van de behoeften aan meststoffen en voer en door het maximaal benutten van eigen mest en voer. De resultaten laten ook zien dat dit op lichte zandgrond leidt tot een sterke afname van het nitraatgehalte in het bovenste grondwater.

Een gangbaar bedrijf op zandgrond produceerde in het midden van de jaren negentig 275 kg N ha<sup>-1</sup> in dierlijke mest (na aftrek ammoniakverliezen; Aarts, 2000). Als geen maatregelen genomen worden zal een bedrijf haar oppervlak met 62% moeten uitbreiden, of quotum verkopen, om aan de norm van de Europese Unie te kunnen voldoen (maximaal 170 kg N ha<sup>-1</sup> als dierlijke mest). Zelfs 'De Marke' moet bij deze norm sterk extensiveren (32%). Het huidige mestgebruik is immers 225 kg N ha<sup>-1</sup>. Op grasland komt gemiddeld 345 kg N ha<sup>-1</sup> terecht, op maïsland 78 kg. Als het derogatieverzoek wordt ingewilligd (Henkens, 2001), waardoor het maximum niveau voor grasland op 250 kg N ha<sup>-1</sup> zou worden gebracht, betekent dat voor 'De Marke' een afzetmogelijkheid van 214 N ha<sup>-1</sup> op het eigen bedrijf, nog steeds minder dan de huidige hoeveelheid. Hoe groot de afzetmogelijkheden uiteindelijk zullen zijn, hangt echter ook af van de normatieve excretienormen en normatieve diergebonden verliezen, die nog moeten worden vastgesteld.

Zeer effectieve en gemakkelijk uitvoerbare maatregelen, binnen een 'De Marke'-strategie, zijn het verlagen van bemestingsniveaus en het telen van een vanggewas na maïs (zonder vanggewas is het realiseren van de nitraatnorm onmogelijk door de grote hoeveelheid minerale N die na de maïssoogst door mineralisatie nog vrij komt). Ook het beperken van het aantal uren weidegang per dag en het vroeg in het najaar opstallen van vee zijn effectieve maatregelen. Vervanging van gras door maïs is aantrekkelijk, zolang de mestafzet van het bedrijf verantwoord kan gebeuren. Het telen van gras en maïs in vruchtwisseling heeft tot gevolg dat stikstof beter wordt benut, waarschijnlijk door een gezonder wortelstelsel, waardoor met minder meststof kan worden volstaan, de opbrengsten hoger zijn en de stikstofverliezen dus afnemen. De duur van de graslandperiode moet kort zijn, omdat anders na scheuren te veel stikstof mineraliseert en vervolgens uitspoelt. Gedurende herfst en winter moet de grond bedekt zijn met een goed ontwikkeld gewas. Het (her)inzaaien van grasland hoort daarom in voorjaar of zomer te gebeuren en zeker niet in de herfst. Beregenen van grasland is effectief als daarmee voorkomen kan worden dat de zode door droogte afsterft. Omdat bij beregening in de regel meer wordt bemest (extra snede) wordt het stikstofoverschot van perceel en bedrijf zeker niet verlaagd.

Volgens de eindnormen van MINAS zou het werkelijke overschot op de bodembalans van 'De Marke' ongeveer 160 kg N ha<sup>-1</sup> jr<sup>-1</sup> mogen zijn (dus inclusief depositie en binding door klaver). Dat is ongeveer het dubbele van het overschot dat het proefbedrijf zichzelf als doel heeft gesteld (79 kg) en ook beduidend hoger dan het proefbedrijf nu realiseert (128 kg). Het is niet aannemelijk dat een dergelijk hoog overschot op lichte grond als die van 'De Marke' tot de beoogde kwaliteit van het grondwater zal leiden, wel tot een sterke verbetering ervan. Berekeningen (Aarts *et al.*, 1999a) wijzen uit dat bedrijven op lichte zandgrond, als die van 'De Marke', 13.800 kg melk ha<sup>-1</sup> kunnen produceren binnen de eindnormen van MINAS, als het managementniveau overeen komt met dat van 'De Marke'. De resultaten van sommige deelnemers aan het project 'Koeien & Kansen' bewijzen dat aanzienlijk hogere productieniveaus (tot 20.000 kg melk ha<sup>-1</sup>) mogelijk zijn (Koskamp *et al.*, 2001b). Voor hun collega-melkveehouders is dat hoopgevend.

## 5. Economie milieumaatregelen ‘De Marke’ anno 1999; een modelmatige vergelijkende studie

*M.H.A. de Haan (Praktijkonderzoek Veehouderij)*

### 5.1 Inleiding

Proefbedrijf ‘De Marke’ probeert zelf opgelegde stringente milieunormen te realiseren. Hiertoe is een groot aantal maatregelen in de bedrijfsvoering genomen, die de basis zijn van het bedrijfssysteem van ‘De Marke’. Een groot deel van deze maatregelen zal ondernemers in een ‘normale’ praktijksituatie (nog) niet nemen. De aanpassingen die ‘De Marke’ heeft doorgevoerd leiden niet alleen tot verminderde milieubelasting, maar hebben ook economische gevolgen.

Het doel van deze studie is om *modelmatig* de gevolgen van afzonderlijke milieumaatregelen in beeld te brengen. Het gaat hierbij om milieutechnische en bedrijfseconomische gevolgen, als consequentie van het na elkaar toepassen van maatregelen.

#### Relatie tot andere studies

Deze studie sluit aan bij rapportages uit 1998: Milieudoelen ‘De Marke’ in economisch perspectief (Mandersloot *et al.*, 1998; Van Assen *et al.*, 1998). Toen zijn verschillen in beeld gebracht tussen ‘De Marke’ met en zonder zelf opgelegde stringente milieunormen. Daarbij werd ook een modelmatige benadering toegepast. De uitgangspunten in deze studie komen in grote mate overeen met die uit het genoemde rapport. In deze studie gaat het om de effecten van de afzonderlijke milieumaatregelen. WU-ABE (de (huidige) Leerstoelgroep Agrarische Bedrijfseconomie van Wageningen Universiteit, Wolleswinkel, 1999) heeft een belangrijke rol gespeeld bij het formuleren van de uitgangspunten van de afzonderlijke maatregelen.

In deze studie ‘stapelen’ we de milieumaatregelen tot uiteindelijk een simulatie van ‘De Marke’ is bereikt met alle milieumaatregelen. De volgorde van de stapeling is gebaseerd op de kosteneffectiviteit die door WU-ABE bepaald is middels lineaire programmering (Wolleswinkel, 1999). In die studie zijn de bedrijfseconomische en milieutechnische gevolgen van de afzonderlijke milieumaatregelen op ‘De Marke’ bepaald. Hierbij is steeds één milieumaatregel toegepast voor ‘De Marke’ zonder zelf opgelegde stringente milieunormen. De situatie met milieumaatregel wordt ook steeds geoptimaliseerd, zodat het bedrijf optimaal aangepast is aan de milieumaatregel. ‘De Marke’ zonder zelf opgelegde stringente milieunormen (het basisbedrijf) is overigens ook via optimalisatie bepaald en vormt de basis van deze studie.

#### Waarom modelmatig?

‘De Marke’ is uniek als bedrijf met een dergelijk systeem. Verder begeleiden deskundigen ‘De Marke’ intensief en houden de bedrijfsvoering nauwlettend in de gaten. De behaalde (technische) resultaten zijn daarom niet alleen het gevolg van toegepaste maatregelen om stringente milieunormen te halen, maar zijn voor een deel ook toe te schrijven aan het managementniveau en de specifieke situatie op ‘De Marke’. In modelberekeningen is het mogelijk het managementniveau voor de verschillende situaties

zoveel mogelijk gelijk te houden. Hierdoor wordt het managementeffect zoveel mogelijk uitgeschakeld. In de berekeningen is verder steeds uitgegaan van een 'goede landbouwpraktijk' (IKC, 1993).

Ook kunnen we in modelberekeningen verschillen in investeringen die *niet* gerelateerd zijn aan het realiseren van de milieudoelen achterwege laten. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan de kosten voor erfverharding of het kavelpad. Want realiseren van de stringente milieudoelen geeft geen aanleiding om anders dan op gangbare bedrijven in erfverharding of kavelpad te investeren.

Anderzijds kan het ook zo zijn dat we met modelberekeningen voorbij gaan aan zaken die wel degelijk het gevolg zijn van de gerealiseerde milieudoelen. Dit kan aan de orde zijn als bepaalde technische relaties in de bedrijfsvoering nog niet goed duidelijk zijn.

De berekeningen in deze studie zijn uitgevoerd met simulatiemodellen die door het PR ontwikkeld zijn. Het betreft de modellen BedrijfsBegrotingsProgramma voor de Rundveehouderij (BBPR) en het Melkveemodel (Van Alem & Van Scheppingen, 1993; IKC, 1997).

### **Bedrijfsvergelijking**

Erg belangrijk voor modelberekeningen zijn de uitgangspunten en de situaties die vergeleken worden. In deze studie vergelijken we steeds twee bedrijfssituaties met elkaar. Een situatie met en zonder een bepaalde milieumaatregel. Het betreft in alle gevallen een nieuwbouwsituatie op erg droge zandgrond. De droogtegevoeligheid op zich leidt dus niet tot verschillen in het bedrijfsresultaat. De berekeningen gelden verder voor een vrij korte periode (hooguit enige jaren), omdat het effect van alle aanpassingen op 'De Marke' op de lange termijn nog niet duidelijk is. De verantwoordelijkheid voor de uitgangspunten van de berekeningen ligt bij het projectteam van 'De Marke'.

### **Leeswijzer**

In de volgende sectie geven we een uitgebreide beschrijving van het basisbedrijf en worden de verschillende milieumaatregelen behandeld. De economische en milieutechnische situatie wordt ook nauwkeurig beschreven. Vervolgens geven we in Sectie 5.3 een overzicht van de optredende effecten. In Sectie 5.4 staan de conclusies en enkele discussiepunten.

## **5.2 Basisbedrijf en milieumaatregelen**

In deze sectie beschrijven we kort de belangrijkste kenmerken en de economische situatie van het bedrijf zonder milieudoelen. Daarna komen de milieumaatregelen aan bod die op 'De Marke' genomen zijn om het stikstofoverschot terug te dringen.

### **5.2.1 Algemeen**

'De Marke' zonder stringente milieudoelen, in het vervolg *basisbedrijf* genoemd, beschikt over 55 hectare erg droge zandgrond met circa 658.500 kg melkquotum en 4,33% vet. Dit is gelijk aan de situatie van 'De Marke' (Anonymus, 1994). Zoals reeds gesteld, is formulering van het basisbedrijf mede tot stand gekomen door optimalisering. Dit betreft echter maar een beperkt aantal kenmerken. Met name het bouwplan en de rantsoenen zijn als resultaat van optimalisatie op het basisbedrijf doorgevoerd.

De gemiddelde melkprijs in de basissituatie is f 74,- per 100 kg. Het vee is ondergebracht in ligboxenstallen met mestkelders die juist voldoende opslagcapaciteit hebben. Wanneer nodig, worden gewassen

op de huiskavel intensief beregend. De huiskavel beslaat 70% van het areaal. De veldkavel is 16,5 ha groot en wordt volledig benut voor maïsteelt. Maximaal kan het basisbedrijf voor 18,4 ha maïspremie krijgen. Dat is precies de oppervlakte maïs die geteeld wordt.

Met de gegeven melkproductie van 8300 kg per dier, zijn 78,35 koeien nodig. Het vervangingspercentage is 38,03 en het aantal aanwezige pinken 30,4 stuks. Het basisbedrijf houdt 31 kalveren aan. Behalve nuchtere kalveren, wordt geen jongvee verkocht. Koeien natuurlijk wel.

Op het basisbedrijf is werk voor 2 VAK<sup>4</sup>. De kosten hiervoor bedragen in totaal f 171 200,- In Tabel 5.1 staan enkele relevante kengetallen voor het basisbedrijf.

Tabel 5.1. *Algemene kengetallen voor het basisbedrijf ('De Marke' zonder milieudoelen op droge zandgrond).*

Oppervlakte	(ha)	55
- waarvan grasland	(ha)	36,6
- waarvan maïsland	(ha)	18,4
Oppervlakte huiskavel	(ha)	38,5
Melkquotum	(*1000 kg)	658,5
Quotumintensiteit	(kg melk per ha)	11.973
Vetreferentie	(%)	4,33
Melkproductie	(kg per koe)	8.300
Vetgehalte melk	(%)	4,40
Eiwitgehalte melk	(%)	3,50
Aantal melkkoeien		78,35
Vervangingspercentage	(%)	38,03
Aantal pinken		30,4
Aantal kalveren		31,0
Stikstofbemesting grasland	(kg N per ha)	350
Stikstofbemesting maïsland	(kg N per ha)	150
Huisvesting vee		Ligboxenstallen met mestkelders

De melkkoeien op het basisbedrijf weiden van mei tot november gemiddeld 12 uur per dag. De eerste twee maanden van de weideperiode zo'n 18 uur per dag (onbeperkt) en de overige 4 maanden weiden de koeien beperkt met 9 uur per dag. De droge koeien staan het hele jaar op stal, de pinken weiden van mei tot november en de kalveren gaan ruim twee maanden de wei in.

Het herinzaaipercentage van grasland is 16,7%. Herinzaaien van grasland gebeurt in het najaar. Dit leidt tot 15% opbrengstderving van de eerste snede in het volgende jaar.

## 5.2.2 Gewassen

Op het basisbedrijf is het bouwplan geoptimaliseerd tot 36,6 ha grasland en 18,4 ha snijmaïs. Ter vergelijking: het areaal van 'De Marke' bestaat uit 30 ha grasland en 25 ha maïs (verdeeld over snijmaïs en MKS).

<sup>4</sup> VAK= Volledige Arbeids Krachten

Op het basisbedrijf op droge zandgrond is de bruto opbrengst van het grasland (de grasgroei) 11,1 ton drogestof (ds) per ha. Een deel hiervan is bestemd voor beweiding en de rest voor voederwinning. De stikstofbemesting is 350 kg per ha. De fosfaattoestand van de grond is 'ruim voldoende' verondersteld en de bemesting is volgens het fosfaatbemestingsadvies. De beweidingsverliezen zijn op 17% verondersteld. De veld- en conserveringsverliezen bij voederwinning zijn beide 6%. Na conservering is de totale opbrengst van graskuil bijna 150 ton ds (zie ook Tabel 5.2).

De loonwerker wordt ingeschakeld bij voederwinnings- en bemestingswerkzaamheden. De loonwerker maait het gras en kuilt het in. Drijfmest wordt emissiearm toegediend. Op grasland gebeurt dit met een zodenbemester en op maïsland via injectie. Zodenbemesten is duurder dan injectie. Vanwege de afstand brengt bemesting op de veldkavel extra kosten met zich mee.

Graslandverzorging en herinzaai zijn ook werkzaamheden die de loonwerker uitvoert.

Het maïsland levert op het basisbedrijf ruim 11,75 ton ds bruto opbrengst per ha (normatief). In totaal komt dit op bijna 215 ton ds bruto maïsoopbrengst op het bedrijf. Een deel hiervan is niet nodig voor de eigen voederverzorging en wordt verkocht (bijna 45 ton ds). De verkoopprijs is f 0,17 per kVEM. De vervoederingsverliezen van gras- en maïskuil zijn met 0,1% laag. De stikstofbemesting op maïsland ligt op 150 kg per ha en de fosfaattoestand is ook hier 'voldoende' verondersteld.

De loonwerker zorgt zowel voor de teelt als de oogst van de snijmaïs.

In Tabel 5.2 staan de kuilopbrengsten voor het basisbedrijf weergegeven.

Tabel 5.2. *Kuilopbrengsten (ton ds in kuil na conservering).*

	Basisbedrijf
Maïskuil zomer	51,4
MKS zomer	0
Maïskuil winter	103,3
Graskuil 1 <sup>e</sup> snede	55,2
Graskuil 2 <sup>e</sup> en overige sneden	92,6
Mengkuil (herfstgras+maïsstro)	0
MKS winter	0

### 5.2.3 Rantsoen

Tabel 5.3 en 5.4 laten de rantsoenen zien van de verschillende diergroepen op het basisbedrijf. Onderscheid is gemaakt tussen het zomer- en winterrantsoen. Duidelijk is te zien dat de melkkoeien, zowel in de zomer als in de winter, een behoorlijk aandeel snijmaïs krijgen. Hoewel sprake is van een ruwvoeroverschot, is aangenomen dat het bedrijf graszaadstro voor droge koeien en pinken aanvoert. Hiervan wordt bijna 16 ton product netto gekocht voor f 200,- per ton. Met bijna f 0,41 per kVEM is dit relatief duur.

In de basissituatie krijgen de koeien 5% meer energie dan de berekende behoefte (Centraal Veevoederbureau, 1995). Ook krijgen de koeien 5% meer DVE gevoerd dan de berekende behoefte. Hetzelfde geldt voor de droge koeien

Tabel 5.3. Voeding zomer per dier (netto).

	Melkg. Koeien	Pinken	Kalveren
Grasopname per dag (kg ds)	11,6	7,3	3,9
Ruwvoer per dag (kg ds)	4		
wv.: eigen - graskuil ov snede			
- snijmaïs	4		
Krachtvoer per dag (kg)	4,4		0,5
wv: - standaardbrok	3,3		0,5
- matig eiwitrijke brok	1,1		

### Weideperiode

De melkkoeien nemen een behoorlijke hoeveelheid gras op in de zomer. Gekozen is om de koeien dagelijks gemiddeld 4 kg ds snijmaïs te verstrekken. Daarbij hoort nog ruim 4 kg krachtvoer. De droge koeien blijven het hele jaar door op stal en krijgen dus het hele jaar een zogenaamd winterrantsoen. Daarom staan van deze diergroep geen rantsoengegevens in Tabel 5.3. De pinken krijgen in de weideperiode geen krachtvoer, terwijl de kalveren wel een halve kilo krijgen.

### Stalperiode

In Tabel 5.4 is het rantsoen in de stalperiode weergegeven. Het streven is om bij een ruwvoeroverschot geen graskuil over te houden, maar maïs. In de stalperiode krijgen de melkkoeien bijna 4 kg ds graskuil van de eerste snede. De rest van het ruwvoer is maïs en graskuil van de overige sneden. De krachtvoeraanvulling bestaat vooral uit standaardbrok.

Voor voldoende structuur in het rantsoen is gekozen om de droge koeien en de pinken in de stalperiode een aanzienlijk deel graszaadhooi te verstrekken. De droge koeien krijgen bijna 3 kg ds graszaadhooi, met evenveel maïs en graskuil van de overige sneden. De pinken krijgen bijna 1 kg ds graszaadhooi. De rest van het ruwvoer bestaat uit graskuil van de overige sneden en maïs. De krachtvoeraanvulling is nog geen 0,5 kg per dag. Het rantsoen voor de kalveren bestaat voor bijna 1/3 deel uit maïs. De rest is goede graskuil van de eerste snede. Verder krijgen ze nog 0,7 kg krachtvoer.

Tabel 5.4. Voeding winter per dier (netto).

	Melkg. Koeien	Droge Koeien	Pinken	Kalveren
Ruwvoer per dag (kg ds)	14	8,6	7,4	3,0
wv: eigen - graskuil 1 <sup>e</sup> snede	3,8			1,2
- graskuil ov snede	4,9	3,0	3,9	
- snijmaïs	5,3	2,8	2,6	1,8
Aankoop - Graszaadhooi		2,8	0,9	
Krachtvoer per dag (kg)	7,0	0,5	0,4	0,7
wv: - standaardbrok	6,2	0,5	0,4	0,6
- bestendig sojaschroot	0,8			0,1

## 5.2.4 Economie en MINAS basisbedrijf

### Economie

Tabel 5.5 geeft de bedrijfseconomische boekhouding van het basisbedrijf.

Tabel 5.5. *Economische situatie basisbedrijf, in guldens op bedrijfsniveau en per 100 kg melk.*

		Per 100 kg melk
<b>A. Opbrengsten</b>	549.216	84,46
<b>B. Toegerekende kosten</b>	135.882	20,90
Waarvan:		
- veevoer	61.136	9,40
- gewasbeschermingsmiddelen	6.112	0,94
- meststoffen	14.602	2,25
- zaai-, plant- en pootgoed (incl. rente)	11.152	1,71
- directe kosten levende have	42.880	6,59
<b>C. Saldo (A - B)</b>	413.334	63,56
<b>D. Niet-toegerekende kosten</b>	538.425	82,80
Waarvan:		
- arbeidskosten	171.200	26,33
- loonwerk	56.191	8,64
- machines, werktuigen, inventaris, ed.	108.409	16,67
- grond en gebouwen	174.091	26,77
- algemene kosten	28.534	4,39
<b>E. Netto-bedrijfsresultaat (C - D)</b>	-125.091	-19,24
<b>G. Arbeidsopbrengst (E + F)</b>	46.109	7,09

De opbrengsten bestaan uit melkgeld (*f* 74,- per 100 kg), omzet en aanwas, verkoop van maïs (45 ton à *f* 0,17 per kVEM) en maïspremie (*f* 10.948,-).

Het grootste deel van de toegerekende kosten bestaat uit voerkosten. Verder nemen kunstmeststoffen en directe kosten levende have een aanzienlijk deel voor hun rekening. De laatstgenoemde post omvat onder andere veeverbetering, gezondheidszorg, strooisel, scheren, klauwbekappen en rente vee.

Het grootste deel van de kosten bestaat uit de niet-toegerekende kosten. Dit zijn kosten voor arbeid, grond en gebouwen, machines en werktuigen, loonwerk en algemene kosten. Bijbehorende prijzen en tarieven zijn normatief ingeschat en dus niet gelijk aan de werkelijke situatie op 'De Marke'.

De aanwezige 2 VAK bepalen de arbeidskosten op ruim *f* 170.000,-. Veel loonwerkzaamheden zorgen voor aanzienlijke loonwerkkosten.

Het machinepark is afgestemd op de eigen werkzaamheden. Ook zijn kosten voor een 'normale' melkinstallatie begroot.

De gebouwen zijn precies op de aantallen dieren van de verschillende groepen afgestemd. De omvang van de voeropslagen is afgestemd op de hoeveelheid die gevoerd moet worden. Belangrijk hierbij is een



voersnelheid van 1,5 meter per week voor elke opslag. Verder is uitgegaan van maïs in een sleufsilos en gras in een rijkuil. In de werktuigenberging is ruimte gereserveerd voor opslag van het graszaadhooi. De jaarlijkse rentekosten van de grond bedragen  $f$  1.230,- per ha.

## MINAS

Met nog geen 12.000 kg melk per ha is het bedrijf niet erg intensief. De veebezetting bedraagt nog geen 1,8 (fosfaat)GVE per ha. De verplichting tot een MINAS-boekhouding is tot 2000 nog niet aanwezig. Tabel 5.6 laat de stikstofbalans van het basisbedrijf zien.

Tabel 5.6. Stikstofbalans ( $kg ha^{-1}$ ) van het basisbedrijf.

Aanvoer		Afvoer	
Ruwvoer	4	Vee	10
Krachtvoer	76	Melk	65
Kunstmest	197	Ruwvoer	10
Overig (strooisel e.d.)	1		
Depositie	49		
Totaal	327	Totaal	85
<b>Stikstofoverschot</b> (aanvoer – afvoer):		242 $kg ha^{-1}$	

De aanvoer van stikstof in krachtvoer is ruim 75 kg per ha. Met kunstmest voert het bedrijf bijna 200 kg per ha aan. De afvoer in vee, melk en ruwvoer bedraagt samen 85 kg per ha. Inclusief depositie en strooisel is het stikstofoverschot bijna 250 kg per ha. In de MINAS-wetgeving tellen depositie en strooisel niet mee, wel geldt een diercorrectie van 20 kg per ha als extra afvoerpost op de MINAS-balans. Het MINAS-stikstofoverschot is 172 kg per ha.

### 5.2.5 Milieumaatregelen

Via een aantal milieumaatregelen (Nijssen *et al.*, 1996; Aarts, 1995; Van Dijk *et al.*, 1995a; 1995b; Mandersloot & Hageman, 1995; Schröder & Van Dijk, 1995; Mandersloot 1993; 1992), die achter elkaar op het basisbedrijf worden toegepast, benaderen we uiteindelijk de bedrijfsvoering op 'De Marke'. Bij deze aanpassingen gaat het grofweg om 3 blokken: bedrijfsstructuur, bemesting en voederverzorging, en stalaanpassingen. In Tabel 5.7 is, in grote lijnen, aangegeven welke aanpassingen doorgevoerd zijn op 'De Marke', met daarbij het beoogde milieueffect.

Behalve gevolgen voor het milieu, hebben de aanpassingen in Tabel 5.7 ook gevolgen voor de bedrijfsvoering en het resultaat. En daar hangt weer een prijskaartje aan. De ene maatregel heeft wellicht positieve economische gevolgen, terwijl een andere licht negatieve of juist erg negatieve gevolgen heeft. Een lagere stikstofbemesting leidt bijvoorbeeld tot minder grasgroei, zodat meer voeraankoop nodig is. Het aanhouden van minder jongvee leidt wel tot lagere opbrengsten via omzet en aanwas, maar drukt de totale voerkosten en de vaste kosten behoorlijk, wellicht zoveel, dat deze maatregel per saldo een positief economisch effect kan hebben.

Tabel 5.7. *Aanpassingen in de bedrijfsvoering om van het basisbedrijf tot 'De Marke' te komen.*

Aanpassing	Beoogd milieueffect
<b>Veestapel en bouwplan</b>	
Minder jongvee	minder mineralenaanvoer in voer
MKS telen en voeren	minder krachtvoeraanvoer, mineralenbeheer regio
Mais (en MKS) in vruchtwisseling telen	minder bemesten, hogere opbrengst
<b>Bemesting en voeding</b>	
Bemesten op P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> –onttrekking	minder fosfaatbemesting, lager overschot
Verlagen N-bemesting en eerder stoppen	minder kunstmest-N nodig, minder uitspoeling
Efficiënte beweiding	beter benutting weidegras
Wintergewas onder maïs/MKS	minder uitspoeling, minder kunstmest
Beter op de norm voeren van de koeien	beter stikstofbenutting
Meer maïs voeren in zomer	beter benutting stikstof door vee
Kortere weideperiode	minder uitspoeling, beter grasbenutting
<b>Stalaanpassingen</b>	
Emissiearme stal	minder ammoniakemissie

Om het effect van de afzonderlijke milieumaatregelen in beeld te krijgen, zijn de maatregelen na elkaar toegepast op het basisbedrijf, totdat een situatie is bereikt met alle beschreven maatregelen. De uiteindelijke situatie is dan die van 'De Marke', met milieumaatregelen die genomen zijn om de milieuprestaties op het gebied van stikstof- en fosfaatoverschot, nitraatuitspoeling en ammoniakvervluchtiging te verbeteren. Bij elke rekengang betreft het een situatie met nieuwbouw.

De volgorde waarin de maatregelen worden toegepast, heeft invloed op het effect dat aan een bepaalde maatregel wordt toegekend. Gekozen is om eerst de maatregel toe te passen die bij verlaging van het stikstofoverschot economisch het gunstigst uitpakt. We beginnen dus met de maatregel met de hoogste 'kosteneffectiviteit'. Hierbij is 'de verandering van het netto bedrijfsresultaat door de verlaging van het stikstofoverschot met 1 kg ha<sup>-1</sup>' als definitie gehanteerd. De volgorde van de 'stapeling' is gebaseerd op de kosteneffectiviteit die door WU-ABE bepaald is middels lineaire programmering (Wolleswinkel, 1999). In die studie zijn de bedrijfseconomische en milieutechnische gevolgen van de afzonderlijke milieumaatregelen op 'De Marke' bepaald, **mèt** optimalisering van de nieuwe situatie. In Tabel 5.8 zijn de maatregelen weergegeven, gesorteerd naar afnemende kosteneffectiviteit. In principe worden de maatregelen na elkaar toegepast in de aangegeven volgorde.

De maatregel 'meer gesloten maken van het bedrijf' houdt in dat ruwvoerverkoop voorkómen wordt door de maïs die over is als MKS te oogsten. Besloten is om deze maatregel als laatste toe te passen.

Verder wordt op 'De Marke' ook fosfaatevenwichtsbemesting toegepast (Schreuder *et al.*, 1996; Anonymus, 1995; Den Boer *et al.*, 1995a, 1995b, Oenema & Van Dijk, 1994). Deze maatregel is niet vermeld in Tabel 5.8, omdat die maatregel niet primair bedoeld is om het stikstofoverschot te verlagen. Voor de volledigheid passen we deze maatregel wel toe, en wel na de maatregel 'verlaging stikstofbemesting'.

Het areaal maïs op 'De Marke' is groter dan op het basisbedrijf. De totale oppervlakte maïs is immers 25 ha. Op 'De Marke' wordt maïs onder andere geteeld om het stikstofoverschot te verlagen. Toch is uitbreiding van het areaal maïs niet als aparte maatregel in de tabel weergegeven. Wel is 'meer snijmaïs in zomerrantsoen' als milieumaatregel weergegeven. Bij deze maatregel krijgen de koeien meer snijmaïs

bijgevoerd in de zomer. Om uiteindelijk de situatie van 'De Marke' te benaderen passen we een extra maatregel toe: 'uitbreiden areaal snijmaïs'.

Tabel 5.8. Verandering van het netto bedrijfsresultaat (f/kg) bij verlaging van het stikstofoverschot met 1 kg ha<sup>-1</sup>.

Milieumaatregel	Verandering bedrijfsresultaat
Minder jongvee aanhouden door lager vervangingspercentage	+13,2
Maïs telen in vruchtwisseling met gras	+11,8
Efficiënter beweiden door siësta-beweiding en naweiden met jongvee	+ 1,0
De koeien beter op de DVE-norm voeren	- 1,2
Vanggewas telen onder de maïs en pinken weiden op vanggewas	- 1,3
Verlagen stikstofbemesting, verkorten uitrijdperiode organische mest	- 2,8
Emissiearme stal	- 9,5
Voorkómen van voerverkoop, dus gesloten maken van het bedrijf	-18,1
Meer snijmaïs in zomerrantsoen	-54,3
Verkorten van de weideperiode van de koeien	-415,6

Bron: Wolleswinkel, 1999

Onduidelijk is of de uitgangspunten bij de maatregel 'emissiearme stal' in de studie van Wolleswinkel juist zijn ingeschat. Waarschijnlijk zullen de kosten van deze maatregel hoger uitvallen dan weergegeven in Tabel 5.8. De rangorde van de maatregelen kan daardoor wijzigen. Besloten is om deze maatregel net voor de laatste maatregel te plaatsen (meer gesloten maken van het bedrijf).

De uiteindelijke volgorde van de maatregelen zoals die na elkaar worden toegepast is dan als volgt:

1. Minder jongvee aanhouden met een lager vervangingspercentage van de veestapel
2. Maïs telen in vruchtwisseling met gras
3. Efficiënter beweiden door siësta-beweiding en naweiden met jongvee
4. De koeien beter op de DVE-norm voeren door productiegroepen te maken
5. Vanggewas telen onder de maïs en pinken weiden op vanggewas
6. Verlagen van stikstofbemesting op gras- en maïsland en verkorten uitrijdperiode organische mest
7. Verlagen fosfaatbemesting
8. Meer snijmaïs voederen aan de koeien in de weideperiode
9. Areaal maïs uitbreiden tot 25 ha
10. Verkorten van de weideperiode van de koeien
11. Emissiearme stal
12. Voorkómen van voerverkoop, dus gesloten maken van het bedrijf

### 5.3 Effect maatregelen

'De Marke' heeft de meeste maatregelen uit Sectie 5.2 primair genomen om het stikstofoverschot te verlagen. Zoals reeds eerder gesteld, hebben de maatregelen niet alleen gevolgen voor de milieubelasting, maar ook voor het netto bedrijfsresultaat. In dit hoofdstuk gaan we vooral in op de economische effecten van de afzonderlijke milieumaatregelen. Waar nodig, komen ook de gevolgen van de verschillende maatregelen voor de milieuprestaties aan bod. De veebezetting loopt overigens van 1,79 GVE in de basissituatie tot 1,71 GVE in de uiteindelijke situatie. Dit is vrij laag. Daarom is tot 2000 is een MINAS-boekhouding niet verplicht.

Tabel 5.9. *Bedrijfseconomisch resultaat (f per bedrijf) en globale opbouw voor de verschillende situaties waarin de maatregelen (na elkaar gestapeld) zijn toegepast.*

	Basisbedrijf	Minder jongvee	Vrucht- wisseling	Efficiënte beweiding	Beter op norm voeren	Vanggewas	Verlagen N-gift	Verlagen P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -gift	Meer mais in zomer	Meer mais telen	Kortere weideperiode	Emissie- arme stal	Geen voer-afvoer
Aantal melkkoeien	78,35	78,35	78,35	77,75	77,75	77,75	77,75	77,75	76,85	76,85	77,08	77,08	77,08
Melkquotum, incl. (ver)lease (ton)	650,28	650,28	650,28	667,84	667,84	667,84	667,84	667,84	667,84	667,84	664,39	664,39	664,39
Oppervlakte grasland (ha)	36,6	36,6	36,6	36,6	36,6	36,6	36,6	36,6	36,6	30	30	30	30
Oppervlakte snijmais (ha)	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	25	25	25	20,4
Oppervlakte overige voedergewassen (ha)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,6
Stuks jongvee	61	53	53	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
Melkproductie (kg/melkkoe)	8300	8300	8300	8590	8590	8590	8590	8590	8690	8690	8620	8620	8620
Stikstofjaargift grasland (kg ha <sup>-1</sup> )	350	350	350	350	350	350	250	250	250	250	250	250	250
<b>A. Opbrengsten</b>	549.216	548.007	548.391	553.186	553.142	553.890	543.310	543.310	547.709	547.579	543.949	543.949	538.877
<b>B. Toegerekende kosten</b>	135.882	138.062	138.211	137.948	137.385	137.594	134.054	133.748	137.194	141.325	137.306	136.880	129.948
Waarvan:													
- veevoer	61.136	60.517	60.135	61.547	60.885	60.238	60.473	60.463	64.721	64.767	60.339	60.339	53.647
- gewasbeschermingsmiddelen	6.112	6.112	6.008	6.008	6.008	6.008	6.008	6.008	6.008	6.901	6.901	6.901	6.901
- meststoffen	14.602	14.838	14.614	13.286	13.385	12.449	8.674	8.378	8.090	7.474	7.274	6.848	6.608
- zaad, plant en pootgoed (incl. rente)	11.152	11.152	12.011	12.011	12.011	13.851	13.851	13.851	13.851	17.659	17.659	17.659	17.659
- directe kosten levende have	42.880	45.443	45.443	45.096	45.096	45.048	45.048	45.048	44.524	44.524	45.133	45.133	45.133
<b>C. Saldo (A - B)</b>	413.334	409.945	410.180	415.238	415.757	416.296	409.256	409.562	410.515	406.254	406.643	407.069	408.929
<b>D. Niet-toegerekende kosten</b>	538.425	532.795	533.367	536.672	538.143	539.940	542.333	542.309	546.569	547.017	557.604	568.846	576.196
Waarvan:													
- arbeidskosten (f)	171.200	170.225	168.600	171.200	172.695	173.345	172.533	172.533	175.783	172.533	179.033	179.033	180.658
- loonwerk	56.191	54.485	55.923	56.518	56.494	57.537	59.133	59.110	60.011	65.643	68.039	68.039	72.930
- machines, werktuigen, inventaris, e.d.	108.409	108.487	109.281	109.389	109.388	109.441	109.339	109.339	109.642	107.976	108.404	108.404	108.619
- grond en gebouwen	174.091	171.101	171.066	171.178	171.179	171.230	172.941	172.941	172.912	172.644	173.864	185.106	185.724
- algemene kosten	28.534	28.497	28.497	28.387	28.387	28.387	28.387	28.387	28.221	28.221	28.265	28.265	28.265
<b>E. Netto-bedrijfsresultaat (C - D)</b>	-125.091	-122.850	-123.187	-121.434	-122.386	-123.644	-133.077	-132.747	-136.054	-140.763	-150.961	-161.777	-167.267
<b>G. Arbeidsopbrengst (E + F)</b>	46.109	47.575	45.413	49.766	50.309	49.701	39.456	39.785	39.729	31.770	28.071	17.255	13.391

In Tabel 5.9 is de opbouw van het bedrijfseconomisch resultaat weergegeven voor alle berekende situaties. De bedragen in Tabel 5.9 zijn in gulden per bedrijf uitgedrukt en niet in gulden per kg melk. In De Haan (2000) is gedetailleerde informatie over de berekeningen te vinden. Het bedrijfseconomisch resultaat is uitgedrukt in netto-bedrijfsresultaat en arbeidsopbrengst. Het verschil zit in de arbeidskosten. Deze zijn een onderdeel van het netto-bedrijfsresultaat, maar niet van de arbeidsopbrengst. De arbeidskosten vormen veelal een berekende kostenpost en zijn niet altijd uitgaven. Op basis van schattingen van het projectteam van 'De Marke' en berekeningen van WU-ABE is de verandering in arbeidsbehoefte bij invoering van de verschillende maatregelen begroot.

In Tabel 5.10 zijn de stikstofbalansen weergegeven voor de 13 situaties, met steeds een extra maatregel per situatie. Naast het werkelijke stikstofoverschot is ook het MINAS-stikstofoverschot weergegeven. Duidelijk is dat nagenoeg alle maatregelen leiden tot verlaging van het stikstofoverschot. Bij implementatie van de maatregel 'verlagen van de fosfaatbemesting' wordt het stikstofoverschot niet verlaagd, maar deze maatregel dient ter verlaging van het fosfaatoverschot. De laatste maatregel, die voerafvoer voorkomt heeft ook nauwelijks effect op het stikstofoverschot. De gedachte achter deze maatregel is dat de nationale mineralenaanvoer beperkt wordt. Op grote schaal toepassen van eigen krachtvoerteelt leidt tot beperking van krachtvoerimport, minder transport en besparing op brandstof.

Tabel 5.11 laat schattingen zien van de ammoniakemissie en het nitraatgehalte van het grondwater. Verder zijn in Tabel 5.11 na elke maatregel schattingen gemaakt van de nitraatconcentratie in het grondwater en het MINAS-fosfaatoverschot, waarbij kunstmestfosfaat wel meetelt. De berekening van het nitraatgehalte in het grondwater is uitgevoerd volgens de rekenregels van Bouwmans *et al.* (2001).

### 5.3.1 Afzonderlijke maatregelen

Hieronder behandelen we kort de afzonderlijke maatregelen en hun effecten, die steeds na toepassen van de vorige maatregelen tot stand zijn gekomen (Tabellen 5.9, 5.10 en 5.11).

#### **Minder jongvee aanhouden**

Hierdoor dalen de opbrengsten via omzet en aanwas. De voerverkopen stijgen licht. De kosten voor veevoer dalen, terwijl de kosten voor meststoffen licht stijgen. Aangenomen is verder dat de dierenartskosten stijgen door de lagere jongveebezetting en het daarmee gepaard gaande lagere vervangingspercentage.

De arbeidskosten, de loonwerkkosten en de kosten voor gebouwen dalen fors. Het netto-bedrijfsresultaat stijgt met  $f$  2.200,- en de arbeidsopbrengst met  $f$  1.250,-. Het stikstofoverschot daalt bij deze maatregel 5 kg per ha.

*Tabel 5.10. Stikstofbalansen van de verschillende situaties waarin de maatregelen (na elkaar gestapeld) zijn toegepast.*

Stikstofbalans (kg N ha <sup>-1</sup> )	Basisbedrijf	Minder jongvee	Vrucht-wisseling	Efficiënte beweiding	Beter op norm voeren	Vanggewas	Verlagen		Meer mais in zomer	Meer mais telen	Kortere weideperiode	Emissiearme stal	Geen voerafvoer
							N-gift	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -gift					
Aanvoer													
Ruwvoer	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0
Krachtvoer	76	76	76	78	76	76	77	77	83	85	83	83	76
Kunstmest	197	196	193	182	183	170	107	107	104	91	90	81	81
Overig (strooisel e.d.)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Depositie	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
<i>Totaal</i>	327	325	322	313	312	299	237	237	240	229	223	214	207
Afvoer													
Vee	10	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Melk	65	65	65	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66
Ruwvoer	10	14	14	17	18	18	5	5	10	10	6	6	0
<i>Totaal</i>	85	88	88	92	93	93	80	80	85	85	81	81	75
Totaal stikstofoverschot (kg ha <sup>-1</sup> )	242	237	234	221	219	206	157	157	155	144	142	133	132
Diercorrectie (kg ha <sup>-1</sup> )	20	17	17	17	17	17	17	17	16	23	23	23	23
MINAS-N-overschot (kg ha <sup>-1</sup> )	172	170	167	154	152	139	90	90	89	71	69	60	59

*Tabel 5.11. Ammoniakemissie (kg N ha<sup>-1</sup>), nitraatconcentratie van het grondwater en fosfaatoverschot van de verschillende situaties waarin de maatregelen zijn toegepast.*

	Basisbedrijf	Minder jongvee	Vrucht-wisseling	Efficiënte beweiding	Beter op norm voeren	Vanggewas	Verlagen N-gift	Verlagen P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -gift	Meer maïs in zomer	Meer maïs in telen	kortere weideperiode	Emissiearme stal	Geen voerafvoer
Totaal ammoniakemissie	36	36	35	36	36	36	35	35	35	32	33	23	23
Waarvan:													
- vloerooppervlak	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11	8	8
- kelder	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	2	2
- mesttoediening	9	9	9	11	10	10	9	9	10	7	7	9	9
- beweiding	6	6	6	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4
Nitraatconcentratie grondwater (mg NO <sub>3</sub> l <sup>-1</sup> )	101	99	98	96	96	80	58	58	57	55	53	53	53
MINAS-fosfaatoverschot (kg ha <sup>-1</sup> )	18	21	18	16	16	16	16	5	5	2	0	0	0

### **Maïs telen in vruchtwisseling met gras**

Dit leidt tot extra maïsopbrengst, zodat de opbrengsten via voerverkopen licht stijgen. De krachtvoerkosten dalen licht en ook de kosten voor gewasbeschermingsmiddelen. De kosten voor zaaizaad stijgen. De arbeidskosten dalen, maar de loonwerkkosten stijgen. Ook zijn extra kosten voor afrastering nodig. Het netto bedrijfsresultaat daalt met ruim *f* 300,-, en de arbeidsopbrengst daalt met bijna *f* 2.000,-. Deze maatregel heeft een lichte daling van het stikstofoverschot tot gevolg: zo'n 3 kg per ha.

### **Efficiënter weiden**

Hierbij is sprake van siëstabeweidings, minder weide-uren en naweiden met pinken. De beweiding-verliezen nemen hierbij af, de melkproductie stijgt en het vetgehalte daalt. Hierdoor mag het bedrijf meer melk leveren. Hoewel het eiwitgehalte ook daalt, nemen de opbrengsten via melkgeld toch toe, maar de voerkosten stijgen ook licht. De kunstmestkosten dalen. De arbeids- en loonwerkkosten stijgen, evenals de kosten voor de mestopslag. Wel kunnen de stallen kleiner door minder vee. Het netto-bedrijfsresultaat stijgt met ruim *f* 1.750,- en de arbeidsopbrengst met ruim *f* 4.000,-. Het stikstofoverschot daalt aanzienlijk, wel 13 kg per ha.

### **Koeien beter op de DVE-norm voeren**

Hierdoor benut het bedrijf het eiwit beter. De voerkosten dalen, terwijl de kunstmestkosten licht stijgen, omdat de mest minder stikstof bevat. De nauwkeurige voeding leidt wel tot extra arbeidskosten. Het netto-bedrijfsresultaat daalt met ruim *f* 950,-, terwijl de arbeidsopbrengst met *f* 500,- stijgt. Het stikstofoverschot daalt licht door deze maatregel.

### **Vanggewas telen onder de maïs met beweiding van pinken**

Beweiding van het vanggewas leidt tot extra voerverkoop. Hierdoor dalen de voerkosten. De kosten voor meststoffen dalen fors, maar de kosten voor zaaizaad stijgen. De arbeids- en loonwerkkosten stijgen licht. Het netto-bedrijfsresultaat daalt met ruim *f* 1.200,- en de arbeidsopbrengst met *f* 600,-.

Het stikstofoverschot daalt flink bij deze maatregel (13 kg ha<sup>-1</sup>). Verder leidt deze maatregel tot een flinke daling van de nitraatconcentratie in het grondwater. Deze daling bedraagt gemiddeld 15 mg l<sup>-1</sup> onder het hele bedrijf. De daling onder maïsland is uiteraard groter, terwijl die onder grasland nihil is.

### **Verlaging van stikstofbemesting en verkorten van uitrijdperiode dierlijke mest**

Hierdoor daalt de ruwvoeropbrengst op grasland met 10% en op maïsland met 8%. De voerverkopen dalen daarom flink. De voerkosten stijgen licht, terwijl de kosten voor meststoffen fors dalen. De arbeidskosten dalen, maar de loonwerkkosten stijgen. Verkorten van de uitrijdperiode leidt tot extra kosten voor de mestopslag. Het netto-bedrijfsresultaat daalt met *f* 9.500,- en de arbeidsopbrengst met *f* 10.300,-.

Deze maatregel heeft het grootste effect op het stikstofoverschot. De daling is bijna 50 kg per ha! Verder leidt deze maatregel tot een lichte daling van de ammoniakemissie en een forse daling van de nitraatuitspoeling. De concentratie daalt ruim 20 mg l<sup>-1</sup>.



### **Verlaging fosfaatbemesting**

Uitgangspunt bij verlagen van de fosfaatbemesting is dat de gewasopbrengst niet wijzigt. Hierdoor dalen alleen de kunstmestkosten met circa  $f$  300,-, zodat het netto-bedrijfsresultaat en de arbeidsopbrengst met  $f$  300,- stijgen. Tot aan deze maatregel is fosfaat steeds volgens het landbouwkundig advies bemest. Bij deze maatregel is minder bemest dan het advies. Daarom heeft deze maatregel het grootste effect op het fosfaatoverschot. De daling is bijna 12 kg per ha.

### **Meer snijmaïs voeren in de weideperiode**

Hierdoor stijgen de melkproductie en het eiwitgehalte licht. Minder vee is nodig. De melkopbrengsten en de voerverkopen stijgen. Maar door de grotere behoefte aan eiwitrijk krachtvoer, stijgen ook de voeraankopen. De kosten voor meststoffen dalen. De arbeids- en loonwerkkosten stijgen. De kosten voor de stallen dalen, maar die voor voeropslagen stijgen juist. Het netto-bedrijfsresultaat daalt met  $f$  3.300,-, en de arbeidsopbrengst met  $f$  60,-. Het stikstofoverschot daalt erg licht bij deze maatregel.

### **Areaal maïs uitbreiden tot 25 ha**

Hierdoor krijgen de dieren meer ruwvoer en minder, maar wel duurder, krachtvoer. De kosten voor gewasbescherming stijgen. De kosten voor meststoffen dalen, terwijl de kosten voor pootgoed stijgen. De arbeidskosten dalen flink, de loonwerkkosten stijgen. Verder dalen de kosten voor brandstoffen en voeropslagen. Het netto-bedrijfsresultaat daalt per saldo met ruim  $f$  4.500,-, en de arbeidsopbrengst met  $f$  8.000,-.

Het stikstofoverschot daalt aanzienlijk, met 11 kg per ha. Ook de ammoniakemissie daalt. Dat wordt vooral veroorzaakt door de techniek van mesttoediening op maïsland, waarbij minder ammoniak emitteert dan bij zodenbemesten op grasland.

### **Verkorten van de weideperiode van de koeien**

Hierdoor daalt de melkproductie licht en wordt herfstgras gewonnen en gevoerd. De opbrengsten dalen, maar de voerkosten dalen ook flink. In deze situatie is immers geen graszaadhooi meer nodig. De kosten voor meststoffen dalen licht. De arbeidskosten stijgen flink, evenals de loonwerkkosten. De kosten voor mest- en voeropslag en stallen stijgen ook. Het netto-bedrijfsresultaat daalt met bijna  $f$  5.500,- en de arbeidsopbrengst met  $f$  3.700,-. Het stikstofoverschot daalt licht, terwijl ook de nitraatconcentratie van het grondwater licht daalt.

### **Emissiearme stal**

Om de ammoniakemissie te verminderen is de stal aangepast. Dit brengt veel kosten met zich mee. Maar hierdoor blijft er meer stikstof in de mest, zodat de dierlijke mest meer werkzame stikstof levert. Dit leidt weer tot besparing op kunstmestkosten. Zowel het netto-bedrijfsresultaat als de arbeidsopbrengst dalen met ruim  $f$  10.800,-. Het stikstofoverschot daalt nog ruim 8 kg door deze maatregel. Daarmee is het effect flink minder dan van maatregelen als verlagen van de stikstofbemesting, efficiëntere beweiding, maïsteelt en een vanggewas onder maïs. Wel heeft deze maatregel het grootste effect op de ammoniakemissie. Deze daalt met 10 kg stikstof per ha.

### Geen voerverkoop: gesloten systeem

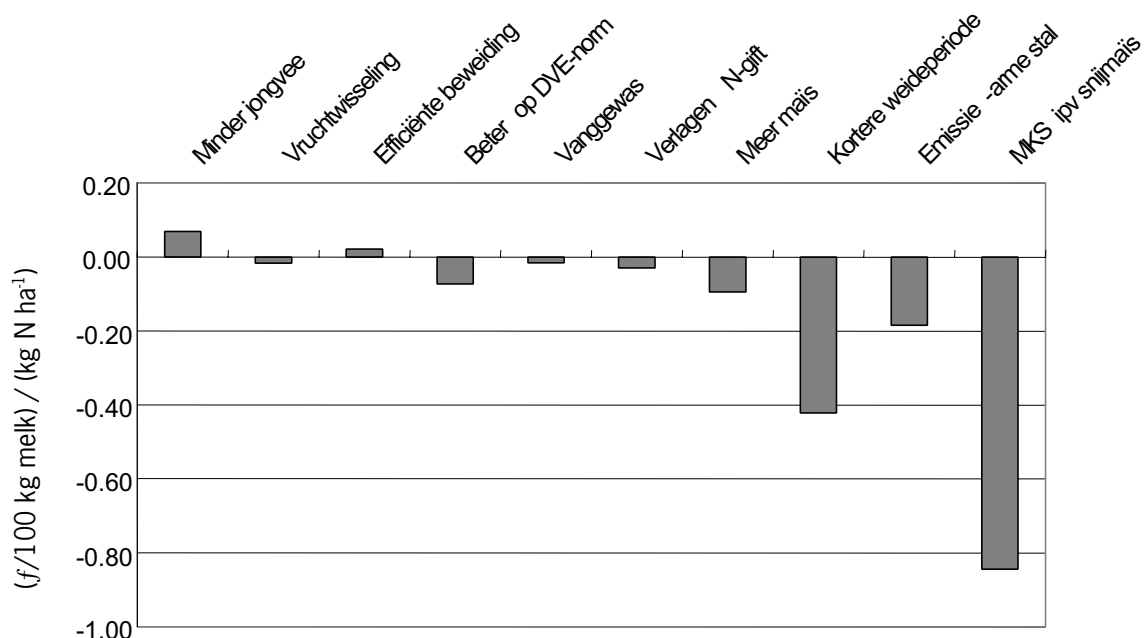
Voorkòmen van voerafvoer leidt tot het voeren van MKS. De opbrengsten dalen hierdoor, maar de voerkosten dalen ook fors. De kosten voor meststoffen dalen licht. De arbeidskosten stijgen, maar vooral ook de loonwerkkosten. Ook stijgen de kosten om voer op te slaan. Het netto-bedrijfsresultaat daalt met bijna  $f$  5.500,- en de arbeidsopbrengst met ruim  $f$  3.800,-. Het stikstofoverschot daalt heel licht bij deze maatregel.

### 5.3.2 Overzicht effecten

Verlaging van de stikstofbemesting op gras- en maïsland heeft het grootste effect op het stikstofoverschot (bijna 50 kg per ha). Daarna volgen efficiëntere beweiding, met een flinke verkorting van de weide-uren per dag, telen van een vanggewas onder maïs en meer maïs telen en voeren. Die verlaging is steeds 10 tot 15 kg per ha. De totale daling van het stikstofoverschot is circa 110 kg ha<sup>-1</sup>.

Om de ammoniakemissie te verlagen, heeft een emissiearme stal, bij de gegeven maatregelen, het grootste effect. Meer maïs telen en verlagen van de stikstofbemesting hebben ook nog enige invloed. De nitraatconcentratie van het grondwater daalt gestaag door toepassing van de achtereenvolgende maatregelen. Het meeste effect heeft verlaging van de stikstofbemesting. Een vanggewas telen na de maïs heeft ook een behoorlijk effect, terwijl verkorten van de weideperiode nog enig effect heeft. Verlaging van de fosfaatbemesting op gras- en maïsland heeft verreweg het sterkste effect op het fosfaatoverschot.

Figuur 5.1 laat zien hoe het netto-bedrijfsresultaat na toepassen van een maatregel steeds verandert als de maatregelen na elkaar (gestapeld) doorgevoerd worden.



Figuur 5.1. Verandering van het netto-bedrijfsresultaat ( $f$  per 100 kg melk) per maatregel bij achtereenvolgens toepassen van de weergegeven milieumaatregelen (stapelen).

Het netto-bedrijfsresultaat stijgt door minder jongvee te houden, vruchtwisseling toe te passen en efficiënter te beweiden. De overige maatregelen leiden tot een daling van het netto-bedrijfsresultaat. Het netto-bedrijfsresultaat daalt fors door een emissiearme stal te bouwen, de weideperiode te verkorten en door de stikstofgift te verlagen met vermindering van de toedieningsperiode van organische mest. Eigen krachtvoer telen en voeren is daarna de duurste maatregel, terwijl meer maïs voeren en telen minder kosten. Telen van een vanggewas onder maïs en beter op de norm voer kosten het minst.

Verandering van de arbeidsbehoefte leidt tot iets andere effecten op de arbeidsopbrengst. Tabel 5.12 laat, behalve de gevolgen voor het netto-bedrijfsresultaat, ook de verandering in de arbeidsopbrengst zien. Dit is zonder de kosten van arbeid. De kosteneffectiviteit van de maatregelen (na stapeling) is hierin ook te zien. Verlaging van de stikstofgift blijkt dan behoorlijk effectief.

Overigens is het netto-bedrijfsresultaat in de situatie met alle milieumaatregelen ruim  $f$  37.500,- lager dan in de basissituatie. Dit is bijna  $f$  6,- per 100 kg melk. De arbeidsopbrengst is bijna  $f$  33.000,- lager dan in de basissituatie. Per 100 kg melk is dat  $f$  5,03.

Tabel 5.12. *Verandering netto bedrijfsresultaat (NBR), verandering van de arbeidsopbrengst (AO) en de kosteneffectiviteit (verandering netto-bedrijfsresultaat na daling van 1 kg N-overschot ha in f per 100 kg melk) na achtereenvolgens toepassen van de maatregelen.*

	Minder jongvee	Vruchtwisseling	Efficiënte beweiding	Beter op norm voeren	Vang-gewas	Verlagen N-gift	Meer maïs in zomer	Meer maïs telen	Kortere weideperiode	Emissie-arme stal	Geen voerafvoer ('De Marke')
NBR ( $f$ /bedrijf)	1266	-337	1753	-952	-1258	-9433	-3306	-4709	-5486	-10816	-5489
NBR ( $f$ /100 kg melk)	0,34	-0,05	0,27	-0,15	-0,19	-1,45	-0,51	-0,72	-0,84	-1,66	-0,84
AO ( $f$ /100 kg melk)	0,19	-0,30	0,67	0,08	-0,09	-1,58	-0,01	-1,22	-0,57	-1,66	-0,59
Kosteneffectiviteit	0,07	-0,02	0,02	-0,07	-0,01	-0,03	-0,25	-0,07	-0,42	-0,18	-0,84

## 5.4 Discussie en conclusies

### 5.4.1 Discussie

De genormaliseerde uitgangspunten en relaties zijn aangeleverd door het projectteam van 'De Marke'. De resultaten van het basisbedrijf en de effecten van de afzonderlijke maatregelen hangen sterk af van de gekozen uitgangspunten en relaties die zijn verondersteld. Bij beoordeling van de resultaten moet hier rekening mee gehouden worden.

De berekeningen zijn uitgevoerd met simulatieprogramma's die gelden voor een stabiele situatie in een gemiddeld jaar. Hierdoor kunnen de berekende resultaten afwijken van de gerealiseerde situatie in één specifiek jaar.

De berekende economische effecten van de milieumaatregelen gelden *alleen* voor 'De Marke' of voor bedrijven in dezelfde situatie als 'De Marke' (grondsoort, omvang, prijzen, tarieven, enz.). Ook is het berekende resultaat maar voor een vrij beperkte termijn geldig.

In deze studie is niet gerekend met opbrengstderving door verminderde fosfaatbemesting. In de afgelopen periode is dit op 'De Marke' ook niet waargenomen. Afgerond onderzoek op het gebied van lagere fosfaatbemesting is, zeker in combinatie met een lage stikstofgift, nog schaars. Mocht blijken dat sprake is van opbrengstderving wegens sub-optimale fosfaatbemesting, dan stijgen de kosten.

Het begrote stikstofoverschot voor het basisbedrijf is ruim 240 kg N per ha (het bijbehorende MINAS-stikstofoverschot is 172 kg ha<sup>-1</sup>). Het fosfaatoverschot op het basisbedrijf bedraagt circa 20 kg per ha (fosfaattoestand 'ruim voldoende'). Opvallend is dat de overschotten van stikstof en fosfaat op het basisbedrijf erg laag zijn, lager dan over het algemeen gemiddeld in de praktijk wordt gerealiseerd.

Hiervoor zijn een aantal redenen:

- Het betreft *geen* gemiddeld bedrijf in de praktijk, maar een bedrijf dat qua opzet en structuur gelijk is aan 'De Marke'.
- Het basisbedrijf is een extensief bedrijf. Een flinke hoeveelheid ruwvoer is over en wordt verkocht. Door de relatief hoge melkproductie van 8.300 kg per koe is de veebezetting laag.
- De fosfaattoestand van de bodem is 'ruim voldoende' verondersteld. Hierdoor is volgens het geldende bemestingsadvies minder fosfaat nodig dan bij een toestand 'voldoende' of 'vrij laag'.
- De bemesting met stikstof en fosfaat is erg nauwkeurig gebeurd. In de berekeningen is de werking van drijfmest en de aanvulling met kunstmest precies afgestemd op de behoefte. Dit is niet altijd het geval in de 'gemiddelde' praktijk.
- Het management op het basisbedrijf is er op gericht om nauwkeurig te werken, volgens de geldende normen en adviezen. Dit betekent een 'mineralenbewuste' bedrijfsvoering. Bij de meeste praktijkbedrijven is nog geen stimulans geweest om bewuster met mineralen om te gaan, zodat een verschil tussen theorie en praktijk niet vreemd is.

In de studie van Mandersloot *et al.* (1998) is het verschil in netto-bedrijfsresultaat tussen de basissituatie en de simulatie van 'De Marke' bijna  $f$  0,05 per kg melk. In deze studie is het verschil 1 cent groter. Oorzaken hiervoor zijn een andere basissituatie, gewijzigde inzichten en meer nadruk op veranderingen van arbeidskosten.

## 5.4.2 Conclusies

De conclusies van deze studie gelden specifiek voor 'De Marke' of voor bedrijven in dezelfde situatie. Randvoorwaarden hierbij zijn onder andere hetzelfde melkquotum, zelfde bedrijfsoppervlakte, vergelijkbaar aantal dieren, zelfde aandeel huiskavel en zelfde grondsoort.

- De meeste aanpassingen die op 'De Marke' doorgevoerd zijn, leiden tot een daling van het inkomen, maar een aantal maatregelen leidt tot verhoging. Dit geldt voor 'minder jongvee aanhouden', 'efficiëntere beweiding' en, in bepaalde gevallen, voor 'vruchtwisseling'. Ook zonder strenge milieunormen zullen boeren die streven naar inkomensverbetering, deze maatregelen geleidelijk toepassen.
- Emissiearm bouwen, verkorten van de weideperiode en verlagen van de stikstofgift met verkorting van de bemestingsperiode zijn maatregelen die veel geld kosten op 'De Marke'. Het netto-bedrijfsresultaat daalt hierdoor met  $f$  0,85 tot  $f$  1,65 per 100 kg melk per maatregel. Wel is verlaging van de stikstofbemesting een kosteneffectieve maatregel. Het stikstofoverschot daalt met bijna 50 kg per ha. Emissiearm bouwen is minder effectief, terwijl verkorten van de weideperiode relatief het duurst is.
- Meer maïs voeren en telen kost ruim  $f$  1,20 per 100 kg melk. Het stikstofoverschot daalt wel met meer dan 10 kg per ha. Dat is niet zoveel als bij verlaging van de stikstofbemesting, maar meer dan bij emissiearm bouwen.
- Telen van een vanggewas onder maïs en beter op de norm voeren, horen tot de goedkopere maatregelen. Verder leidt teelt van een vanggewas tot een verlaging van het stikstofoverschot met bijna 15 kg per ha.
- Voorkómen van voerafvoer en dus eigen krachtvoer verbouwen, kost bijna  $f$  0,85 per 100 kg melk. Het stikstofoverschot daalt nauwelijks door deze maatregel, zodat deze maatregel weinig effectief is.

- Een vergelijking tussen het basisbedrijf en de uiteindelijke situatie, na toepassen van alle maatregelen, leidt tot bijna  $f$  6,- minder netto-bedrijfsresultaat per 100 kg melk voor de situatie met alle milieumaatregelen. Het verschil in arbeidsopbrengst is ruim  $f$  5,- per 100 kg melk.
- De effecten van het toepassen van een bedrijfssysteem als 'De Marke' voor andere bedrijfsintensiteiten en grondsoorten zijn in deze studie niet onderzocht. Die economische effecten zijn daarom niet nauwkeurig in te schatten. Het verdient aanbeveling om in vervolgonderzoek hier wel aandacht aan te schenken. Het project 'Koeien & Kansen' (Koskamp *et al.*, 2001b) zet een stap in deze richting.



## 6. Een analyse van graslandgebruik op 'De Marke' 1997-2000

*Th.V. Vellinga (Praktijkonderzoek Veehouderij) & G.J. Hilhorst ('De Marke')*

### 6.1 Inleiding

Op het proefbedrijf 'De Marke' wordt gewerkt aan het realiseren van een aantal milieudoelen. Eén van die doelen is het terugbrengen van de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater tot minder dan 50 mg per liter.

Er wordt geprobeerd dat te bereiken door een combinatie van maatregelen: verminderen van de bemesting op grasland, eerder stoppen met bemesting, beperking van de weidegang van het melkvee en bijvoeding van een eiwitarm product tijdens de weideperiode. Het bemestingsniveau is zo gekozen dat de verliezen worden beperkt, maar anderzijds zoveel mogelijk wordt voldaan aan het streven naar een voldoende voorziening met ruw- en deels ook krachtvoer. Het systeem van beperkt weiden wordt uitgevoerd als een 'siësta-systeem' (Hilhorst & Oenema, 2001), met als verwachting een betere afstemming van energie en eiwit in het dier, en vermindering van de urineproductie in de weide.

Daarnaast wordt op de veldkavel wisselbouw toegepast: drie jaar grasland wordt gevolgd door drie tot vijf jaren met snijmaïs. Bij langere graslandperiodes wordt het uitspoelingsrisico te groot. Verbetering van blijvend grasland wordt indien nodig uitgevoerd.

'De Marke' heeft bovenstaande maatregelen in praktijk gebracht. Desondanks is de gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater hoger dan 50 mg per liter (Boumans *et al.*, 2001). Stikstofverliezen bij ingezaaide gewassen in het voorjaar vormen een belangrijk risico, het pas gezaaide gewas is nog niet in staat de stikstof snel op te nemen (Aarts *et al.*, 2001). Maar ook onder het blijvend grasland is de nitraatconcentratie nog steeds te hoog. Sommigen wijten deze hogere verliezen via nitraat aan een verminderde immobilisatie onder het oudere grasland. Van jong grasland na een bouwlandperiode is bekend dat de immobilisatie hoog is en de nitraatuitspoeling sterk kan remmen (Scholefield *et al.*, 1993). Het scheuren van grasland voor bouwland kan leiden tot hoge stikstofverliezen, zeker in de vorm van nitraat (Whitmore *et al.*, 1992).

Het is echter de vraag of de leeftijd van het grasland en het scheuren de enige factoren zijn die verantwoordelijk zijn voor het te hoge nitraatgehalte van de afgelopen jaren. Ook bemesting en graslandgebruik spelen een belangrijke rol. Een nadere analyse van de bemesting, zowel op jaarbasis als per snede, alsook van het graslandgebruik per snede is noodzakelijk om te zien welke bijdrage beide factoren leveren aan de nitraatuitspoeling.

### 6.2 Werkwijze

Het bemestingsniveau op 'De Marke' is gekozen vanuit twee overwegingen: vermindering van de nitraatuitspoeling en voldoende productie van ruwvoer voor het vee. Bij de beoordeling van het graslandgebruik worden deze twee invalshoeken apart belicht. Daarnaast worden de wisselbouw en graslandverbetering bekeken.

### 6.2.1 Verminderen nitraatuitspoeling

Voor grasland op 'De Marke' is 250 kg N per ha per jaar als streefwaarde gekozen, hetgeen is vertaald naar bemestingen per snede, gebaseerd op het bemestingsadvies zoals het in BAP (Bemestings Advies Programma, een beslissingsondersteunend systeem van het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek, BLGG, Oosterbeek) is ingebouwd. Daarmee bouwt het voort op de adviezen per snede die zijn vastgesteld in de commissie 'Bemesting grasland en voedergewassen' (Vellinga *et al.*, 1993; Anonymus, 1998). Het bemestingsniveau is een belangrijke factor in de verliezen. Dat moet daarom dus worden vergeleken met andere situaties om te beoordelen of het totale niveau niet te hoog is.

De uit de geplande stikstofjaargift voortvloeiende giften per snede zijn gebaseerd op streefopbrengsten voor weiden en maaien. Bij alle sneden op 'De Marke' is de opbrengst bepaald door weging (bij maaien, op de weegbrug) of schatting (weiden, de visuele schatting wordt regelmatig gecontroleerd door het uitmaaien van stroken). Het is dus mogelijk om de werkelijke opbrengsten te vergelijken met de streefopbrengsten en een uitspraak te doen over het realiseren van de streefopbrengst en over de vraag of de giften per snede daar bij passen. Als de bemesting te hoog is voor een streefopbrengst, is de benutting van de stikstof door het gras slechter. Vervolgens krijgt het dier gras met een te hoog N-gehalte, waardoor ook in het dier de benutting slechter wordt. Een goede indicator hiervoor is het N-gehalte van het weidegras.

Als gerealiseerde opbrengsten afwijken van de streefopbrengsten kan dat liggen aan een tegenvallende groei of aan het feit dat de groeiperiode van de snede afwijkend is. Er wordt gekeken of het aantal groeidagen voor weide- of maaisneden op 'De Marke' overeenkomt met hetgeen als gemiddelde wordt gehanteerd. De gemiddelde waarden zijn ontleend aan het Handboek Melkveehouderij (Anonymus, 1997).

Met betrekking tot de beweiding van het vee is enerzijds gekeken hoe lang de dieren in het seizoen weiden; met name is het belangrijk om te weten tot welke datum in de herfst de dieren buiten lopen. Bij melkvee is het ook belangrijk om te weten hoeveel uren van de dag de dieren buiten lopen. Hoe langer de dieren buiten lopen, hoe meer urine er in de wei gedeponeed wordt.

### 6.2.2 Opbrengst van grasland

Uiteindelijk draait het bij de opbrengst van grasland om de nettoproductie: hoeveel gras eindigt in de bek van de koe? Maar voor het zover is, moet er eerst voldoende gras groeien, pas daarna komt een goede grasbenutting aan de orde. Daarom is in deze analyse van het graslandgebruik van 'De Marke' gekeken naar de volgende aspecten:

- Bemesting: is de bemesting van sneden altijd doelmatig? In hoeverre wordt het bemestingsadvies gevolgd? Hoeveel drijfmest wordt toegediend en op welk moment?
- Het bereiken van de streefopbrengsten voor weiden en maaien. Bij herhaaldelijk (te) jong weiden en maaien kan de grasproductie op jaarbasis lager uitkomen.
- De gebruiksduur van een snede: hoe lang is de veldperiode bij voederwinning en in hoeveel dagen wordt een perceel afgeweid? Langere gebruiksduren leiden tot grotere verliezen en langere perioden van groeistilstand.

### 6.2.3 Graslandverbetering en wisselbouw

De kwaliteit van grasland kan op 'De Marke' door droogte sterk achteruitgaan. Herinzaai van grasland, met toepassing van ploegen en onkruidbestrijding, kan weer voor een productieve grasmat zorgen. Graslandverbetering is echter kostbaar en leidt tot stikstofverliezen (Vellinga *et al.*, 2000a). Het is



daarom zinvol om de frequentie, het tijdstip en de methode van graslandverbetering kritisch te bekijken.

Wisselbouw van gras en voedergewassen (maïs en triticale) wordt toegepast op een deel van het bedrijf. Ook wisselbouw kan een bron van stikstofverliezen zijn (Vellinga *et al.*, 2000b). De vrijkomende stikstof is niet te controleren. De oppervlakte wisselbouw en de graslandperioden moeten daarom kritisch worden bekeken.

## 6.3 Analyse voor nitraatuitspoeling

### 6.3.1 Stikstofjaargift

De stikstofjaargift op grasland bedroeg gemiddeld over de afgelopen 5 jaren 250 kg N per hectare (Tabel 6.1). De totale stikstofjaargift is de som van de werkzame N uit drijfmest en de kunstmeststikstof.

Blijvend grasland krijgt gemiddeld 230 kg N per ha per jaar en tijdelijk grasland ongeveer 260 kg. De zode van een aantal percelen bevat klaver, waardoor de totale stikstofinput mogelijk iets hoger zal zijn, hoewel de stikstofbinding door klaver bij het bemestingsniveau van 'De Marke' beperkt zal zijn.

Tabel 6.1. *Stikstofbemesting (kg werkzame N per ha per jaar) voor gras- en maïsland op 'De Marke' in de jaren 1997-2000.*

	Oppervlakte (ha)	1997	1998	1999	2000	Gem. 1997-2000
Blijvend grasland	10-12	228	202	263	216*	232
Tijdelijk grasland	16-22	277	258	261	235*	263
Snijmaïs	14-20	52	59	57		
MKS	5-9	87	57	18		
Gras totaal	26-32	257	239	262	227*	251
Maïs totaal	20-29	63	58	47		
Bedrijf	50-55	156	163	179		

\* Registratie eind juli, in de rest van het seizoen kan er nog ongeveer 20 kg N bijkomen.

Om te beoordelen of een dergelijke bemesting hoog of laag is, kunnen we deze vergelijken met de huidige bemestingsadviezen en met gegevens van bedrijven die aan MINAS voldoen.

Het nieuwe bemestingsadvies voor grasland (Anonymus, 1998) geeft geen vaste stikstofjaargift, maar vaste stikstofgiften per snede. De stikstofgift per snede is weer afhankelijk van de streefopbrengst en het stikstofleverend vermogen van de bodem. De stikstofjaargift is de resultante van de snedegiften.

Als de bedrijfseconomisch optimale stikstofgift voor grasland wordt toegepast op 'De Marke' resulteert dat voor blijvend en tijdelijk grasland zonder berekening in een stikstofjaargift van respectievelijk 270 en 290 kg N per ha per jaar. In de situatie dat berekening wordt toegepast (zoals op 'De Marke' het geval is) is de stikstofjaargift respectievelijk 320 en 340 kg N per ha per jaar (Tabel 6.2).

De stikstofjaargift op 'De Marke' ligt dus 30 tot 90 kg N per ha per jaar onder de bedrijfseconomisch optimale stikstofgift voor grasland, afhankelijk of berekening wordt toegepast of niet.

Tabel 6.2. Stikstofjaargiften voor een bedrijfseconomisch optimum, de situatie op 'De Marke' en voor situaties waarbij het toegestane MINAS-overschot 140 kg N per ha is op een puur graslandbedrijf.

Situatie	Blijvend grasland (NLV=140) <sup>1</sup>	Tijdelijk grasland (NLV=100)
Optimale bemesting		
berekend	320	340
onberekend	270	290
Bemesting 'De Marke'	232	263
Berekeningen BBPR <sup>5</sup> t.b.v.		
derogatieverzoek <sup>6</sup>		
(100% grasland) berekend	205	
Onberekend	170	

<sup>1</sup> NLV = stikstofleverend vermogen van het systeem in kg ha<sup>-1</sup>.

Voor het derogatieverzoek voor de nitraatrichtlijn (Willems *et al.*, 2000) zijn berekeningen uitgevoerd met het bedrijfsmodel BBPR (Alem & Van Scheppingen, 1993), ondermeer voor bedrijven met alleen grasland op droge zandgronden. Dat is een weinig voorkomende situatie op zandgrond, maar ze geeft wel een goed beeld welke stikstofjaargift hoort bij een toegestaan MINAS-N-overschot van 140 kg per ha.

De berekeningen geven aan dat voor grasland een stikstofjaargift van 170 tot 205 kg N per ha mogelijk is in wel en niet berekende situaties. De stikstofjaargift op 'De Marke' ligt hier 50 tot 80 kg N per ha boven. Toch zit 'De Marke' fors beneden het MINAS-overschot van 140 kg N per ha, omdat er veel snijmaïs in het bouwplan zit. Bovendien wordt de snijmaïs laag bemest.

### 6.3.2 Opbrengst per snede, bijbehorende bemesting en stikstofgehalte

#### 6.3.2.1 Weiden

Voor weiden wordt in het algemeen een streefopbrengst aangehouden van ongeveer 1700 kg drogestof (ds) bij inscharen (Anonymus, 1997). Samen met het gras dat tijdens de beweiding groeit is er dan ongeveer 1900-2000 kg ds per ha beschikbaar voor het vee. Op 'De Marke' streeft men naar een drogestofopbrengst bij inscharen van 1300 tot 1500 kg per ha.

<sup>5</sup> BBPR: BedrijfsBegrotingsProgramma Rundveehouderij, ontwikkeld door PV

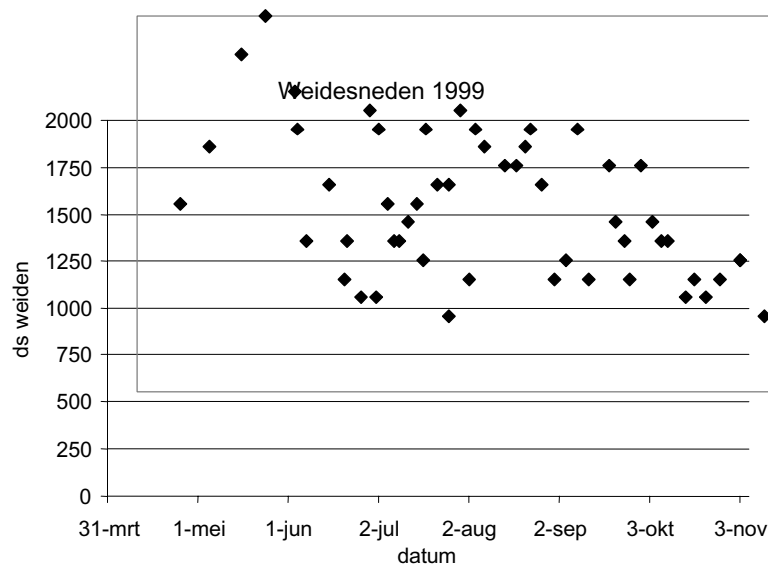
<sup>6</sup> Derogatieverzoek is een officiële aanvraag van de Nederlandse overheid aan de Europese Commissie voor aanpassing van de nitraatrichtlijn

In Tabel 6.3 staan de opbrengsten bij inscharen voor de sneden die voor 1 augustus begonnen te groeien. Deze sneden hebben nog een kunstmestgift ontvangen. Latere sneden groeien alleen op een beperkte hoeveelheid nawerkings-N van de drijfmest. De gemiddelde opbrengst bij inscharen van melkkoeien bedroeg ruim 1200 tot bijna 1500 kg ds per ha. Dat is ruim 200 tot 500 kg drogestof lager dan algemeen als streefwaarde voor weiden wordt aangehouden, nl. 1700 kg ds per ha.

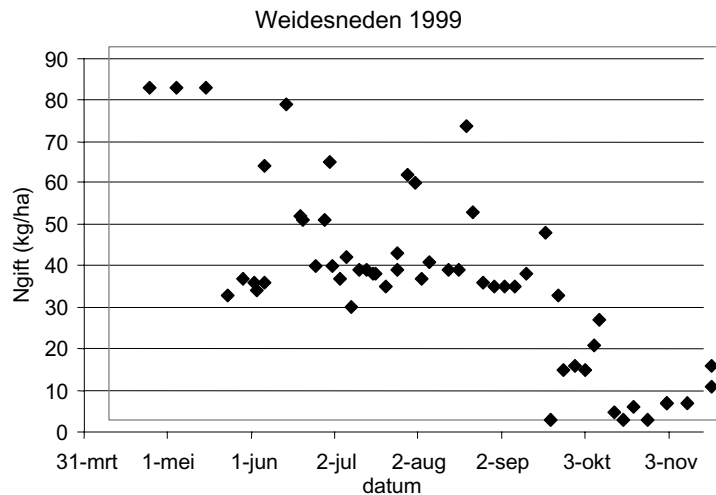
Tabel 6.3. *Weidesneden met melkkoeien (nageweid met pinken): gemiddeld aantal groeidagen, opbrengst bij inscharen, stikstofbemesting, aantal weidedagen per perceel en N-gehalte van het gras, van de sneden die voor 1 augustus zijn gestart. Tussen haakjes staan de gemiddelden voor het gehele groeiseizoen (behalve voor het N-gehalte), dus inclusief de sneden die na 1 augustus zijn gestart.*

Jaar	Groeidagen	Drogestofopbrengst (kg ha <sup>-1</sup> )	N-bemesting (kg ha <sup>-1</sup> )	Weidedagen	N-gehalte (g per kg ds)
1997	19 (21)	1219 (1121)	38 (30)	4,3 (5,5)	33,7
1998	23 (23)	1207 (1216)	34 (33)	4,8 (5,2)	32,8
1999	21 (22)	1341 (1278)	45 (38)	6,0 (6,0)	33,4
2000	23 (23)	1481 (1461)	33 (33)	6,7 (6,4)	-

In het algemeen worden aan het eind van het groeiseizoen lagere opbrengsten gerealiseerd bij weiden dan in voorjaar en zomer. De streefopbrengst van 1700 kg ds is later in het seizoen niet reëel meer. Figuur 6.1 laat zien dat echter ook tijdens het groeiseizoen de opbrengst bij inscharen duidelijk lager was dan de streefopbrengst van 1700 kg ds per ha. De figuur beschrijft slechts één jaar, maar is representatief voor de gehele periode die is geanalyseerd. In de figuur zijn eveneens de hoeveelheden ds bij inscharen van pinken en kalveren opgenomen; deze lagen regelmatig beneden 1000 kg per ha. Ook ten opzichte van de doelstelling van 'De Marke' zelf is de hoeveelheid drogestof bij inscharen nog aan de lage kant. Alleen in het groeizame jaar 2000 is goed voldaan aan het eigen inschaarcriterium.



Figuur 6.1. *De drogestofopbrengst (kg ha<sup>-1</sup>) bij inscharen van melkkoeien, pinken en kalveren gedurende het groeiseizoen van 1999.*



Figuur 6.2. Stikstofbemesting voor de weidesneden in 1999.

De stikstofbemesting voor alle weidesneden (voor alle diergroepen) is gemiddeld 33 tot 45 kg N per ha. In Figuur 6.2 is de stikstofbemesting weergegeven voor het groeiseizoen 1999. In de figuur zijn vier groepen punten te onderscheiden:

- De eerste snede (drie punten links bovenaan) heeft vrij hoge giften gehad, is vrij stevig bemest. Daar is op zich niets mee aan de hand: het huidige bemestingsadvies, gericht op de stikstofjaargift van 'De Marke' van gemiddeld 250 kg N, komt op vergelijkbare giften uit (Tabel 6.4.). In 1999 zijn de weidepercelen voor de eerste snede allemaal gelijk bemest. In andere jaren zijn er nog differentiaties in bemestingsniveau aangebracht.
- Tijdens het groeiseizoen is een aantal weidesneden zwaar bemest, met giften van 45 tot 75 kg N per ha. Deze sneden zijn bemest voor maaien, maar zijn, vanwege grastekorten, als weidesnede gebruikt.
- Een groep punten waarvan de bemesting rond de 35 kg N per ha schommelt. Dat zijn geplande weidesneden tijdens het groeiseizoen.
- In september en oktober is er nog een groep punten die duidelijk lager ligt. Dat zijn weidesneden die geen kunstmest meer hebben gekregen, maar in een aantal gevallen nog wel enige werkzame N uit drijfmest hebben opgenomen.

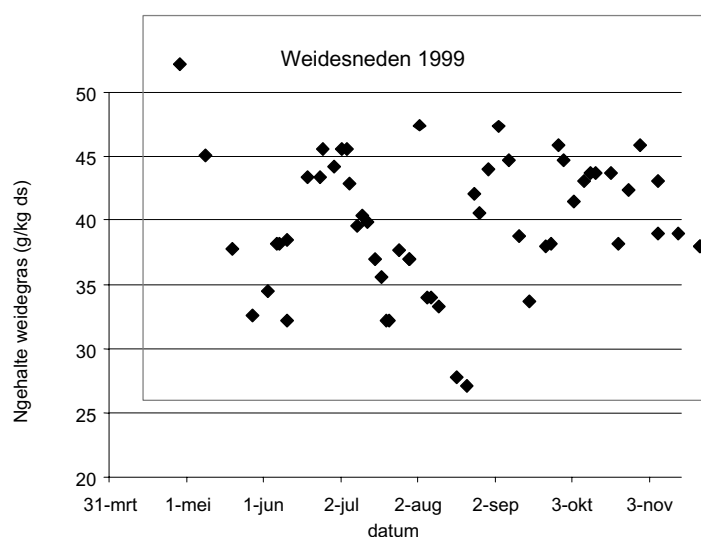
De conclusie moet zijn dat de voor weiden bemeste percelen tijdens het groeiseizoen een bemesting hebben gehad (ongeveer 35 kg N per snede) die te hoog was voor de lichte sneden die gerealiseerd zijn in dat jaar (Tabel 6.4.). In 1997 was er sprake van een aflopende bemesting van 45 naar 25 kg N per ha gedurende het groeiseizoen. In de andere jaren (1998 en 2000) was de bemesting voor weidesneden constant gedurende het groeiseizoen, respectievelijk 25 en 30 kg N per snede. Daarmee zijn de bemestingen van 1997 en 2000, evenals die van 1999, aan de hoge kant in relatie tot de gerealiseerde opbrengsten.

Tabel 6.4. Het bemestingsadvies vanaf 1999 per snede (in kg N per ha) gericht op een stikstofjaargift van 250 kg N per ha. De vetgedrukte waarden zijn de adviezen voor weiden, de onderstreepte zijn de adviezen voor maaien. Later in het seizoen vallen maaisneden dus qua opbrengst in de weide-categorieën (bron: Anonymus, 1998).

NLV	Regime	Opbrengst (kg ds ha <sup>-1</sup> )	Snede 1	Snede 2	Mei/juni	Juli	Aug.	Sept.
140	Zeer licht weiden	<1000	58	0	10	10	10	10
140	Licht weiden	1000-1500	75	4	26	26	<b>26</b>	<b>25</b>
140	Weiden	1500-2000	<b>89</b>	<b>20</b>	<b>41</b>	<b>40</b>	<u>39</u>	34
140	Licht maaien	2000-2500	100	34	54	<u>50</u>	47	43
140	Maaaien	2500-3000	108	<u>47</u>	<u>65</u>	57	53	0
140	Zwaar maaien	>3000	<u>113</u>	58	73	62	0	0

<sup>1</sup>NLV= stikstofleverend vermogen van het systeem in hg ha<sup>-1</sup>.

Het stikstofgehalte van het weidegras bedroeg over de jaren 1997-1999 ongeveer 33 gram per kg ds (Tabel 6.3.). Er is sprake van een grote spreiding (Figuur 6.3).



Figuur 6.3. Het stikstofgehalte van weidegras (g/kg ds) in het groeiseizoen van 1999.

### 6.3.2.2 Maaien

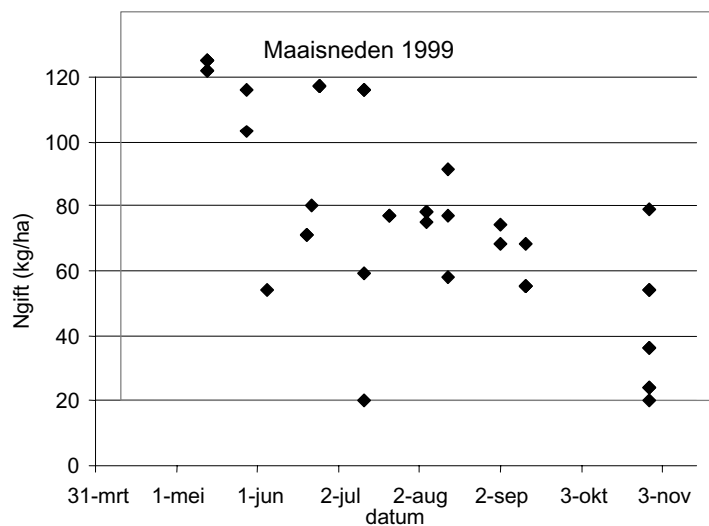
Voor maaien wordt een streefopbrengst aangehouden in het traject van 2500 tot 3000 kg ds. Gemiddeld liggen de bemeste maaisneden ook in dat traject in de onderzochte jaren (Tabel 6.5.). Aan het eind van het groeiseizoen wordt lichter gemaaid; de gemiddelden voor het gehele seizoen liggen lager dan die van de bemeste sneden. Ook hier valt het jaar 2000 weer op als een groeizaam jaar: De opbrengsten bij maaien lagen gemiddeld duidelijk hoger dan in voorgaande jaren.

De stikstofbemesting voor de maaisneden komt goed overeen met de adviesgiften in de verschillende jaren en past goed bij de gerealiseerde opbrengsten. Bij de maaisneden is er duidelijker sprake van een afbouw in de stikstofgift dan bij de weidesneden (Figuur 6.4).

Tabel 6.5. *Maaisneden: groeidagen, drogestofopbrengst bij maaien, stikstofbemesting en stikstofgehalte. Tussen haakjes de waarden (behalve voor N-gehalte) voor alle maaisneden in het groeiseizoen, dus inclusief de onbemeste sneden na 1 augustus.*

Jaar	Groeidagen	Drogestofopbrengst (kg ha <sup>-1</sup> )	N-bemesting (kg ha <sup>-1</sup> )	N-gehalte (g/kg ds)
1997	29 (33)	2585 (2411)	60 (51)	28,6
1998	35 (38)	2732 (2256)	64 (48)	28,9
1999	32 (38)	2640 (2397)	71 (58)	30,4
2000	36 (36)	2849 (2815)	59 (58)	-

Het stikstofgehalte van het gemaaid gras is 29 tot 30 g N per kg drogestof. Dat is een waarde die ook gevonden wordt in berekeningen met het PR-grasgroeimodel GRAMIN (Vellinga *et al.*, in prep.) voor situaties met een stikstofjaargift van ongeveer 250 kg N per ha grasland.



Figuur 6.4. *De stikstofgift voor maaisneden in het groeiseizoen 1999.*

### 6.3.3 Groeidagen voor weide- en maaisneden

Het gemiddeld aantal groeidagen voor weidesneden bedroeg 19 tot 23 dagen (Tabel 6.3). Dat is korter dan het gemiddelde van 25 á 26 dat wordt aangegeven in het handboek Melkveehouderij voor een weidesnede van 1700 kg ds bij inscharen (Tabel 6.6.). Het aantal groeidagen past beter bij een streefopbrengst van 1300 kg ds per ha. Maar ook dan is het aantal groeidagen op 'De Marke' nog aan de lage kant, omdat de grasgroei door de droogtegevoeligheid en de beperkte beregening trager is dan de vochthoudende grond die het handboek Melkveehouderij hanteert.

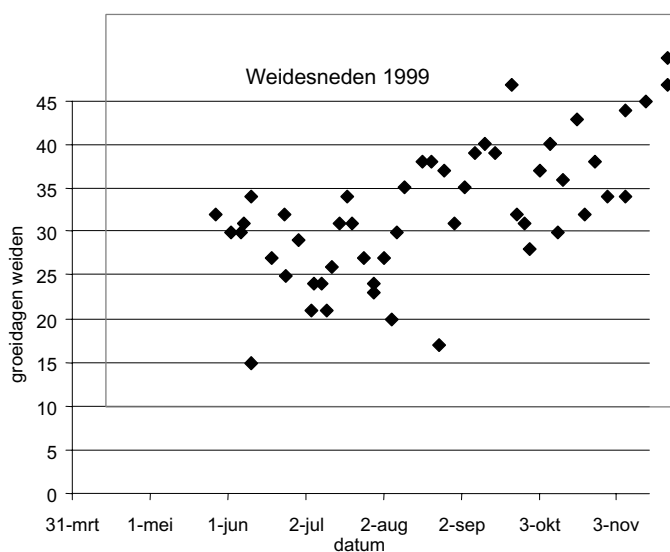
Tabel 6.6. Aantal benodigde groeidagen voor het bereiken van een weidesnede van respectievelijk 1500 en 1700 kg ds per ha op vochthoudende gronden bij een stikstofaargift van 250 kg N per ha per jaar.

Opbrengst bij inscharen	Periode van gebruik						
	Mei 2	Jun 1	Jun 2	Jul 1	Jul 2	Aug 1	Aug 2
1300 kg ds per ha	20	21	21	22	23	26	28
1700 kg ds per ha	23	24	24	25	26	30	33
3000 kg ds per ha	30	32	33	34	36	40	45

1 Periode wordt uitgedrukt per halve maand.

In de loop van het groeiseizoen neemt het aantal groeidagen voor een weidesnede duidelijk toe (Figuur 6.5). In de eerste helft van het seizoen schommelt het aantal groeidagen rond de 20, later in het seizoen gaat de waarde meer in de richting van 25 tot 30. De drogestofopbrengst bij inscharen blijft in de loop van het groeiseizoen behoorlijk constant (Figuur 6.1). Daaruit kan afgeleid worden dat de drogestofopbrengst van bijna 1500 kg als inschaarcriterium is gehanteerd en dat het aantal groeidagen daarvan de resultante is.

Toch is er nog een aantal situaties waarbij sprake is van een erg klein aantal groeidagen (15 of minder). Dat is in enkele gevallen bij het weiden met kalveren, maar ook wel bij het weiden met melkvee. In deze situaties heeft het gras amper de mogelijkheid gehad om weer te groeien.



Figuur 6.5. Het aantal groeidagen voor een weidesnede (melkkoeien, pinken en kalveren) in de loop van het groeiseizoen van 1999.

Het aantal groeidagen voor maaisneden ligt gemiddeld op 29 tot 36. Het aantal groeidagen voor een maaisnede neemt veel minder toe dan bij de weidesneden het geval was. In de eerste helft van het groeiseizoen was het aantal groeidagen iets minder dan 30 en in de tweede helft van het groeiseizoen ruim 30. Voor het maaien was een groeiduur van ongeveer 5 weken het criterium en was de drogestofopbrengst de resultante. Het Handboek Melkveehouderij (Anonymus, 1997) hanteert voor maaisneden van 3000 kg ds, 30 tot ruim 40 groeidagen op vochthoudende gronden en een bemesting van 250 kg N per ha per jaar.

### 6.3.4 Beweiding van melkvee en jongvee

De beweiding met melkvee is steeds begonnen rond eind april, begin mei. In de jaren 1997-1999 zijn de koeien steeds op stal gezet rond 1 oktober. In 2000 zijn de koeien half september al de hele dag op stal gehouden. De pinken zijn ook rond eind april, begin mei naar buiten gegaan, maar weidden in de meeste gevallen door tot ver in november. Ook de pinken zijn in 2000 al half september de gehele dag op stal gezet. De kalveren gaan pas in de loop van juni naar buiten en gaan half september weer op stal. In 2000 zijn de kalveren niet meer buiten geweest. Het aantal uren weidegang per dag van de melkkoeien is in de loop van de jaren geleidelijk verminderd. In 1997 werd nog 8 á 9 uren per dag geweid, in 1999 werd dat teruggebracht tot 6 uur en in 2000 tot slechts 5 uur weidegang. De pinken weidden wel de gehele dag, evenals de kalveren.

### 6.3.5 Graslandverbetering en wisselbouw

Gemiddeld is het blijvend grasland op 'De Marke' eens in de zes jaar opnieuw geploegd en ingezaaid omdat de grasmatten door de droge omstandigheden sterk in kwaliteit achteruitgaat. Dat werd meestal gedaan in het vroege voorjaar of de voorzomer. Om hardnekkige onkruiden kwijt te raken, wordt voorafgaand aan het scheuren de grasmatten doodgespoten met glyfosaat.

Het tijdelijk grasland wordt na drie jaar geploegd in het voorjaar, daarna wordt er drie tot vijf jaar maïs verbouwd, afhankelijk van de plaats van het perceel. Sinds 1999 wordt in het laatste bouwlandjaar triticale ingezaaid, zodat er vroeg geoogst kan worden en er voor de winter weer een nieuw grasgewas staat. De inzaai van de nieuwe grasmatten vereist wel beregening.

## 6.4 Analyse voor grasopbrengst

### 6.4.1 Doelmatigheid bemesting

#### 6.4.1.1 Bemesting voor weide- en maaisneden

In een voorgaande paragraaf is al aangegeven dat de bemesting voor weidesneden aan de hoge kant was. Het effect van die bemesting is bij de weidesneden gering. Als de bemesting zou zijn verlaagd, zou dat slechts een beperkte opbrengstdaling tot gevolg hebben gehad. De bemesting van de maaisneden past bij de geplande opbrengst, uitgaande van een gewenste stikstofjaargift van 250 kg N per ha. In de voorgaande sectie bleek al dat in een aantal gevallen geplande maaisneden (door omstandigheden) zijn gebruikt voor beweiden. Daardoor wordt de bemesting in die snede niet goed benut.

#### 6.4.1.2 Drijfmestgiften

Het bemestingsbeleid van 'De Marke' is erop gericht op het tijdelijk grasland meer dierlijke mest toe te dienen dan op het blijvend grasland. Daarmee wordt vooral een fosfaatbuffer opgebouwd, zodat in de jaren van de maïsteelt de combinatie van de opgeslagen fosfaat en een eenmalige drijfmestgift voldoende is om de maïs goed te laten groeien en geen fosfaatgebrek te laten lijden. Dit bemestingsbeleid zorgt voor drijfmestgiften van gemiddeld ongeveer 80 m<sup>3</sup> per ha op het tijdelijk grasland, verdeeld over vier giften. De laatste gift wordt meestal begin tot half augustus toegediend. De totale hoeveelheid drijfmest die na 1 augustus is gegeven varieert zo tussen de 200 en 400 m<sup>3</sup>, op een totaal van ongeveer 2500 m<sup>3</sup>. In 1997 is de laatste gift hoofdzakelijk op 31 juli gegeven, daarom is in dat jaar de hoeveelheid drijfmest na 1 augustus veel lager (Tabel 6.7).



Tabel 6.7. *Drijfmestgiften op blijvend en tijdelijk grasland op 'De Marke' in m<sup>3</sup> per ha, werkzame N en de totale hoeveelheid drijfmest die na 1 augustus is toegediend op grasland.*

Jaar	Blijvend Grasland			Tijdelijk Grasland		
	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	N ha <sup>-1</sup> werkzaam	m <sup>3</sup> na aug Totaal	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	N ha <sup>-1</sup> werkzaam	m <sup>3</sup> na aug Totaal
1997	49	88	0	79	145	43
1998	45	74	0	69	116	415
1999	55	95	0	84	148	375
2000	58	99	27	80	137	225

De hoeveelheid drijfmest na 1 augustus is daarmee ruim 10% van de totale hoeveelheid. Dat is vrij beperkt, maar drijfmest werkt wel door in vier sneden na toediening. Zodoende leidt de late toediening op het tijdelijk grasland nog tot stikstofwerking in de periode vanaf eind oktober. In sommige jaren wordt nog laat gemaaid, zelfs tot ver in november. Dat is ook nodig, omdat de grasgroei door de drijfmestgiften vrij lang doorgaat. Dat houdt een verhoogd risico in voor winterschade.

Zelfs mét de late maaisnede, komt in een aantal gevallen een hoeveelheid van ongeveer 5 tot 10 kg N per ha niet tot werking door de late toediening.

Toediening van drijfmest gebeurt door de loonwerker. Het is niet efficiënt om die twee keer per week te laten komen. Er moeten wel voldoende percelen zijn om drijfmest toe te dienen. Dat heeft ertoe geleid dat in een aantal gevallen de drijfmest ruim tien dagen na het vrijkomen van het perceel is toegediend, met een daarop volgende snede alweer na ongeveer 10 dagen. Die toediening is niet efficiënt. Ze leidt in de snede direct na toediening niet tot opbrengstverhoging, maar wel tot verhoging van het stikstofgehalte in het gras.

## 6.4.2 Streefopbrengsten voor weiden en maaien

Zoals al eerder is vermeld (Sectie 6.3.2) lagen de opbrengsten bij inscharen gemiddeld tussen de 1200 en 1500 kg ds per ha. In een aantal gevallen werd ingeschaard bij beduidend lagere opbrengsten dan dit gemiddelde.

De opbrengsten bij maaien lagen redelijk goed in het streeftraject van 2500 tot 3000 kg ds per ha. Tegen het einde van het groeiseizoen werden lagere opbrengsten gerealiseerd. Dat werd gedaan om het gras dat wordt gemaaid, niet te oud te laten worden. In oktober/november werden alle percelen met behoorlijke hoeveelheden gras gemaaid. Daar zitten dan soms sneden bij met lange groeiduren. Vaak zijn dat sneden die nog vrij laat dierlijke mest hebben gekregen, en die daarom lang doorgroeien.

## 6.4.3 Gebruiksduur van de percelen

In de meeste gevallen werden percelen eerst beweid door de melkkoeien. Na een periode van 1 tot 4 dagen gaan de koeien naar een nieuw perceel en wordt het resterende gras afgeweid door pinken. De gemiddelde beweidingduur per perceel is in de afgelopen jaren steeds toegenomen van ruim 4 dagen in 1997 naar bijna 7 in 2000 (Tabel 6.3.). Dat werd in 1999 en 2000 veroorzaakt door de verkorting van de beweidingduur in uren per dag, gecombineerd met een verhoging van de bijvoeding op stal.

De veldperiode bij voederwinning is steeds kort geweest. Deze is in de gegevens niet expliciet vermeld, maar zal meestal 2 dagen hebben bedragen: eerste dag maaien en schudden, tweede dag wiersen en oprapen.

## 6.5 Discussie

### Hoge bemesting grasland

De stikstofaargift op het grasland van 'De Marke' lag beduidend boven hetgeen wordt berekend voor situaties met alleen grasland, gericht op een MINAS-overschot van 140 kg N per ha. Dat het stikstofoverschot op 'De Marke' lager is dan de toegestane hoeveelheid bij MINAS, komt door de lage bemesting van de maïs (Tabel 6.1.). Door een laag stikstofoverschot op het maïsland is, ondanks een hoog stikstofoverschot op het grasland, het stikstofoverschot op bedrijfsniveau laag. De onderschrijding van het stikstofoverschot op maïsland wordt gedeeltelijk overgeheveld naar het grasland.

Berekeningen ter onderbouwing van het derogatieverzoek (Willems *et al.*, 2000) laten zien dat bij een stikstofbemesting van 170 en 205 kg N op niet en wel beregende zandgrond, de nitraatconcentratie van 50 mg per liter net wordt gerealiseerd. Aangezien er een relatie bestaat tussen de hoogte van de stikstofbemesting en de nitraatuitspoeling (Boumans *et al.*, 2001), hoeft het geen verbazing te wekken dat bij het huidige bemestingsniveau van 'De Marke', in combinatie met een beperkt aandeel klaver op een aantal percelen, de nitraatconcentratie van 50 mg per liter wordt overschreden. Dat betekent dat verlaging van de bemesting op grasland noodzakelijk is om de nitraatdoelstelling te realiseren. Het MINAS-overschot zal dan natuurlijk nog lager uitkomen dan nu reeds het geval is.

Verhoging van de stikstofbemesting op maïsland is ook geen optie. Zelfs met de spaarzame bemesting van de snijmaïs wordt daar de nitraatdoelstelling ook maar nauwelijks gehaald (Conijn, 2000). Dat geeft aan dat die lage bemesting op snijmaïs ook daadwerkelijk nodig is. De MINAS-eindnorm voor snijmaïs op droge zandgrond mag nog wel eens kritisch worden bekeken.

### Bemesting, opbrengst en groeiduur per snede

Op 'De Marke' wordt gestreefd naar een drogestofopbrengst bij inscharen van 1300 tot 1500 kg per ha. Die doelstelling wordt, gezien het geringe vochthoudend vermogen van de grond, redelijk gehaald. Alleen in de jaren 1997 en 1998 was de opbrengst bij inscharen gemiddeld aan de lage kant. Het aantal groeidagen bedroeg gemiddeld 19 tot 23. Van de bedrijven van het project Management Duurzame Melkveehouderij is de opbrengst bij inscharen niet bekend, maar was de gemiddelde groeiduur voor een weidesnede 15 dagen (Holshof, 1997a). De opbrengst bij inscharen zal dus waarschijnlijk lager gelegen hebben dan op 'De Marke' het geval was, ook al zullen de MDM bedrijven gemiddeld minder vaak te maken hebben gehad met vochttekorten dan 'De Marke'. De gewenste opbrengst bij inscharen op 'De Marke' is echter duidelijk lager dan wordt geadviseerd: 1700 kg ds per ha en een maximale groeiduur van ongeveer 4 weken (Anonymus, 1997; Anonymus, 1998). Op veel praktijkbedrijven wordt ingeschaard bij een opbrengst lager dan 1700 kg ds per ha. Naar de mening van de veehouders worden percelen dan netter afgeweid en de beweidingduur per perceel blijft kort.

Het beweidingsrendement (dat deel van het grasaanbod dat in de koe terecht komt) wordt echter bepaald door het grasaanbod per dier per dag en niet door de grasopbrengst per hectare (Meijs, 1980). Inscharen bij hogere opbrengsten hoeft niet tot procentueel hogere verliezen te leiden als de beweidingduur per perceel maar wordt beperkt. Beperking van de beweidingduur per perceel kan worden bereikt door de perceelsgrootte aan te passen; flexibele afrasteringen zijn daarbij heel goed te gebruiken.

Bij inscharen bij lagere opbrengsten dan 1700 kg ds per ha is de grasgroei nauwelijks goed op gang gekomen. Pas bij drogestofopbrengsten van ongeveer 1200 kg per ha is er sprake van volledige lichtonderschepping door het gewas en wordt de fase van maximale groeisnelheid bereikt. Inscharen bij lagere opbrengsten dan 1700 kg ds per ha gaat ten koste van de totale grasopbrengst, omdat de periode van volledige lichtonderschepping nauwelijks wordt benut. Ook de stikstofgift heeft nog niet volledig zijn werk kunnen doen. Bij inscharen bij een lagere drogestofopbrengst blijft een groter deel van de stikstof achter in de bodem (Vellinga *et al.*, 2000b). Deze resulteert wel in hogere nawerking in volgende sneden, maar kan ook bijdragen aan de nitraatuitspoeling. Ook het stikstofgehalte van het jonge gras is hoog. Omdat de koeien op 'De Marke' een grote hoeveelheid (eiwitarme) snijmaïs krijgen bijgevoerd, is de eiwitovermaat in het rantsoen beperkt.

Om de stikstofbenutting op 'De Marke' verder te verbeteren en de grasproductie te verhogen, is het raadzaam om te streven naar inscharen bij iets hogere opbrengsten. Daarvoor moet het aantal groeidagen voor een weidesnede iets hoger worden dan de afgelopen jaren het geval was.

Langere groeiduren en hogere opbrengsten bij inscharen hoeven niet tot problemen bij de beweiding te leiden. In beweidingsonderzoek op de Waiboerhoeve werd bij een bemestingsniveau van 300 kg N per ha per jaar op vochthoudende kleigrond een gemiddelde groeiduur van 26 dagen gerealiseerd. Om de beweidingduur binnen de perken te houden, is de perceelsgrootte aangepast. Inscharen bij iets hogere opbrengsten geeft wel een groter risico dat soms in vrij lang gras wordt ingeschaard. Deze aanpassing in het graslandgebruik vereist daarom meer van het management.

Een alternatief is om de bemesting voor de weidesneden sterk te verlagen en te blijven weiden in lichte sneden. Dat is eenvoudiger uit te voeren, maar gaat ten koste van de totale grasproductie, en zal daarmee waarschijnlijk hogere krachtvoeraankopen vereisen.

In een aantal gevallen zijn percelen die voor maaien waren bemest, gebruikt om te beweiden. De omstandigheden (tegenvallende groei, sterkere droogte dan voorzien) dwongen daar soms toe. Het is aan te bevelen om in de planning meer percelen te bestemmen voor beweiding, om dergelijke overbestedingen te voorkomen. Om de kans op stikstofverliezen zo klein mogelijk te houden, moet bij de planning van graslandbeheer en bemesting slechts weinig risico van overbesteding worden genomen.

Bij de bemesting van de eerste weidesneden zijn soms groeitrappen aangelegd. Het is zinvol om dit systematisch toe te passen. Vroeg starten met beweiden is aantrekkelijk uit het oogpunt van dierenwelzijn en kosten. De bemesting van de eerste vroege sneden moet dan beperkt blijven tot de werkzame stikstof uit de drijfmest. Direct na deze vroege beweiding kan dan de geplande kunstmestgift voor de eerste snede worden gegeven. Er is bij dergelijke lage stikstofgiften voor de eerste snede slechts beperkte nawerking van stikstof.

### Drijfmesttoediening

Een late toediening van drijfmest op het tijdelijk grasland leidt tot lange nawerking van de stikstof. Daarom zijn in enkele jaren soms nog late maaisneden geogst. Laat bemesten en maaien vergroot de kans op winterschade (Keuning *et al.*, 1986). Bovendien wordt een deel van de werkzame stikstof niet benut. Bij een zachte winter wordt deze stikstof wel opgenomen door het gras en zo 'over de winter heen getild'. Echter, zachte winters komen wel vaak voor, maar zijn niet zeker. Het zou zinvol zijn na te gaan, of de toediening van drijfmest niet naar voren in het seizoen kan worden gebracht. Dat zou kunnen door bijvoorbeeld bij de eerste en eventueel tweede gift respectievelijk 30 en 25 m<sup>3</sup> toe te dienen.

Aangezien door verdere beperking van de beweiding (pinken en kalveren blijven in 2001 binnen, koeien weiden nog slechts 4-5 uur per dag) de drijfmesthoeveelheid zal toenemen, is verhoging van de

gift per keer nodig om die grotere hoeveelheid tijdig toegediend te krijgen. Door de toename van de hoeveelheid mest in de stalperiode dreigt de opslagcapaciteit van de mest beperkend te worden, zeker nu het streven bestaat om de drijfmest voor de eerste snede niet voor 15 maart toe te dienen (Van de Vegte, 'De Marke', persoonlijke mededeling). Het capaciteitsprobleem moet niet worden opgelost door in augustus zoveel mogelijk mest uit de kelders te rijden, maar door een combinatie van tijdig toedienen van drijfmest in het voorjaar en vergroting van de opslagcapaciteit.

Voor het vroeg toedienen van drijfmest en kunstmest bestaan betrouwbare adviezen (Den Boer, 1999; Bussink, 1999). Bovendien wordt de groeipotentie van de eerste snede beter benut door vroege mesttoediening.

### Stikstofgehalte van het gras

Het weidegras op 'De Marke' heeft een gemiddeld N-gehalte van ruim 33 gram per kg drogestof. Gegevens uit groeiverloopprouwen, die zijn gebruikt voor het PR-groeimodel GRAMIN (Prins *et al.*, 1980; Wieling & De Wit, 1987; Vellinga, 1990; Mooij, PR, ongepubliceerde data) en beweidingsonderzoek van de Waiboerhoeve in 1993–1996 komen voor een vergelijkbaar bemestingsniveau uit op ongeveer 30 g N per kg drogestof. Het nieuwe bemestingsadvies resulteert in iets lagere N-gehalten, nl. ruim 29 g N per kg ds, omdat het zwaartepunt in dat advies is verlegd naar de eerste snede en naar de maaisneden. Het stikstofgehalte van weidegras op 'De Marke' is dus aan de hoge kant.

Verandering van het stikstofgehalte treedt op als de opbrengst bij inscharen wordt verhoogd. Er treedt dan verdunning op van de stikstof (Vellinga *et al.*, 2000b). Als de opbrengst bij inscharen gelijk blijft en de bemesting per snede gaat omlaag, dan treedt eveneens een daling op van het stikstofgehalte.

De N-gehalten van het weidegras van 'De Marke' zijn gebruikt voor het rapport over de forfaitaire stikstofexcreties (Tamminga, 2000), zonder dat voorafgaand een analyse is gemaakt van het graslandgebruik. De gehalten zijn wel een goede weergave van hetgeen op praktijkbedrijven gebeurt. Ook gegevens van MDM-bedrijven passen hierbij (Holshof, 1997b). Tamminga (2000) hanteert echter een hoger N-gehalte dan bij goed landbouwkundig gebruik realiseerbaar is.

### Gebruiksduur per perceel

Tijdens de beweiding van een perceel wordt het gras steeds korter afgeweid. De snelheid van grasgroei neemt daardoor ook af. De gemiddelde grasgroei tijdens een beweiding is altijd lager dan de ongestoorde groei (Lantinga, 1986). Een lange beweidingduur heeft daarom een negatieve invloed op de grasproductie (Boxem, 1982). Ook het saldo wordt lager door lange beweidingduren per perceel (Rougeor *et al.*, 1999).

Lange beweidingduren betekenen ook dat in de eerste dagen het grasaanbod vrij groot is. Dat kan leiden tot een hoge grasopname, die in de loop van de tijd afneemt. De melkkoeien weiden slechts kort in elk perceel. Omdat de dieren veel snijmaïs krijgen bijgevoerd, is de invloed van het grasaanbod op de opname beperkt. Het grote grasaanbod leidt vooral tot grote verliezen. De dieren zullen ruim selecteren en relatief veel gras vertrappen en bevullen. Dat is nadelig voor de grasbenutting door de pinken. Ondanks de nabeweiding zijn de beweidingverliezen dan hoog.

De gemiddelde beweidingduur van 6 dagen per perceel voor 1999 en 2000 is te lang. Deze moet teruggebracht worden naar maximaal vier dagen. Dat is ook de beweidingduur die bij de opzet van 'De Marke' gepland was. Om de beweidingduur van maximaal 4 dagen te realiseren, bij sterk beperkte beweiding van het melkvee en zonder naweiden van pinken, moeten de percelen een oppervlakte hebben van 0,8 en 1,1 hectare, uitgaande van inscharen bij respectievelijk 1700 en 1300 kg ds per ha.

Aanpassingen van de perceelsgrootte zijn eenvoudiger genoemd dan uitgevoerd. Er moet bij perceelsaanpassing rekening worden gehouden met bestaande kavel- en perceelsgrenzen, watervoorziening en met de bewerkbaarheid bij mesttoediening en voederwinning. Met flexibele afrasteringen en verplaatsbare watervoorziening kan echter veel worden bereikt.

### Scheuren van grasland

Door de droogtegevoelige grond en de beperkte beregening is de kans op achteruitgang van de kwaliteit van de grasmat op 'De Marke' groter dan op vochthoudende gronden. Anderzijds zijn de risico's van vertrapping en rijschade vaak kleiner. Graslandverbetering op 'De Marke' vindt nu plaats na gemiddeld zes jaar en wordt noodzakelijk geacht om de productiecapaciteit van de grasmat hoog te houden. Het vindt op 'De Marke' vooral plaats in het voorjaar. Incidenteel heeft najaarsinzaai plaatsgevonden. Herinzaai van grasland met grondbewerking leidt tot verlies van stikstof, het is duur en bovendien staat tijdens de periode van graslandverbetering de productie helemaal stil. Herinzaai van grasland in het voorjaar leidt wel tot lagere stikstofverliezen, maar kost relatief veel grasopbrengst in het jaar van inzaai; de eerste snede wordt namelijk helemaal gemist. Najaarsinzaai leidt weliswaar tot minder opbrengstverlies, maar het stikstofverlies uit de zode is groter (Ernst & Berendonck, 1990). De productie van de verbeterde zode moet bij de hoge frequentie van graslandverbetering van 'De Marke' fors hoger zijn om de kosten van graslandverbetering terug te verdienen (Vellinga, 2000).

Om te zorgen dat een nieuw ingezaaide grasmat zich ontwikkelt tot een goed gesloten zode is een zekere investering in stikstof nodig. De voorgestelde verlaging van de bemesting op grasland kan leiden tot een vertraagde sluiting van de zode en achterblijvende productie.

Het tijdelijk grasland wordt na drie jaren gescheurd, gevolgd door enige jaren maïs. In het laatste bouwlandjaar wordt triticale ingezaaid om in de nazomer alweer gras te hebben. Het gras wordt tegelijk met de triticale ingezaaid of in het voorjaar tussen de triticale. Na de teelt van maïs is een goede inzaai van een grasmat moeilijk uitvoerbaar. Het vanggewas na de maïs is niet geschikt om als grasland door te gaan na de winter. Het nieuwe tijdelijk grasland heeft veel stikstof nodig, en het stikstofleverend vermogen van deze percelen is laag. De voorgestelde vermindering van de bemesting op deze percelen zal leiden tot duidelijke productiedaling en problemen met het sluiten van de zode.

Met deze hoge frequentie van herinzaai van blijvend grasland en nieuwe inzaai van tijdelijk grasland zet 'De Marke' zichzelf een beetje klem. Een vrij hoog bemestingsniveau is nodig om de grasmat te laten sluiten, terwijl uit het oogpunt van nitraatuitspoeling de bemesting zou moeten dalen. Omdat op jong tijdelijk grasland de vastlegging van stikstof sterk is (Scholefield *et al.*, 1993), is daar het risico van nitraatuitspoeling wel kleiner.

Om stikstofverlies via graslandverbetering en wisselbouw te verminderen, moeten we zoeken naar manieren om minder grasland te scheuren op 'De Marke', zowel op blijvend als op tijdelijk grasland. Vestiging van blijvend grasland vergt tijd, het is de moeite waard om 'versleten' percelen van zes jaar oud eventueel met doorzaai te verbeteren en te proberen de levensduur van het grasland te verlengen. De vermindering van productie en kwaliteit van de zode roepen associaties op met de 'sukkeljaren' (Hoogerkamp, 1983). Mogelijk is deze sukkelperiode te overbruggen.

Ook het langdurig naweiden met pinken kan een negatieve invloed hebben op de zodekwaliteit; de stikstofbenutting van deze dieren is laag en veel stikstof wordt uitgescheiden via urine. Door aanpassing van de beweiding is het waarschijnlijk mogelijk de zodekwaliteit langer op peil te houden.

Een andere mogelijkheid is om het areaal blijvend grasland uit te breiden en de voedergewassen met een verminderd graslandaandeel of continu te telen. Het tijdelijk grasland zou dan na twee in plaats van drie jaren alweer geplougd moeten worden. Om de voorziening van organische stof en fosfaat te regelen, is scheiding van mest in een dikke fractie (met relatief veel P en weinig N) en een dunne fractie

(meer N, weinig P) een mogelijke oplossing. De dikke fractie zou dan op het maisland toegediend moeten worden.

### Nitratconcentratie in het grondwater

De bemesting van 250 kg N per ha is, in combinatie met het jong gebruiken van het gras, een belangrijke oorzaak van het overschrijden van de nitraatconcentratie van 50 mg per liter. Berekeningen met de Nitraat Uitspoelings Reductie Planner (Vellinga *et al.*, 2001) geven aan dat de 50 mg per liter wordt overschreden, hetgeen in overeenstemming is met de gemeten waarden in de afgelopen jaren. In de jaren ervoor is de nitraatconcentratie wel sterk gedaald en uiteindelijk wel lager geweest dan die 50 mg per liter, maar een dergelijke sterke daling in de nitraatconcentratie is ook waargenomen in beweidingsonderzoek op de proefboerderij Aver Heino in de jaren 1991-1994 (Holshof & Willems, 2000) en door Boumans *et al.* (2001). Het goede management op 'De Marke' zal zeker hebben bijgedragen aan de daling van de nitraatconcentratie, maar is niet alleen daaraan te danken.

De aanpassingen in de bedrijfsvoering van 'De Marke', zoals het terugdringen van de beweidingduur, zullen, samen met in dit verhaal voorgestelde maatregelen, leiden tot een verlaging van de nitraatconcentratie tot minder dan 50 mg per liter. In resultaten van berekeningen met NURP wordt dat weergegeven in Tabel 6.8. De kolom 1999 geeft de situatie weer van 1999 en voorgaande jaren: een bemestingsniveau van 250 kg N, beperkt weiden van het melkvee en vrij lang doorweiden met pinken. Dat resulteert in een nitraatconcentratie van 65 mg per liter. Als de beweidingduur wordt gereduceerd en de stikstofbemesting blijft hoog, zoals in 2000hoog, dan daalt de nitraatconcentratie wel, maar nog niet genoeg. Vermindering van beweiding én bemesting (2000laag) leidt tot een nitraatconcentratie die 'op het randje' is, 51 mg per liter. Verdere beperking van de beweiding, zoals wordt voorgesteld op 'De Marke' vanaf 2001, brengt de nitraatconcentratie duidelijk onder de 50 mg per liter. Ook bij een hoger bemestingsniveau (2001hoog) is de nitraatconcentratie nog laag genoeg. In de berekeningen met NURP is echter nog geen rekening gehouden met graslandverbetering, de aanwezigheid van klaver en het inscharen bij een lage drogestofopbrengst, alle drie factoren die de nitraatconcentratie kunnen verhogen. Bij de variant 2001laag is er nog ruimte aanwezig om het vee meer te weiden dan men van plan is. Uit het oogpunt van gezondheid, dierenwelzijn en imago is iets meer weiden wel aantrekkelijk. Een combinatie van bemestings- en beweidingmaatregelen biedt echter voldoende mogelijkheden om de nitraatconcentratie te laten dalen tot minder dan 50 mg per liter in het bovenste grondwater.

Tabel 6.8. De berekende nitraatconcentratie in het bovenste grondwater bij verschillende niveaus van stikstofbemesting en beweiding op proefbedrijf 'De Marke'. Berekeningen uitgevoerd met NURP 4.0.

Situatie	1999	2000hoog	2000laag	2001hoog	2001laag
Aantal weidende koeien	65	65	65	65	65
Beweidingssysteem (+bijvoeding)**	B <sup>+</sup> +6	BB*+8	BB+8	BB+8	BB+8
Weiden koeien tot	1 okt	1 okt	1 okt	1 sep	1 sep
Weiden pinken tot	1 dec	1 nov	1 nov	Stal	Stal
Weiden kalveren tot	1 sep	1 sep	1 sep	Stal	Stal
N-bemesting grasland (kg ha)	250	250	190	250	190
Nitraat concentratie grondwater (mg l <sup>-1</sup> )	65	57	51	44	40

+ = beperkt weiden

\* = zeer beperkt weiden (4 uren per dag)

\*\* = bijvoeding in kg drogestof/ dier/ dag

## 6.6 Conclusies en aanbevelingen

1. Het bemestingsniveau op het grasland van 'De Marke' is te hoog en zou verlaagd moeten worden naar ongeveer 200 kg N per ha per jaar.
2. Op 'De Marke' wordt gemiddeld ingeschaard bij 1200 tot 1500 kg drogestof per hectare, terwijl de bemesting daarvoor te hoog is. Het stikstofgehalte van weidegras is daarom aan de hoge kant. Het streven zou gericht moeten zijn op inscharen bij ongeveer 1700 kg drogestof per ha om de grasproductie te verhogen en de stikstofbenutting te verbeteren. Alleen verlaging van de bemesting voor weidesneden lost wel het probleem op van de hoge stikstofgehalten, maar leidt niet tot een hogere grasproductie.
3. Om beweiding van geplande maaisneden te voorkomen, moet bij de planning van de behoefte aan weidesneden een grotere marge worden aangehouden.
4. De beweidingsduur van percelen is te lang. Verkorting van de beweidingsduur per perceel is nodig en kan worden gerealiseerd door aanpassing van de perceelsgrootte.
5. De toediening van drijfmest vindt deels plaats na 1 augustus, waardoor de grasgroei te lang doorgaat en een deel van de stikstof niet wordt benut. Door de beperking van de beweiding wordt meer drijfmest geproduceerd en wordt dit probleem groter. toediening van drijfmest na 1 augustus moet worden beperkt.
6. De drijfmesttoediening vindt in het voorjaar plaats na half maart. Voor een betere stikstofbenutting kan en moet de drijfmest eerder worden toegediend. Het risico van extra uitspoeling is beperkt.
7. Graslandverbetering vindt frequent plaats. Het is zinvol op een aantal percelen de herinzaai niet toe te passen, via andere maatregelen het grasland te verbeteren en te onderzoeken of een 'sukkelperiode' overbrugd kan worden.
8. De oppervlakte blijvend grasland moet groter worden, de oppervlakte tijdelijk grasland kleiner. Tegelijkertijd moet de graslandperiode terug van drie naar twee jaren. De voorziening met fosfaat en organische stof van de voedergewassen kan worden geregeld via de dikke fractie van de dierlijke mest.
9. Door een combinatie van maatregelen, zoals verdere beperking van de beweiding en verlaging van de bemesting, kan de nitraatconcentratie op 'De Marke' onder 50 mg per liter uitkomen.





## 7. Extrapolatie van de resultaten van ‘De Marke’ naar andere zandgronden

M.J.D. Hack-ten Broeke (*Alterra*)

### 7.1 Inleiding

Een hoofddoelstelling van proefbedrijf ‘De Marke’ is te voldoen aan de gestelde norm voor de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater van 50 mg l<sup>-1</sup> (Aarts *et al.*, 1992; Biewinga *et al.*, 1992). Onder alle percelen van het bedrijf wordt door het RIVM eens per jaar het bovenste grondwater bemonsterd en worden de nitraatgehalten in die monsters bepaald (Boumans *et al.*, 2001). In de periode najaar 1991 – voorjaar 1995 is daarnaast een intensief meetprogramma uitgevoerd op zes verschillende lokaties binnen het bedrijf om de relatie tussen vochtvoorziening, stikstofdynamiek, gewasgroei en perceelsmanagement op ‘De Marke’ te bestuderen (Hack-ten Broeke & Aarts, 1996). Een belangrijk aspect bij deze interacties is de grootte van de stikstofverliezen in relatie tot bodemtype, grondwaterstanden en gewas of kaveltype.

Het bedrijfsoppervlak van ‘De Marke’ is ongeveer 55 ha, waarvan 56% in gebruik is als grasland en 44% voor de verbouw van maïs (Biewinga *et al.*, 1996). De verdeling van het oppervlak over de kaveltypes is: 10 ha permanent grasland (PG), 30 ha huiskavel (HK), met een rotatie van 3 jaar tijdelijk grasland en 3 jaar maïs en 15 ha veldkavel (VK), met een rotatie van 3 jaar tijdelijk grasland en 5 jaar maïs. Bij de rotatie van maïs (met Italiaans raaigras als vanggewas) en gras is het uitgangspunt dat na het scheuren van het grasland extra mineralisatie optreedt en dat de vrijkomende stikstof (N) door de maïs kan worden opgenomen. De bemestingsstrategie is aangepast aan deze verwachte mineralisatie en ook de bemestingswaarde van het ondergeploegde Italiaans raaigras wordt meegerekend. De bemestingsstrategie op ‘De Marke’ is uitgebreid beschreven door Hilhorst & Oenema (2001).

‘De Marke’ is gelegen op droogtegevoelige grond (Dekkers, 1992) en onder droge omstandigheden zijn de stikstofverliezen door uitspoeling vaak hoger dan bij goede vochtvoorziening. Het is natuurlijk interessant om te na te gaan of het mogelijk is te voldoen aan de nitraatdoelstelling van ‘De Marke’ onder dergelijke moeilijke omstandigheden. Wanneer dat het geval is, is het aannemelijk dat zowel de economische doelstellingen als de milieudoelstellingen op andere lokaties in de zandgebieden gemakkelijker gerealiseerd zouden kunnen worden. Daarom is onderzocht tot welke resultaten het landgebruik van ‘De Marke’ zou leiden op de vijf meest voorkomende zandgronden in Nederland.

Voor deze extrapolatie zijn simulatiemodellen gebruikt voor de beschrijving van water- en stikstofdynamiek in de bodem. Deze modellen zijn getoetst (gecalibreerd en gevalideerd) aan de waarnemingen van de zes meetplekken uit de periode 1991-1995. Om vertaling van het landgebruik van ‘De Marke’ naar andere omstandigheden, zoals lokatie en weer, mogelijk te maken is het noodzakelijk beslisseregels op te stellen voor het perceelsmanagement. Zo zijn er beslisseregels opgesteld in relatie tot het weer voor bemesting, voor beweiding, maaien en beregenen van grasland en voor zaaien en oogsten van maïs. De variatie tussen jaren, als gevolg van verschillen in weersomstandigheden kan dan worden doorgerekend. De modellen zijn toegepast voor een reeks van 30 weerjaren op alle percelen van ‘De Marke’ en voor vijf andere Nederlandse zandgronden (Schut & Hack-ten Broeke, 1997). Voor die zandgronden is steeds één representatief bodemprofiel geselecteerd, dus er is geen rekening gehouden met ruimtelijke variabiliteit binnen de gekozen kaartenheden van de bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000.

Eerst worden de metingen en modellen kort beschreven en wordt een vergelijking gemaakt tussen modelresultaten en waarnemingen. Vervolgens wordt nader ingegaan op de gevolgde werkwijze bij de

extrapolatie van het landgebruik van de verschillende kaveltypen van 'De Marke' naar andere zandgronden. Tenslotte wordt ingegaan op de vraag of het landgebruik van 'De Marke' perspectieven biedt voor het realiseren van de Europese drinkwaternorm voor nitraat op de Nederlandse zandgronden.

## 7.2 Monitoring van vochtthuishouding en nitraatconcentraties in de periode 1991-1995 en de daaruit berekende uitspoeling

Op basis van de in 1990 uitgevoerde bodemkartering van 'De Marke' zijn zes meetlokaties geselecteerd, verspreid over de kaveltypen van het proefbedrijf en de voorkomende bodemtypen en grondwatertrappen. Zo lagen er twee proefplekken op blijvend grasland, waarvan één op een droge lokatie (op perceel 9) en één op een relatief natte plek (op perceel 17). Hetzelfde gold voor de huiskavel met meetplekken op percelen 11 en 19 en voor de veldkavel met meetplekken op percelen 2 en 21. Voor de meetplekken wordt dezelfde nummering gehanteerd als voor de percelen waarop ze zijn gelegen.

Op deze lokaties is gedurende de periode van najaar 1991 tot voorjaar 1995 minimaal tweewekelijks de vochttoestand gemeten in de vorm van enerzijds grondwaterstanden en verder drukhoogten en vochtgehalten op 8 diepten (10, 20, 30, 40, 60, 90, 120 en 150 cm – mv.). Ongeveer eens per maand (afhankelijk van het neerslagoverschot) zijn nitraatconcentraties bepaald in monsters uit 20 poreuze cups op 1 m – mv. per meetplek of (indien bemonstering van cups niet mogelijk was vanwege te droge omstandigheden) in het bovenste grondwater, bemonsterd in 8 grondwaterbuizen per meetplek (Hackten Broeke *et al.*, 1996; Hackten Broeke & De Groot, 1996). Op basis van de gegevens over de vochttoestand in relatie met het gewas en de meteorologische gegevens, kan per meetlokatie het watertransport naar het grondwater worden berekend. Gecombineerd met de nitraat-N-concentraties levert dat een uitspoeling in kg N per ha op. In Tabel 7.1 zijn voor de kalenderjaren binnen de meetperiode de jaarlijkse gemiddelde nitraatconcentraties en de bijbehorende berekende uitspoeling gegeven.

Tabel 7.1. Gemiddelde nitraatconcentratie (Conc., mg l<sup>-1</sup>) en N-uitspoeling (Uitsp., kg ha<sup>-1</sup>) per kalenderjaar per meetplek (PG = permanent grasland; HK = huiskavel; VK = veldkavel).

Meetplek (kaveltype)	1992		1993		1994	
	Conc.	Uitsp.	Conc.	Uitsp.	Conc.	Uitsp.
2 (VK)	194	*	100	45	51	39
9 (PG)	111	42	130	110	69	96
11 (HK)	48	22	45	32	66	57
17 (PG)	23	1	45	44	19	21
19 (HK)	46	3	35	52	26	39
21 (VK)	181	74	41	42	4	6

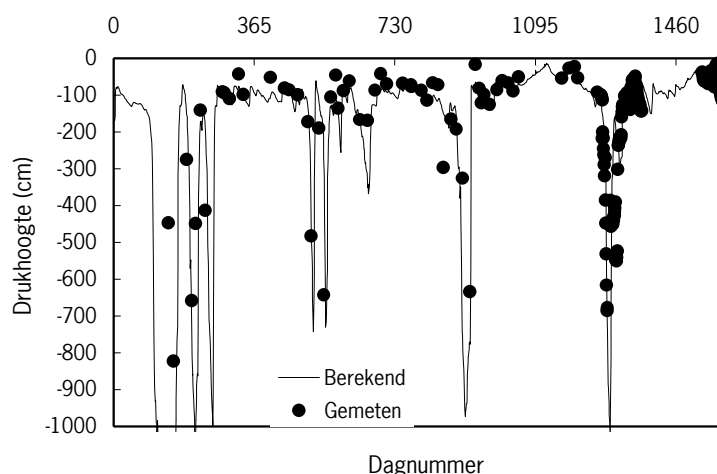
\* = niet berekend

Op de nattere meetplekken (17, 19 en 21) waren de gemiddelde nitraatconcentraties veelal beneden de vooraf gestelde norm van 50 mg l<sup>-1</sup> nitraat. In de tabel valt bovendien op dat vergelijkbare gemiddelde concentraties het resultaat kunnen zijn van zeer verschillende hoeveelheden N-uitspoeling als gevolg van verschillen in neerslagoverschot.

De overige N-verliezen zijn op de meetplekken slechts beperkt gemeten. In 1994 is de denitrificatie uit de bovenste 20 cm gemeten en deze bedroeg op meetplek 9 ongeveer 14 kg N per ha en op meetplek 17 ongeveer 30 kg N per ha (Corré, 1996).

## 7.3 Simulatiemodellen

De deterministische modellen SWACROP en ANIMO zijn gebruikt voor de simulatie van respectievelijk de water- en stikstofdynamiek in de bodem. Het model SWACROP beschrijft de vochthuishouding in de onverzadigde zone voor een gelaagd bodemprofiel (Feddes *et al.*, 1988). ANIMO beschrijft de koolstof- en stikstofhuishouding in de bodem in onderlinge samenhang (Rijtema & Kroes, 1991). Gekoppeld aan SWACROP, simuleert ANIMO deze aspecten voor de onverzadigde zone. Als invoer voor berekeningen met deze modellen zijn gegevens nodig voor de beschrijving van de zogenaamde boven- en onderrandvoorwaarde, voor de begintoestand en voor de procesbeschrijvingen. Na een modeltoets in de vorm van calibratie en validatie van de modellen, kunnen ze worden gebruikt voor extrapolatie. Indien voldoende weerjaren binnen het experiment zijn meegenomen, kan bijvoorbeeld een vertaling plaatsvinden naar andere weerjaren. Ook kunnen berekeningen plaatsvinden voor andere abiotische omstandigheden, zoals bodemtype en grondwatertrap. Deze andere omstandigheden moeten niet te ver verwijderd zijn van die in de modeltoets. Een geslaagde modeltoets voor de zandgronden van 'De Marke' betekent bijvoorbeeld niet, dat de modellen ook kunnen worden gebruikt voor kleigronden.

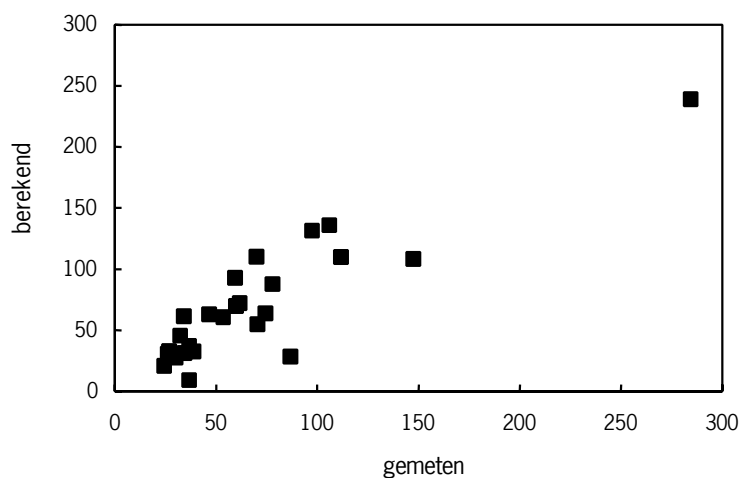


*Figuur 7.1. Gemeten en berekende drukhoogten op 30 cm – mv. voor meetplek 9 voor 1 januari 1991 (dagnummer 1) tot 31 maart 1995 (dagnummer 1582).*

### 7.3.1 Modelcalibratie en -validatie

Voor de calibratie en validatie van SWACROP en ANIMO zijn gegevens gebruikt uit de meetperiode 1991-1995. Op het proefbedrijf zijn in die periode dagelijks meteorologische gegevens en gewasgegevens verzameld die zijn gebruikt voor de berekening van de bodem- en gewasverdamping (bovenrand). Voor de onderrand zijn de gemeten grondwaterstanden gebruikt. De begintoestand is afgeleid van de gemeten vochttoestand in 1991. Bodemfysische parameters, gegevens over berekening, bemesting en perceelsmanagement waren allen voorhanden voor alle meetlokaties (Hack-ten Broeke, 2000). Bij calibratie worden modelparameters aangepast binnen vooraf gestelde grenzen, totdat de resultaten voldoende overeenkomen met de metingen. Bij de berekeningen voor 'De Marke' zijn als calibratieparameters binnen SWACROP alleen parameters voor beschrijving van wateropname door de

wortels gebruikt en binnen ANIMO alleen parameters voor de beschrijving van zuurstofdiffusie in de bodem. Bij validatie worden deze parameters ongewijzigd gelaten en wordt gekeken naar de overeenkomst tussen modeluitvoer en waarnemingen voor een andere set gegevens. Bij de calibratie zijn in dit geval de gegevens gebruikt voor de periode 1991 tot voorjaar 1993 en de resterende gegevens tot voorjaar 1995 zijn gebruikt bij de validatie. In Figuur 7.1 is ter illustratie van het resultaat van calibratie en validatie van SWACROP, de drukhoogte op 30 cm – mv. gegeven voor meetplek 9 voor de gehele periode. Resultaten voor alle meetplekken zijn gegeven door Hack-ten Broeke *et al.* (1996). Alle metingen aan vochtgehalten en drukhoogten zijn gebruikt voor de toetsing van de modelresultaten van SWACROP. De modelresultaten van ANIMO zijn vergeleken met de gemeten concentraties en de beschikbare metingen van de N-balans, zoals opname door de gewassen, N<sub>min</sub> (minerale stikstof in het bodemprofiel)-gehalten en mineralisatie (Aarts, 1996). Voor de nitraatconcentraties is het resultaat van ANIMO gegeven in Figuur 7.2.



Figuur 7.2. Vergelijking van gesimuleerde en gemeten seizoensgemiddelde nitraatconcentraties op 1 m – mv. voor de zes meetplekken in de periode 1991-1995.

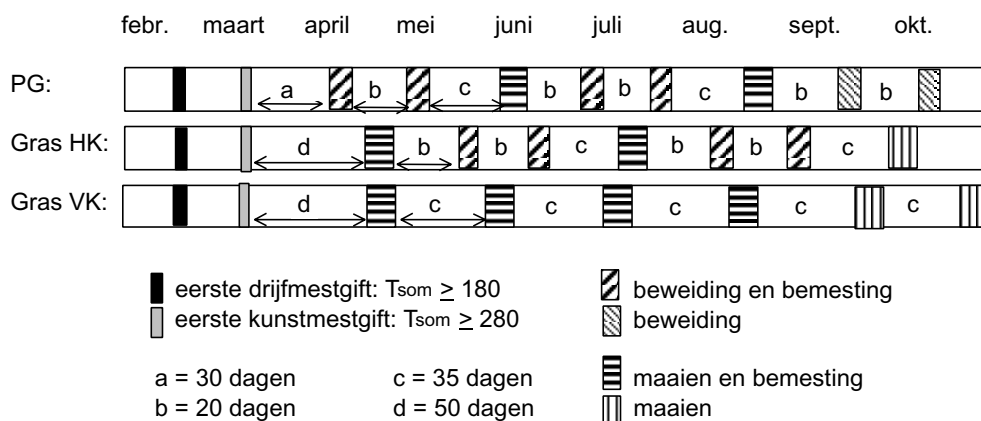
### 7.3.2 Beslisregels

Voor de extrapolatie naar andere jaren en andere zandgronden zijn beslisregels nodig voor de kwantitatieve beschrijving van het landgebruik en met name het perceelsmanagement per kaveltypen. Deze beslisregels voor bemesting van gras en maïs, graslandgebruik en berekening zijn opgesteld in overleg met deskundigen op 'De Marke' en uitgebreid beschreven door Schut & Hack-ten Broeke (1997).

Voor bemesting wordt eerst de op het bedrijf beschikbare drijfmest verdeeld over de gewassen en kaveltypen. Eerst wordt berekend hoeveel mest nodig is voor de maïspcelen op basis van vochtleverend vermogen en verwachte mineralisatie. Vervolgens wordt op basis van de fosfaatbehoefte de benodigde drijfmestgift voor de blijvend graslandpercelen berekend. Alle overige drijfmest wordt vervolgens verdeeld over de percelen tijdelijk grasland. Kunstmest wordt gebruikt om aan de resterende stikstofbehoefte te voldoen, berekend volgens het verfijnde stikstofbemestingsadvies (Agterberg *et al.*, 1993). De stikstofjaargift voor grasland op 'De Marke' komt daarmee uit op een effectieve (werkzame) hoeveelheid N van ongeveer 250 kg per ha.

De bemesting van grasland en het graslandgebruik op de verschillende kaveltypen kan schematisch worden weergegeven zoals in Figuur 7.3. De eerste drijfmestgift vindt plaats bij een temperatuursom van 180 d°C, maar altijd na 15 februari en voor 1 maart. De eerste kunstmestgift wordt gegeven bij een temperatuursom van 280 d°C, maar altijd na 15 en voor 31 maart. Voor beide handelingen geldt dat dit

binnen de gestelde periode gebeurt als de grond voldoende bewerkbaar is, namelijk als de drukhoogte in de bodem op 5 cm – mv. lager is dan een kritieke waarde ( $b = -70$  cm), maar nog steeds uiterlijk op respectievelijk 1 en 31 maart. Behalve in de aangegeven mestgiften wordt ook N aangevoerd via weidemest tijdens de beweidingperioden. Bij de berekeningen wordt tijdens de beweiding uitgegaan van een dagelijkse toevoeging van weidemest.



Figuur 7.3. Schematische weergave van graslandgebruik voor de drie kaveltypen van 'De Marke' (PG = permanent grasland; HK = huiskavel; VK = veldkavel).

Berekening vindt alleen plaats op blijvend grasland en op de huiskavel als de drukhoogte in het midden van de wortelzone lager wordt dan  $b = -500$  cm ( $pF = 2,7$ ). Er wordt op grasland niet berekend tijdens beweiding of twee dagen voorafgaand aan beweiding of maaien. Tijdens de veldperiode na een maaisnede wordt ook niet berekend. Maïs wordt gezaaid op 25 april en geoogst op 25 september. Onder de maïs wordt Italiaans raaigras gezaaid.

### 7.3.3 Werkwijze berekeningen

Op basis van de opgestelde beslisregels is in eerste instantie voor 'De Marke' een extrapolatie uitgevoerd in de tijd met de modellen SWACROP en ANIMO. Hiervoor is een reeks gegevens voor 30 weerjaren gebruikt van meteorostation De Bilt. Voor de 56 percelen (van elk 1 ha groot) is gerekend met het dominante bodemtype per perceel volgens de beschikbare bodemkaart van het bedrijf (Dekkers, 1992). Het grondwaterstandsverloop over het jaar is per perceel gesimuleerd met behulp van een sinusfunctie met een correctie voor de neerslag per jaar en maaiveldshoogte (Schut & Hack-ten Broeke, 1997). Voor de zes meetplekken leverde deze methode vergelijkbare nitraatconcentraties op als bij gebruik van het gemeten grondwaterstandsverloop.

Vervolgens zijn simulaties uitgevoerd voor andere zandgronden. Hiervoor zijn binnen de zandgebieden de vijf meest voorkomende kaartenheden geselecteerd van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000. Voor deze landsdekkende bodemkaart zijn de gegevens verzameld vanaf 1963 tot en met 1996. Eerst zijn de meest voorkomende bodemeenheden bepaald en per bodemeenheid is bekeken welke grondwatertrap (Gt) de grootste oppervlakte vertegenwoordigde. Het resultaat is weergegeven in Tabel 7.2. De bodemeenheid Hn21 bijvoorbeeld komt binnen de zandgronden voor op 244.177 ha en daarbinnen komt met name Gt VI voor en wel op 119.172 ha (Schut & Hack-ten Broeke, 1997). In de tabel zijn voor de karakterisering van de Gt de bijbehorende klasse-indeling van GHG (Gemiddelde

Hoogste Grondwaterstand) en GLG (Gemiddeld Laagste Grondwaterstand) gegeven. Binnen deze vijf kaarteenheden is Gt III de ‘natste grondwatertrap’ en voor die Gt is gerekend met een GHG van 17 cm – mv. en een GLG van 103 cm – mv. Gt VII is de ‘droogste Gt’, waarbij is gerekend met een GHG van 100 cm – mv. en een GLG van 190 cm – mv. (Schut & Hack-ten Broeke, 1997). Voor de kaarteenheden zijn karakteristieke bodemprofielen samengesteld op basis van alle beschikbare informatie uit het Bodemkundig Informatie Systeem (BIS) volgens een door De Vries (1994) beschreven methode. Voor elke bodemlaag zijn vervolgens fysische karakteristieken afgeleid uit textuurgegevens met behulp van continue functies (Wösten *et al.*, 1995). Voor de berekeningen is uitgegaan van bodemkundig homogene bedrijven, dus met dezelfde bodem en Gt voor alle 56 percelen en hierop is het landgebruik van ‘De Marke’ in de vorm van de gepresenteerde beslisseregels geprojecteerd.

Tabel 7.2. *De vijf meest voorkomende kaarteenheden in de Nederlandse zandgebieden met bijbehorende GHG- en GLG-klasse\*.*

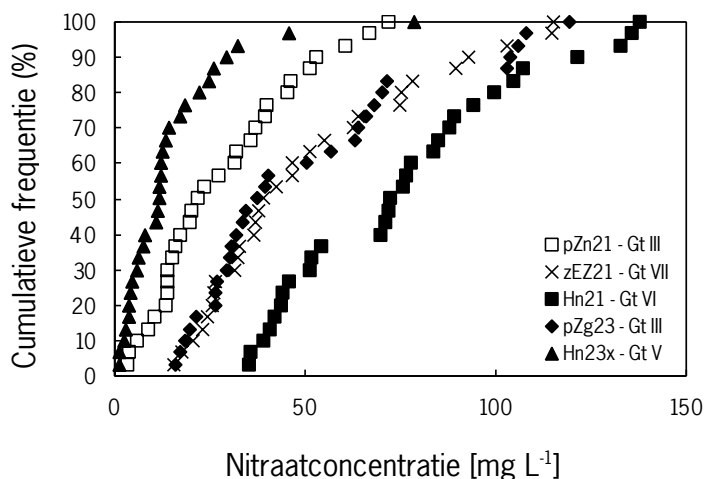
Bodemeenheid - Gt	Beschrijving	GHG	GLG
Hn21 - VI	Leemarme veldpodzolgrond	40-80	> 120
zEZ21 - VII	Leemarme enkeerdgrond	80-140	> 120
pZg23 - III	Sterk lemige beekerdgrond	< 40	80-120
Hn23x - V	Sterk lemige veldpodzolgrond met keileem	< 40	> 120
pZn21 - III	Leemarme gooreerdgrond	< 40	80-120

*GHG en GLG staat voor Gemiddeld Hoogste en Gemiddeld Laagste Grondwaterstand*

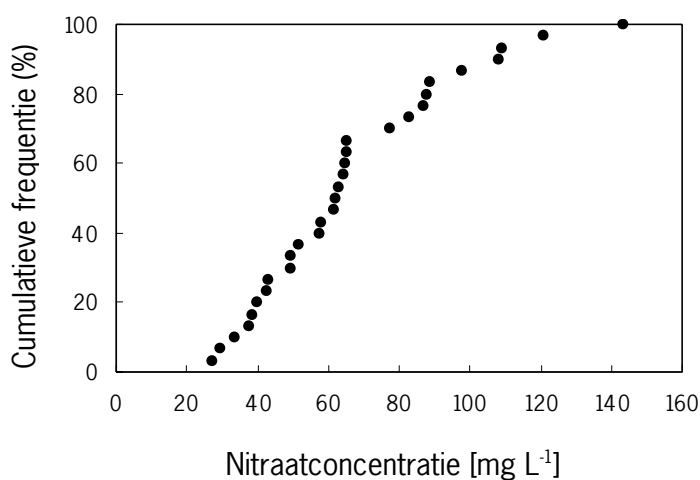
### 7.3.4 Resultaten extrapolatie

Voor ‘De Marke’ zijn de resultaten van de berekeningen voor 30 jaar en 56 percelen in Figuur 7.4 gepresenteerd als een frequentieverdeling van de gemiddelde jaarlijkse nitraatconcentratie voor het hele bedrijf. De gemiddelde concentratie uit deze verdeling is 67 mg l<sup>-1</sup> nitraat, en die waarde is vergelijkbaar met de uit metingen berekende veeljarig gemiddelde concentratie voor het bovenste grondwater van 70 mg l<sup>-1</sup> nitraat (Boumans *et al.*, 2001). Uit Figuur 7.4 blijkt verder dat de kans op overschrijding van de EU-drinkwaternorm van 50 mg nitraat per liter volgens deze frequentieverdeling 67% is. De hoogste gemiddelde concentraties in de figuur corresponderen met droge jaren en de laagste concentraties met nattere jaren.

Eenzelfde frequentieverdeling kan worden geproduceerd voor de fictieve bedrijven op de vijf doorge-rekende homogene kaarteenheden. In Figuur 7.5 zijn de 30 gemiddelde concentraties per jaar en per bedrijf weer als frequentieverdeling weergegeven. De verschillen tussen de frequentieverdelingen zijn alle significant (getoetst met variantie-analyse), behalve voor de resultaten van de kaarteenheden zEZ21-VII en pZg23-III. In Tabel 7.3 is een aantal kengetallen van de concentraties per bedrijf en per kaveltypen opgenomen.



Figuur 7.4. Cumulatieve frequentieverdeling van de gemiddelde nitraatconcentratie per jaar op 1 m – mv. voor 'De Marke'.



Figuur 7.5. Cumulatieve frequentieverdeling van de gemiddelde nitraatconcentratie per jaar en per bedrijf op 1 m – mv. voor vijf kaartenbeden.

Alleen voor de meest voorkomende kaartenheid (veldpodzolgrond Hn21 op Gt VI) zijn de berekende concentraties hoger dan voor 'De Marke'. Voor alle andere gronden zijn de concentraties lager en is de kans op overschrijding van de gestelde norm lager dan 50% (vergeleken met gemiddelde waarden per jaar, dus de gegeven kans geeft aan hoe vaak de jaarlijkse gemiddelde nitraatconcentratie hoger zal zijn dan 50 mg l<sup>-1</sup>). Het blijft natuurlijk de vraag of er op deze manier met de EU-drinkwaternorm mag worden vergeleken, maar voor de onderlinge vergelijking van de kaartenheden is die vraag niet relevant. Opvallend zijn de verschillen tussen gras en maïs en met name tussen de kaveltypen. Het blijvend grasland vertoont steeds de hoogste gemiddelde concentratie en de veldkavel, met het grootste aandeel maïs, de laagste concentratie, behalve voor de veldpodzolgrond met keileem Hn23x waar de concentraties in alle situaties laag zijn. Deze verschillen zijn een direct gevolg van de verschillen in gewasrotatie, beweidings-, bemestings- en beregeningsregime.

Tabel 7.3. Gemiddelde jaarlijkse nitraatconcentraties op 1 m – mv. voor de vijf meest voorkomende kaartenbeden per bedrijf, per kaveltipe (PG-permanent grasland, HK-huiskavel, VK-veldkavel) en per gewas en de kans op overschrijding van de EU-drinkwaternorm van 50 mg l<sup>-1</sup>.

Kaartenheid	Gemiddelde nitraatconcentratie (mg l <sup>-1</sup> )						Kans op overschrijding ‘norm’ (%)
	Bedrijf	PG	HK	VK	Maïs	Gras	
Hn21 - VI	76	117	75	58	67	86	73
zEZ21 - VII	50	74	54	33	45	57	40
pZg23 - III	50	83	47	38	41	59	43
Hn23x - V	15	12	18	14	16	16	3
pZn21 - III	28	35	28	26	26	31	17

## 7.4 Conclusies

1. Voor ‘De Marke’ is een veeljarige bedrijfsgemiddelde nitraatconcentratie op 1 m – mv. berekend van 67 mg l<sup>-1</sup> en de kans op overschrijding van de EU-drinkwaternorm van 50 mg l<sup>-1</sup> is voor die diepte en diezelfde veeljarige reeks 67%. Dat betekent dat er op ‘De Marke’ nog extra inspanningen nodig zijn om te voldoen aan de gestelde nitraatnorm.
2. Voor vier veel voorkomende Nederlandse zandgronden, samen in totaal 101.477 ha omvattend, is berekend dat het landgebruik van ‘De Marke’ zou leiden tot lagere nitraatconcentraties dan op ‘De Marke’ zelf. Op de kaartenheid met de grootste oppervlakte in Nederland (Hn21-VI, voorkomend op 119.172 ha) zouden de concentraties iets hoger zijn dan op ‘De Marke’.
3. De nitraatconcentraties zijn bijna altijd het hoogst onder beweide grasland en het laagst onder de veldkavel, als gevolg van verschillen in gewasrotatie, bemestings-, beweidings- en beregenings-regime. Het verdient aanbeveling om bodemgebruik met het hoogste uitspoelingsrisico, zoals beweide grasland, uit te voeren op de minst uitspoelingsgevoelige gronden, zoals de meeste nattere gronden, en vice versa. Binnen de meeste landbouwbedrijven komen meerdere bodemtypen voor, dus door de juiste combinaties van bodem en bodemgebruik is milieuwinst mogelijk.
4. Als de gemiddelde nitraatconcentratie per jaar en per bedrijf op 1 m – mv. gebruikt mag worden voor vergelijking met de EU-drinkwaternorm, blijkt uit deze studie dat op de meest voorkomende zandgronden het landgebruik van ‘De Marke’ zou leiden tot het voldoen aan die norm.



## 8. Extrapolatie van de resultaten van ‘De Marke’ via prototyping in ‘Koeien & Kansen’

*G.J. Koskamp (CLM), J. Oenema (Plant Research International) & P.J. Galama (Praktijkonderzoek Veehouderij)*

### 8.1 Inleiding

In Nederland zijn ongeveer 35.000 melkveehouderijbedrijven. Deze bedrijven worden de komende jaren steeds nadrukkelijker geconfronteerd met voorwaarden met betrekking tot de duurzaamheid in ecologische (onder andere belasting van het milieu), agrarisch-technische (onder andere bodemvruchtbaarheid) en sociaal-economische zin.

Het doel van het project ‘Koeien & Kansen’ is het ontwikkelen en demonstreren van voorbeelden van maatschappelijk gewenste bedrijfssystemen voor een breed spectrum van bedrijven in Nederland. Het demonstreren van die bedrijfssystemen gebeurt op een aantal praktijkbedrijven. Elk bedrijf is representatief voor een deel van de Nederlandse melkveehouderij, en samen zijn de bedrijven representatief voor de melkveehouderijsector als geheel. Bedrijven zijn niet alleen object van onderzoek, maar ook onderzoekspartner, met inbreng van ervaring, kennis en visie. Het project is begin 1999 van start gegaan met 12 melkveebedrijven. Eind 1999 zijn 5 melkveebedrijven op lichte zandgrond aan de groep toegevoegd naar aanleiding van de nitraatdiscussie en de daaruit ontstane aanscherping van de verliesnormen (Aarts, 2001).

Met betrekking tot ‘maatschappelijk gewenst’ geldt:

- bedrijven zijn ecologisch duurzaam: de verliezen van mineralen naar het milieu en het gebruik van bestrijdingsmiddelen, energie en grondstoffen zijn beperkt en belang wordt gehecht aan de kwaliteit van natuur, landschap en dierlijk welzijn;
- bedrijven zijn agrarisch-technisch duurzaam: ze handhaven de bodemvruchtbaarheid, voorkomen ophoping van zware metalen in de bodem en houden de gezondheid van het vee op een landbouwkundig aanvaardbaar niveau;
- bedrijven zijn sociaal-economisch duurzaam: de rentabiliteit is voldoende en de werkomstandigheden zijn acceptabel.

Waar mogelijk zijn harde, controleerbare criteria (duurzaamheidsnormen) geformuleerd. In de eerste drie jaar zal aan de doelstellingen met betrekking tot beperking van mineralenverliezen het meeste gewicht worden toegekend. Concreet geldt dat de aangescherpte MINAS-verliesnormen in het boekjaar 2000/2001 moeten zijn gerealiseerd, in plaats van in 2003. Daarnaast zijn normen opgesteld voor verschillende thema's: gewasbescherming, energie en broeikasgassen, zware metalen, water en natuur. Als realisatie van de MINAS-eindnorm voor stikstof niet resulteert in een nitraatconcentratie van ten hoogste 50 mg l<sup>-1</sup> in het bovenste grondwater zal van de deelnemers een grotere inspanning worden gevraagd. Om dat te kunnen bepalen, worden de nitraatgehalten in de bovenste meter van het grondwater en in het oppervlaktewater (drains) gemeten.

De doelstelling met betrekking tot beperken van de mineralenverliezen komt in deze bijdrage aan de orde. Daarbij wordt de aandacht alleen gericht op stikstof (N)<sup>7</sup>. Fosfaat (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) komt niet aan de orde. Allereerst worden in Sectie 8.2 (Materiaal en methoden) de toegepaste methode bij de selectie van de

<sup>7</sup> Hoewel stikstof in de strikte zin van het woord geen mineraal is, wordt die terminologie hier gebruikt om aan te sluiten bij beleid en praktijk

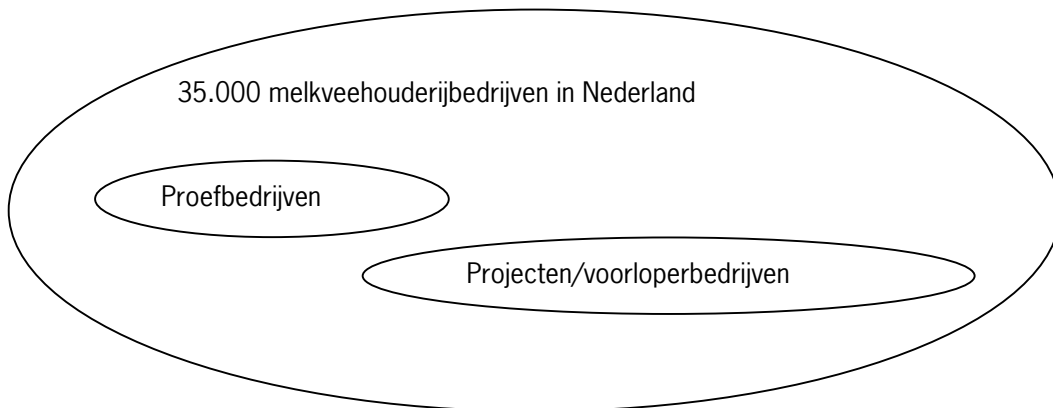
bedrijven binnen 'Koeien & Kansen', het Mineralenaangiftesysteem (MINAS), de basis voor de mineralendoelstelling in het project en tenslotte de communicatie met andere projecten toegelicht. Vervolgens wordt in Sectie 8.3 (Resultaten) ingegaan op de resultaten van 'De Marke' en van de 'Koeien & Kansen' bedrijven. De resultaten van de 'Koeien & Kansen' bedrijven betreffen:

- werkelijke stikstofoverschotten bij de start van het project,
- prognose voor 2000 op basis van bedrijfsontwikkelingsplannen (modelmatig),
- werkelijke resultaten in 1999 als tussenbalans.

Tot slot wordt in de discussie ingegaan op het verschil tussen de werkelijkheid en de modelberekeningen en de progressie die geboekt is bij de vermindering van de stikstofoverschotten, en wordt een schatting gepresenteerd van de gevolgen voor het nitraatgehalte in het bovenste grondwater.

## 8.2 Materiaal en methoden

Onderzoek naar duurzaamheid van melkveehouderijbedrijven vindt onder andere plaats op proefbedrijf 'De Marke' en in projecten als 'Koeien & Kansen'. Figuur 8.1 laat zien wat de positie is van proefbedrijven als 'De Marke' en projecten als 'Koeien & Kansen' binnen de Nederlandse melkveehouderij.



*Figuur 8.1. Positie van proefbedrijven en bedrijven die deelnemen aan projecten ten opzichte van de Nederlandse melkveehouders.*

### 8.2.1 Onderzoeksmethode

Bij het onderzoek in 'Koeien & Kansen' wordt evenals op 'De Marke' de methode 'prototypering' toegepast (Aarts *et al.*, 1992). Allereerst zijn bedrijven geïdentificeerd die model kunnen staan voor belangrijke delen van de Nederlandse melkveehouderij (Sub-sectie 8.2.2). Van elk deelnemend bedrijf is het functioneren in de uitgangssituatie grondig geanalyseerd (Koskamp, 2000). Daaruit wordt duidelijk hoever de praktijk verwijderd is van de gedefinieerde duurzaamheidsdoelen, dus welke afstand door bedrijfsontwikkeling moet worden overbrugd. Vervolgens worden ontwikkelingsrichtingen ontworpen waarmee, naar verwachting, aan de duurzaamheidsdoelen kan worden voldaan. Deze ontwikkelingsrichtingen worden per bedrijf afgestemd op de specifieke omstandigheden (grondsoort, quotum, beschikbare arbeid, enz.). Belangrijk is ook dat de veehouder zich er prettig bij moet voelen. Voor elk bedrijf wordt één van deze 'blauwdrukken' omgezet in een bedrijfsontwikkelingsplan (BOP), dat tot uitvoer wordt gebracht (Koskamp, 2001).

Bedrijfsopzet en bedrijfsvoering worden verder ontwikkeld na een grondige analyse van het functioneren van het bedrijf. Meten en proberen te verklaren zijn dus erg belangrijk. Het functioneren

van de voorbeeldbedrijven wordt niet alleen vergeleken met de verwachtingen en met de uitgangssituatie, maar ook met het functioneren van vergelijkbare praktijkbedrijven die niet aan het project meedoen. Daaruit wordt de voorsprong van de koplopers op de doorsnee Nederlandse melkveehouder met vergelijkbare bedrijfsomstandigheden duidelijk.

## 8.2.2 Analyse Nederlandse melkveehouderij

### Typical Dutch

De voorbeeldbedrijven vormen bakens voor de Nederlandse melkveehouderij en moeten daarom voor die veehouderij als zodanig goed herkenbaar zijn. Dat stelt eisen aan de representativiteit van de voorbeeldbedrijven. Daarom is eerst de verscheidenheid van de Nederlandse melkveehouderij op hoofdlijnen in kaart gebracht. Die verscheidenheid is vastgelegd in een tweetal rapportages. In deel A wordt de verscheidenheid in kaart gebracht ten aanzien van vaste bedrijfsomstandigheden en technische kengetallen in relatie tot het stikstof- en fosfaatoverschot (Reijneveld *et al.*, 2000). In Deel B worden de overige duurzaamheidsthema's, zoals gewasbescherming, energie, zware metalen, water en natuur geanalyseerd (Koskamp *et al.*, 2001).

Doordat bedrijven onderling sterk verschillen is de afstand tussen onderzoek op proefbedrijven en praktijk soms groot. Om de afstand te verkleinen zijn in Typical Dutch de Nederlandse melkveebedrijven ingedeeld op basis van een drietal vaste bedrijfsomstandigheden (CBS-data). In Typical Dutch deel A ontstonden 64 clusters door combinatie van de vaste omstandigheden grondsoort (zand, klei, veen en löss), regio (Noord, Oost, Zuid en West) en intensiteit van melkproductie (< 10.000, 10.000-12.000, 12.000-15.000 en > 15.000 kg ha<sup>-1</sup>). Aan deze clusters zijn alle Nederlandse melkveehouderijbedrijven toegedeeld. De 'Koeien & Kansen' bedrijven zijn (mede) op basis van deze indeling geselecteerd en vertegenwoordigen derhalve een groot deel van de sector. Onderzoeksresultaten met betrekking tot de bedrijven uit 'Koeien & Kansen' zullen daarom een hoge mate van herkenbaarheid hebben. Immers, resultaten van 'Koeien & Kansen' bedrijven onder omstandigheden vergelijkbaar met die van het eigen bedrijf spreken aan, en zullen dientengevolge ook sneller worden geaccepteerd. Na indeling op basis van vaste bedrijfsomstandigheden werd, op basis van uitgebreide databestanden, de bedrijfsvoering van de 18 belangrijkste clusters beschreven (grondgebruik, veestapel, melkproductie, voeding en bemesting). Van alle clusters zijn vervolgens de gevolgen van de bedrijfsvoering met betrekking tot duurzaamheid geanalyseerd (MINAS-balans voor stikstof en fosfaat).

### Uitkomsten van de studie

Iets meer dan eenderde van alle melkveehouderijbedrijven ligt in het oosten van het land, 25% van de bedrijven is gevestigd in het noorden. Meer dan de helft van de bedrijven ligt op zandgrond, ongeveer eenderde op kleigrond. De bedrijven zijn gelijkmatig verdeeld over de intensiteitsklassen (<10.000, 10.000-12.000, 12.000-15.000 en > 15.000 kg melk ha<sup>-1</sup>). Bij combinatie van de vaste bedrijfsomstandigheden komt onder andere naar voren dat één van de vier veehouders zijn bedrijf uitoefent op zandgrond in het oosten van het land.

Het gemiddelde MINAS-overschot van de bedrijven bedraagt 324 kg N ha<sup>-1</sup> jr. Het overschot varieert vrij sterk, van 220 kg N op de extensieve bedrijven op de westelijke veengronden tot meer dan 400 kg op de intensiefste bedrijven op de noordelijke kleigronden. In alle clusters is kunstmest de grootste aanvoerpost (gemiddeld 60% van de aanvoer). In één op de vier clusters wordt gemiddeld meer dan 100 kg N ha<sup>-1</sup> boven het advies bemest; het gemiddelde voor Nederland ligt 58 kg N ha<sup>-1</sup> boven het advies, terwijl op 'De Marke' onder de standaardadviezen wordt bemest. Een voor de hand liggende manier om het overschot op de MINAS-balans te verminderen is om de bemesting aan te passen aan


de adviezen. Ook voor fosfaat is een MINAS-balans opgesteld. Het gemiddelde overschot bedraagt 27 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> jr.

### 8.2.3 Keuze 'Koeien & Kansen' -bedrijven

Door het projectteam van 'Koeien & Kansen' zijn, in samenspraak met enkele melkveehouders criteria vastgesteld waaraan voorbeeldbedrijven moeten voldoen; evenredige verdeling over grondsoort en intensiteit is de belangrijkste. Ook karakter en type boer hebben meegespeeld, immers deze groep boeren moet voor de duur van het project intensief met elkaar optrekken en meer van hetzelfde moet dus voorkomen worden (Aarts, 2001). Daarnaast moeten de veehouders over goede communicatieve vaardigheden beschikken, om de boodschappen uit dit project mede uit te dragen.

Na het vaststellen van de criteria is een wervingscampagne gestart en zijn bedrijven gekozen. Belangrijk daarbij was dat er voldoende bedrijven op uitspoelingsgevoelige zandgrond gekozen zouden worden. De keuze van het aantal bedrijven per grondsoort is gebaseerd op de uitkomsten van Typical Dutch deel A. In een later stadium is op verzoek van de financiers het aantal deelnemers op zandgrond uitgebreid om zo meer meetwaarden van nitraatgehaltes in het grondwater onder droge zandgronden te krijgen. In Tabel 8.1 zijn de ligging en enkele kengetallen van de 'Koeien & Kansen' bedrijven weergegeven.

Tabel 8.1. Ligging en enkele kengetallen van de 'Koeien & Kansen' bedrijven (situatie in 1997/1998).

	Naam	Plaats	Grond	Melk (kg ha)	
	1	Kuks	Nutter	zand	10.123
	2	Bomers	Eibergen	zand	12.935
	3	Pijnenborg	IJsselstein	vochtig zand	20.990
	4	De Kleijne	Landhorst	droog zand	19.824
	5	Menkveld & Wijnbergen	Gorsstel	zand	15.466
	6	Van Hoven	Cadier en Keer	löss	15.605
	7	Miedema	Haskerdyken	klei op veen	11.819
	8	Van Wijk	Waardenburg	rivierklei	16.844
	9	Dekker	Zeewolde	jonge zeeklei	22.840
	10	Sikkenga-Bleker	Bedum	oude zeeklei	9.990
	11	Boekel	Assendelft	laagveen	10.742
	12	De Vries	Stolwijk	laagveen	12.132
	13	Eggink	Laren (Gld)	zand	15.290
	14	Hoefmans	Alphen (NBr)	zand	15.350
	15	van Laarhoven	Loon op Zand	zand	15.600
	16	Post	Nieweroord	zand	12.200
	17	Schepens	Maarheze	zand	16.660

### 8.2.4 Methodiek MINAS

De doelstelling voor het stikstofoverschot is gebaseerd op de verliesnormen voor 2003. De 'Koeien & Kansen' bedrijven zullen trachten dit in 2000 te realiseren. Bij het berekenen van de verliesnormen (Henkens, 2001) is rekening gehouden met zowel de verhouding gras en maïs als de diercorrectie. Deze is verdisconteerd in de verliesnorm en staat dus dan niet meer bij de afvoer op de mineralenbalans. De diercorrectie die betrekking heeft op het aantal dieren boven 2,5 GVE per ha is niet meegerekend bij de verliesnorm. Deze aftopping geldt alleen voor dit project (Oenema *et al.*, 2000; Galama *et al.*, 2000).

Fosfaatkunstmest wordt niet meegenomen in de fosfaatnorm in het nieuwe mestbeleid. In dit project is met de financiers afgesproken fosfaatkunstmest wel mee te nemen, met tevens de mogelijkheid van 'reparatiebemesting' voor percelen met een lage fosfaattoestand. Dit resulteert in de uitgangspunten zoals vermeld in Tabel 8.2.

Tabel 8.2. Verliesnormen (kg per ha), exclusief diercorrectie.

Stikstof en fosfaat	Norm
<b>Stikstof</b>	
Grasland	180
Grasland droog zand, löss	140
Bouwland	100
Bouwland droog zand, löss	60
<b>Fosfaat *</b>	
Fosfaattoestand voldoende of hoger	20
Fosfaattoestand laag	50

\* inclusief fosfaatkunstmest

Vanuit het mestbeleid is het de bedoeling dat een stelsel van mestafzetovereenkomsten per 1 januari 2003 in werking zal treden (Henkens, 2001). Dat stelsel verplicht de veehouder een mestafzetcontract af te sluiten, indien de mestproductie per ha hoger is dan de maximaal toegestane hoeveelheid stikstof uit dierlijke mest per ha. Zoals de voorstellen er eind 2000 uitzien, is in deze contracten wel sprake van een afnameplicht, echter niet van leveringsplicht. Voor ieder bedrijf is nagegaan hoeveel dieren maximaal gehouden mogen worden zonder de verplichting tot een mestafzetcontract. Hierbij is gebruik gemaakt van de uitgangspunten in Tabel 8.3.

Tabel 8.3. Uitgangspunten normen voor mestafzetcontracten.

Stikstofuitscheiding en -toediening	N-norm	Diereenheden
<b>Stikstofuitscheiding per diercategorie</b>		
	(kg N per jaar)	
Melk- en kalfkoeien	107,4	1
Jongvee 1 jaar en ouder	73,8	0,69
Jongvee tot 1 jaar	36,1	0,34
<b>Maximale stikstofhoeveelheid uit dierlijke mest in 2003</b>		
	(kg N per jaar)	Diereenheden per ha
Grasland		
Bouwland	250	2,33
	170	1,58

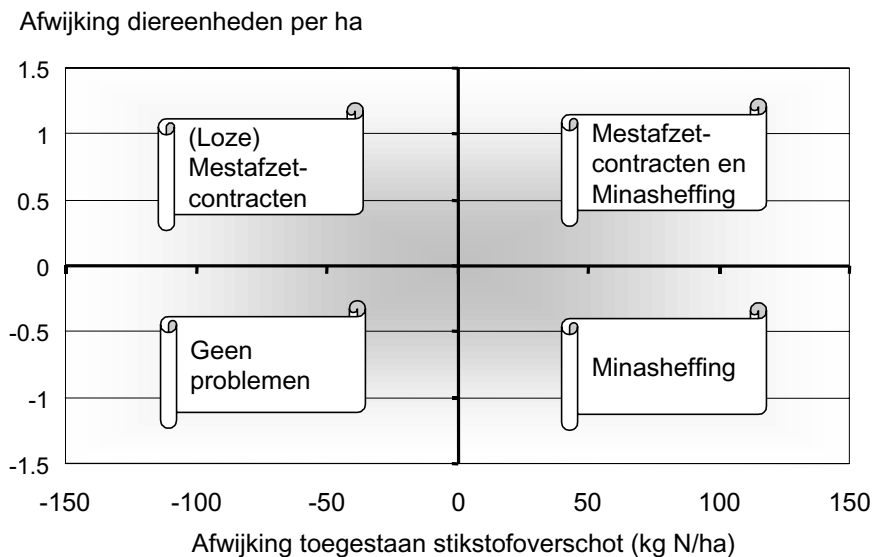
Aan het eind van 2000 waren de normen nog niet bekend. De cijfers uit Tabel 8.3 wijken af van de voorlopige normen. Het betreft hier de cijfers die opgenomen zijn in het derogatieverzoek dat Nederland in Brussel heeft ingediend. In de berekeningen is geen rekening gehouden met een maximale gift per ha uit dierlijke mest. Getracht is juist de dierlijke mest op het bedrijf goed te benutten om de aanvoer van kunstmest te beperken. Er wordt alleen mest afgezet in de berekeningen als dat nodig is

om aan de MINAS-eindnormen te voldoen. Dit betekent dus dat er sprake kan zijn van een mestafzetcontract zonder leveringsplicht van mest ('loze' mestafzetcontracten).

Voor ieder bedrijf gelden specifieke MINAS-eindnormen en een specifieke norm voor het maximaal te houden aantal dieren per ha zonder mestafzetcontract. In Figuur 8.2 is een algemeen schema gegeven, met uitleg over de gevolgen bij afwijking van deze normen. Op de horizontale as staat de afwijking ten opzichte van de bedrijfsspecifieke MINAS-eindnorm. Alle bedrijven proberen een strategie te ontwikkelen om beneden nul te komen. Dit is het hoofddoel in dit project en ze hoeven dan uiteraard geen MINAS-heffing te betalen. In dit project kunnen de deelnemers zelfs een premie verdienen bij lage mineralenoverschotten.

Op de verticale as staat de afwijking ten opzichte van het maximale aantal te houden dieren zonder verplichting tot een mestafzetcontract. Dit resulteert in 4 kwadranten:

- **Linksonder: geen problemen**  
Er wordt voldaan aan de MINAS-eindnormen en er is geen mestafzetcontract nodig.
- **Linksboven: (loze) mestafzetcontracten**  
Er worden meer dieren gehouden dan maximaal toegestaan is, echter er wordt wel voldaan aan de MINAS eindnormen. In het huidige beleid betekent dit dat er wel een mestafzetcontract nodig is, maar geen leveringsplicht, oftewel er is sprake van 'loze' mestafzetcontracten.
- **Rechtsonder: MINAS-heffing**  
Er worden weinig dieren per ha gehouden, echter de MINAS-eindnorm wordt niet gehaald.
- **Rechtsboven: mestafzetcontracten en MINAS-heffing**  
Er worden meer dieren gehouden dan maximaal toegestaan is en er wordt niet voldaan aan de MINAS-eindnormen. Er zijn dus mestafzetcontracten nodig en er dient MINAS-heffing betaald te worden.



Figuur 8.2. Vier kwadranten rondom milieunormen.

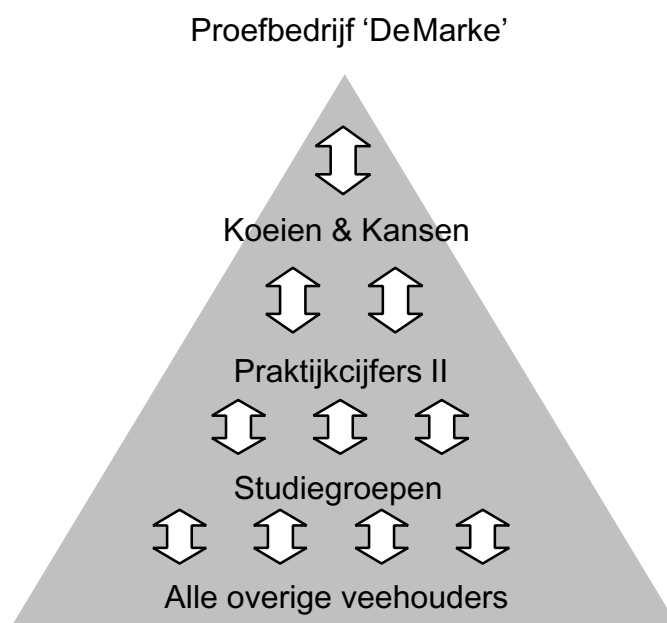
### 8.2.5 Communicatie

Door het project 'Koeien & Kansen' kan de Nederlandse melkveehouderij zich sinds 1999 naast 'De Marke' ook spiegelen aan 17 melkveebedrijven verspreid over Nederland. Publicaties, folders, brochures, open dagen en excursies zullen de noodzakelijke ondersteuning daarbij bieden. De aanpak

die we bij 'Koeien & Kansen' voor ogen hebben, kan andere initiatieven in het land ondersteunen en omgekeerd. Het Bedrijfsontwikkelingsplan, of kortweg BOP, is een instrument om op een gestructureerde wijze te komen tot een eindplaatje voor het bedrijf. In Koskamp (2001) wordt de systematiek beschreven en geïllustreerd aan de hand van een concreet voorbeeld. De bedrijfsontwikkelingsplannen voor de deelnemers aan 'Koeien & Kansen' zijn volgens dit systeem ontstaan. Integratie van maatregelen is één van de sleutelwoorden; een maatregel die het N-overschot verlaagt zou bijvoorbeeld kunnen leiden tot verslechtering van de resultaten op een ander duurzaamheidsthema.

Gedurende de looptijd van het project zullen de resultaten van de 'Koeien & Kansen' -bedrijven doormoeten naar de rest van de Nederlandse melkveehouderij. Doordat de melkveehouderij is ingedeeld, beschreven en geanalyseerd op basis van een indeling in verschillende clusters, hoeven de resultaten niet te worden vergeleken met een Nederlands gemiddelde. Ze kunnen worden vergeleken met die van de andere praktijkbedrijven in dezelfde regio, met eenzelfde grondsoort en met eenzelfde intensiteit van productie. De resultaten van onderzoek op praktijkbedrijven zullen melkveehouders aanspreken.

Koeien & Kansen-bedrijven en 'De Marke' nemen in de bedrijfsvoering de grootste risico's. Dat neemt niet weg dat zij ook kunnen leren van de brede praktijk. Dat wordt vorm gegeven via studiegroepen die aan het project gekoppeld worden. Rond elke deelnemer wordt een groep boeren gevormd die deelneemt aan 'Praktijkcijfers II'. Vervolgens kunnen rondom deze veehouders weer nieuwe initiatieven ontwikkeld worden. Samenwerking tussen bestaande en nog te starten initiatieven op het gebied van duurzaamheid is het sleutelwoord in de communicatie. Figuur 8.3 laat zien dat kennisuitwisseling een wederkerig karakter heeft.



Figuur 8.3. *Communicatiedrieboek.*

## 8.3 Resultaten

In deze sectie worden de resultaten besproken van 'De Marke' (in het kort) en de eerste resultaten van de 'Koeien & Kansen' bedrijven, met betrekking tot de doelstelling voor het stikstofoverschot. De doelstellingen voor de overige (milieu)thema's van beide projecten worden hier niet besproken.

### 8.3.1 'De Marke'

Het hoofddoel van 'De Marke' is het realiseren van strenge milieunormen op zandgrond die zeer gevoelig is voor nitraatuitspoeling (Aarts, 2000; Hilhorst & Oenema, 2001). De milieudoelen zijn vooral gericht op het terugdringen van de mineralenoverschotten. Het totale stikstofoverschot van een bedrijf bestaat behalve uit nitraat ( $\text{NO}_3$ ), uit onder meer stikstofgas ( $\text{N}_2$ ) en ammoniak ( $\text{NH}_3$ ).

In Tabel 8.4 zijn de doelen voor stikstofoverschot en de resultaten van 'De Marke' samengevat. Als het gerealiseerde totale stikstofoverschot verminderd wordt met stikstofbinding door klaver, depositie en diercorrectie krijgen we het MINAS-stikstofoverschot. Het gerealiseerde MINAS-stikstofoverschot was gemiddeld over de periode 1993-1998 ca. 65 kg per ha. Dat is beduidend lager dan de MINAS-eindnormen (Henkens, 2001) voor de situatie op 'De Marke', van 122 kg stikstof per ha.

De maatregelen die op 'De Marke' zijn genomen, hebben geleid tot een aanzienlijke reductie van het overschot in het sub-systeem bodem (Aarts *et al.*, 2001). Gevolg is een flinke verbetering van de grondwaterkwaliteit, maar niet de zekerheid dat met het huidige bedrijfssysteem de norm van een nitraatconcentratie in het bovenste grondwater beneden 50 mg l<sup>-1</sup> blijvend gerealiseerd kan worden.

Tabel 8.4. Doelen en gerealiseerde stikstofoverschotten op 'De Marke' gemiddeld over de periode 1993-1998 en het gemiddelde nitraatgehalte over de periode 1993-1999.

Totaal overschot	Doel <sup>1</sup> /eindnorm	Gerealiseerd
Stikstofoverschot (kg per ha) <sup>2</sup>	128	156 <sup>4</sup>
MINAS overschot (kg per ha) <sup>3</sup>	122 <sup>5</sup>	65 <sup>5</sup>
Nitraatgehalte (mg l <sup>-1</sup> )	50	55 <sup>6</sup>

<sup>1</sup> Bieninga *et al.*, 1992

<sup>2</sup> inclusief aanvoer in depositie en N-binding klaver

<sup>3</sup> exclusief aanvoer in depositie en N-binding klaver, inclusief diercorrectie

<sup>4</sup> Hilhorst & Oenema, 2001

<sup>5</sup> Galama, 2000

<sup>6</sup> Aarts *et al.*, 2001

Uit Tabel 8.4 blijkt dat het realiseren van de MINAS-eindnorm op droge zandgronden, vergelijkbaar met die van 'De Marke' (leemarme veldpodzolgrond), niet inhoudt dat het bovenste grondwater minder dan 50 mg nitraat per liter bevat. Met enige aanpassingen aan het systeem is dat mogelijk wel te realiseren (Aarts *et al.*, 2001). Hierbij moet overigens wel rekening gehouden worden met de grote invloed van weersomstandigheden en grondwaterdiepte op de uiteindelijke nitraatuitspoeling (Boumans *et al.*, 2001).

'De Marke' streeft er naar haar doelstellingen te realiseren bij een arbeidsopbrengst die vergelijkbaar is met die van melkveebedrijven onder dezelfde bedrijfsomstandigheden. In modelstudies is 'De Marke' vergeleken met eenzelfde bedrijf met een bedrijfsvoering die nog niet gericht is op strenge milieueisen. De bedrijfsopzet van dit modelbedrijf is qua bedrijfsgrootte, grondsoort en intensiteit per ha volledig vergelijkbaar met 'De Marke'. De ervaringen van 'De Marke' zijn verwerkt in de berekeningen. De resultaten laten zien dat de milieumaatregelen op 'De Marke' 5,8 cent per liter melk kosten (De Haan, 2001). Deze kosten gelden bij het realiseren van een MINAS-overschot dat beduidend lager is dan de MINAS-eindnormen voor 'De Marke'. Om de MINAS-eindnormen te realiseren op 'De Marke', zijn de kosten geringer, namelijk ca. 1,5 á 2 cent per kg melk (bewerking van de cijfers van De Haan, 2001).



### 8.3.2 'Koeien & Kansen'

De resultaten die in deze sectie gepresenteerd worden zijn van 12 van de 17 bedrijven die deelnemen aan 'Koeien & Kansen'. Van de vijf deelnemers die later zijn gestart, zijn nog onvoldoende uitgewerkte cijfers beschikbaar. De resultaten van de 'Koeien & Kansen' bedrijven hebben betrekking op:

- werkelijke stikstofoverschotten in de uitgangssituatie,
- prognose voor 2000 (of later) op basis van bedrijfsontwikkelingsplannen (modelmatig),
- werkelijke stikstofoverschotten in 1999 als tussenbalans.

#### 8.3.2.1 Uitgangssituatie

Tabel 8.5. MINAS-balans voor stikstof in de uitgangssituatie (1997/1998).

	Sikkenga-Bleker	Kuks	Boekel	De Vries	Miedema	Bomers	Van Hoven	Van Wijk	Menkveld & Wijnbergen	De Kleijne	Pijnenborg-Van Kempen	Dekker	'De Marke'
<b>Aanvoer</b>													
- vee	0	5	0	1	0	11	0	0	0	0	0	3	0
- organische mest	0	10	0	4	13	0	0	0	10	38	48	0	0
- kunstmest	232	117	197	145	234	0	228	249	206	109	218	221	63
- krachtvoer	79	102	102	131	83	78	122	140	124	172	196	194	73
- ruwvoer	0	0	54	12	26	78	57	47	9	45	47	79	10
Totaal	311	234	352	292	357	167	407	436	349	363	508	498	146
<b>Afvoer</b>													
- melk	54	55	58	63	65	69	79	84	87	109	113	120	63
- vee	9	10	9	18	11	15	3	12	16	18	17	17	7
- organische mest	0	0	0	42	0	0	91	0	0	76	94	93	7
- ruwvoer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- diercorrectie	2	27	7	7	24	36	42	29	38	59	54	50	13
Totaal	65	93	73	130	99	121	215	125	141	262	277	281	90
<b>Overschot</b>													
Overschot	245	141	279	162	257	47	192	311	208	101	231	217	56
MINAS-norm 2003	170	142	174	180	172	144	117	174	144	115	160	157	132
Overschot – MINAS-norm	75	0	104	-18	85	-97	75	136	64	-14	71	59	-76

Het functioneren van de bedrijven is eerst grondig geanalyseerd (Koskamp, 2000). Daaruit wordt duidelijk hoever het feitelijk functioneren van de bedrijven afwijkt van de gedefinieerde doelen, dus welke afstand door bedrijfsontwikkeling moet worden overbrugd. Onderdeel van deze analyse was een gedetailleerde beschrijving van de mineralenhuishouding (Oenema *et al.*, 2000). Hier behandelen we alleen de MINAS-balans. In Tabel 8.5 is de MINAS-balans voor stikstof in de uitgangssituatie (1997/1998) weergegeven. De bedrijven staan in volgorde van oplopend quotum per ha (intensiteit). De stikstofbalans van 'De Marke' is ook opgenomen.

Het gerealiseerde MINAS-overschot in 1997/1998 is vergeleken met de MINAS-norm in 2003 (eindnorm). Het verschil tussen het gerealiseerde MINAS-overschot en de MINAS-eindnorm geeft aan hoe ver de bedrijven in de uitgangssituatie afweken van de doelstelling. Vier van de twaalf bedrijven haalden in de uitgangssituatie de MINAS-eindnorm (Kuks, De Vries, Bomers (biologisch) & De Kleijne). Drie van die vier bedrijven liggen op zandgrond en één op veengrond. Geen van de bedrijven op kleigrond (vier) haalde in de uitgangssituatie de MINAS-eindnorm.

### 8.3.2.2 Bedrijfsontwikkelingsplannen

Om de projectdoelen te realiseren is in 1999, in overleg met ieder van de veehouders, voor ieder bedrijf een strategie ontwikkeld. De deelnemende veehouders hebben bij het opstellen van hun Bedrijfs Ontwikkelings Plannen (BOP) een duidelijke inbreng gehad. Op een kennismakings- en strategiedag hebben de deelnemers zelf eerst aangegeven wat hun bedrijfsdoelstellingen waren. Vervolgens hebben ze met een spelsimulatie op hoofdlijnen invulling gegeven aan de strategie waarmee ze de doelstellingen zelf dachten te bereiken (Beldman & Zaalmink, 2000). In overleg tussen de veehouder, de begeleider en het projectteam zijn vervolgens definitieve maatregelen vastgesteld. Deze definitieve maatregelen zijn mede gebaseerd op de resultaten van de berekeningen met betrekking tot de mineralenhuishouding in de uitgangssituatie (Oenema *et al.*, 2000). De voorgestelde maatregelen om de mineralenoverschotten terug te dringen zijn doorgerekend met het begrotingsprogramma BBPR van het Praktijkonderzoek Veehouderij. De berekeningen zijn uitgevoerd voor de uitgangssituatie (1997/1998), de huidige situatie (1999) en de strategie (2000 of iets langere termijn) (Galama *et al.*, 2000).

In de berekeningen is onderscheid gemaakt tussen maatregelen die op korte termijn worden genomen (weergegeven met 'S' (S = Strategie)) en maatregelen die mogelijk op langere termijn genomen moeten worden (weergegeven met 'E' (E = extra optie)), zie Tabel 8.6. De noodzaak om forse of geringe maatregelen te nemen verschilt per bedrijf, omdat sommige bedrijven in de uitgangssituatie al voldeden aan de MINAS-eindnormen en andere nog een grote stap moesten maken (Sectie 8.3.2.1).

Vrijwel alle maatregelen die de deelnemers gekozen hebben zijn maatregelen die op 'De Marke' al beproefd zijn, afgezien van de maatregelen 1, 4, 5 en 11. Elke maatregel heeft een bedrijfsafhankelijke invulling en uitwerking; met name grondsoort is daarin bepalend.

#### Aankoop melkquotum en grond

Veel bedrijven hebben de afgelopen jaren al geïnvesteerd in melkquotum en/of grond of willen dat in de komende jaren gaan doen. Dit geeft aan dat we met ondernemende veehouders te maken hebben. Het quotum per ha zal dus de komende jaren ook veranderen. Bij de selectie van de bedrijven waren intensiteit en bedrijfsgrootte enkele van de selectiecriteria, omdat die een beeld geven van de mate van representativiteit van het bedrijf voor de streek. De bedrijven staan in Tabel 8.6 in volgorde van oplopend quotum per ha naar de situatie van 1999. Na de strategie hebben de intensieve bedrijven relatief meer geïnvesteerd in grond en de extensieve bedrijven relatief meer in quotum. De intensieve bedrijven zijn dus iets meer grondgebonden geworden. Omdat dit een algemeen streven van de overheid is, zal deze ontwikkeling mogelijk ook plaatsvinden bij de andere bedrijven in de verschillende regio's, zodat de deelnemende bedrijven nog representatief blijven.

Tabel 8.6. *Overzicht maatregelen per deelnemer (bedrijven staan in volgorde van oplopend quotum per ha).*

Maatregel	Kuiks	Boekel	Miedema	Menkveld & Wijnbergen	Bomers	Sikkenga-Bleker	De Vries	Van Hoven	Van Wijk	Pijnenborg-Van Kempen	De Kleijne	Dekker
Verandering bedrijfsopzet												
1. quotum aankopen		s	e	e		e	se		se	s		
2. meer grondoppervlak				se	s	e	se			s		se
3. gras vervangen door maïs			s									
4. maïs vervangen door gras	s		e			se		s	se			e
5. (extra) beheersland				s	s							
6. korter weiden				se						s		
7. doorzaaien van klaver						se						
8. grasonderzaai maïs								s				
Verandering veestapel												
9. meer melk per koe			se	se			e			s	s	se
10. minder jongvee aanhouden	s		e						e	s		se
11. (meer) vee uitscharen							e					
Verandering bemesting												
12. betere benutting drijfmest								s			s	se
13. verlaging N-jaargift	s	s	se	se		se		s	se	s	s	
14. minder fosfaatkunstmest	s	s	se	se		se		s	se	s	s	se
15. geen mestafvoer meer												e
16. geen mestaanvoer meer			e	se							s	
Verandering voeding												
17. beter voeren op de norm	s	s	se	se		se	se	s	se	s	s	se
18. minder P in krachtvoer	s			se					se	s		

### Verhouding gras/maïs

De optimale gras/maïsverhouding verschilt per bedrijf. Op de intensieve kleibedrijven is het vaak aantrekkelijker om maïs aan te kopen dan het zelf te verbouwen. In het zuiden zijn de opbrengstverhoudingen anders en is het meestal aantrekkelijker om meer maïs in het bouwplan te hebben. Veel deelnemers willen naast voldoende energie zelf graag voldoende voereiwit verbouwen.

### Minder vee

Minder vee verlaagt de aanvoer van mineralen, maar ook de afvoer. Per saldo is een lage jongveebezetting gunstig voor de mineralenbalans. Weinig jongvee is te realiseren als het veevervangingspercentage laag is, en/of als de productie per koe voldoende hoog is. Dit vergt een goede veeverzorging. Meestal is

op de extensieve bedrijven de jongveebezetting wat royaler dan op intensieve, omdat er voldoende ruwvoer aanwezig is.

Bij een hoge productie per koe kan ook het aantal melkkoeien beperkt blijven. De gevolgen voor de voeding en de diergezondheid zullen erg bepalend zijn voor het antwoord op de vraag of een hogere productie per koe uiteindelijk rendabel is.

#### Minder bemesten

Verlaging van de stikstofgift heeft tot gevolg dat de gewasopbrengsten dalen met 7 tot 17% (Aarts *et al.*, 1999b). Ook zullen veel deelnemers de fosfaatgift verlagen of achterwege laten. Het is nog onduidelijk welke gevolgen dit zal hebben voor de gewasopbrengsten. De verwachting is dat deze niet, of nauwelijks zullen dalen (Habekotté *et al.*, 1999; Schils, 2000). Hoewel fosfaat-kunstmest (nog) geen aanvoerpost is van MINAS, wordt het in 'Koeien & Kansen' toch als aanvoerpost meegenomen. Daar staat tegenover dat de verliesnorm voor fosfaat voor bedrijven met een lage fosfaattoestand hoger is. Het bemestingsniveau van de deelnemers is nu vaak lager dan de huidige landbouwkundige adviezen.

#### Voeren op de norm

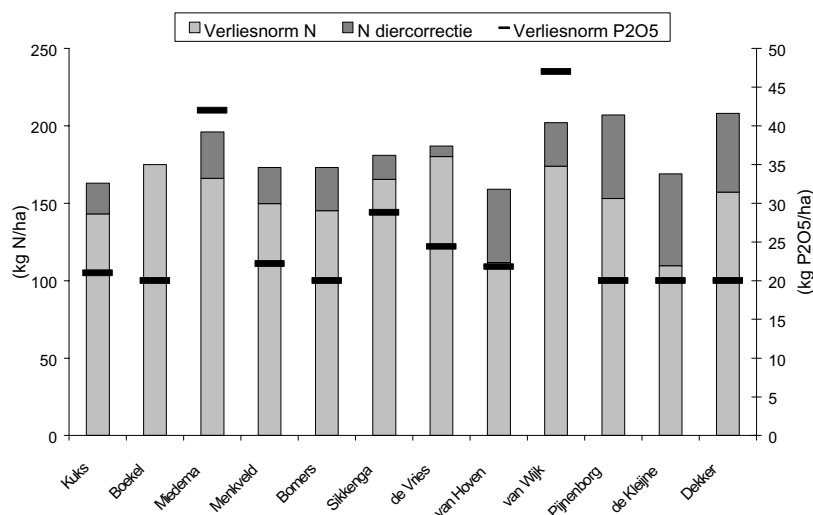
Veel mineralen worden met voer aangevoerd. Voor de deelnemende bedrijven is dit globaal 50% van de stikstof en 75% van het fosfaat. Het is daarom van belang dat er nauwkeurig volgens de norm gevoerd wordt. In tegenstelling tot de bemestingsadviezen sluiten de voederpraktijken grotendeels aan bij de huidige gangbare voeradviezen, waarbij wel extra scherp gelet wordt op het eiwitniveau en het fosfaatgehalte in het krachtvoer.

Naast bovenstaande maatregelen willen enkele bedrijven gaan experimenteren. De Kleijne wil experimenteren met mestscheiding in de stal, zodat hij de mest beter kan benutten. Van Wijk en Sikkenga-Bleker gaan klaver inzaaien. Menkveld-Wijnbergen probeert beheersgras optimaal in te passen in de bedrijfsvoering. Bomers zoekt op zijn biologisch bedrijf naar eiwitrijke gewassen, bijvoorbeeld erwten. Zo heeft iedere pionier zijn eigen ideeën.

Alleen de resultaten van de strategie (S) worden behandeld en niet de extra optie (E). De extra optie is wel met de veehouders besproken om inzicht te geven in eventuele mogelijkheden voor de wat langere termijn.

#### 8.3.2.3 Modelberekening en prognose

In Figuur 8.4 zijn de verliesnormen per bedrijf weergegeven voor de bedrijfsomstandigheden in 1999. De eindnormen kunnen bij de strategie iets gewijzigd zijn door verandering in de gras/maïsverhouding of een andere diercorrectie. In staafjes is de stikstofnorm aangegeven en in streepjes de fosfaatnorm. De bedrijven staan in volgorde van oplopend quotum per ha.



Figuur 8.4. Verliesnormen stikstof en fosfaat voor de 12 deelnemende bedrijven van 'Koeien & Kansen' bij de bedrijfsomstandigheden van 1999.

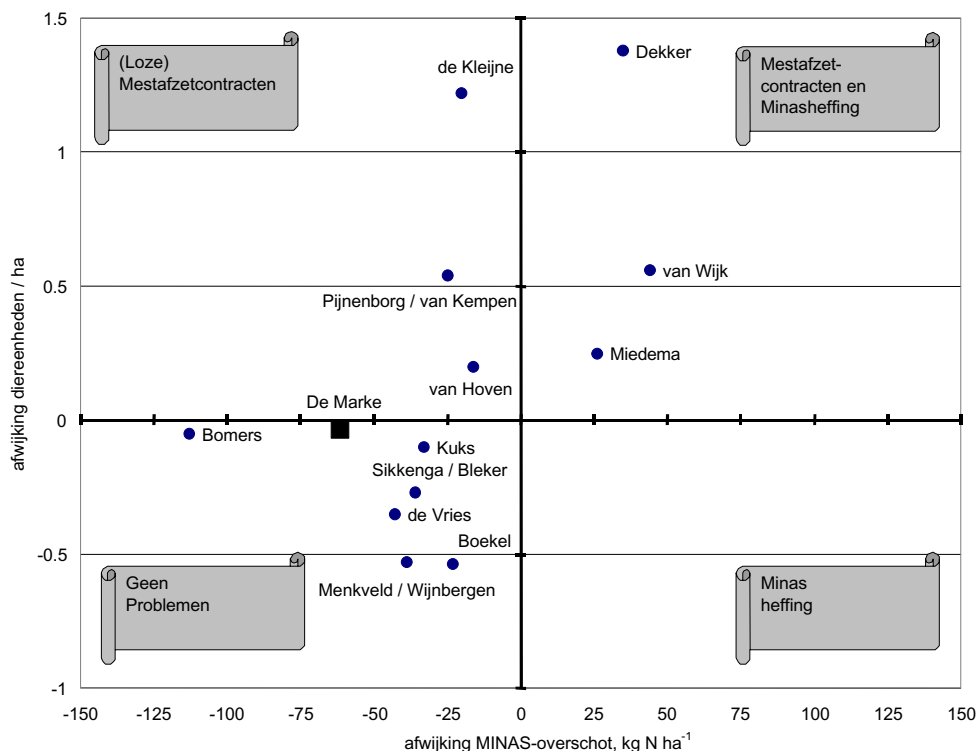
De verliesnormen verschillen nogal tussen de bedrijven door verschillen in:

- verhouding gras/maïs,
- percentage droogtegevoelige zandgrond,
- diercorrectie,
- percentage grond met fosfaattoestand onvoldoende.

Het bedrijf van Van Hoven, dat zich op de lössgrond bevindt, heeft voor het gehele bedrijf te maken met de norm voor droge zandgrond. De grond van de Kleijne is grotendeels uitspoelingsgevoelig en de grond van Menkveld-Wijnbergen voor circa de helft. Ook op het bedrijf van Kuks is circa 20% van de oppervlakte uitspoelingsgevoelig. Bedrijven met veel maïs hebben een lagere verliesnorm voor stikstof, intensieve bedrijven met veel maïs hebben daarentegen een sterke diercorrectie.

Met name Miedema maar ook Van Wijk hebben te maken met fosfaatfixerende kleigronden. Ook op het bedrijf van maatschap Sikkenga-Bleker is op circa 30% van de oppervlakte de fosfaattoestand laag. Deze bedrijven hebben daarom een hogere verliesnorm voor fosfaat.

Voor ieder bedrijf is een prognose opgesteld bij toepassing van de strategie. Berekend is de positie ten opzichte van de MINAS-eindnorm en de norm voor mestafzetcontracten (Figuur 8.5). In de figuur is ook de (werkelijke) positie van 'De Marke' opgenomen. Wat opvalt is dat veel bedrijven meer dieren per ha houden dan vanaf 2003 maximaal toegestaan is, dat wil zeggen dat voor deze bedrijven dan een mestafzetcontract nodig is of extra grond. Ongeveer de helft van de bedrijven lijkt te maken te krijgen met mestafzetcontracten. Het blijkt dat drie bedrijven volgens deze berekeningen nog niet aan de MINAS-norm voor stikstof voldoen nadat ze de strategie hebben toegepast. Dit betreft Miedema, van Wijk en Dekker. Dit zijn de intensieve bedrijven op kleigrond. Miedema en Van Wijk nemen veel milieumaatregelen, echter worden ook intensiever door quotumaankoop, waardoor de mineralenaanvoer weer toeneemt. Miedema kan mogelijk grond bijhuren, zodat hij waarschijnlijk wel aan de normen zal kunnen voldoen. Dekker kan de normen halen door meer mest af te zetten. De bedrijfsstrategieën van De Kleijne en Pijnenburg-Van Kempen laten zien dat de MINAS-eindnormen ook zonder of met weinig mestafvoer gerealiseerd kunnen worden. Deze bedrijven zullen zeer waarschijnlijk te maken krijgen met loze mestafzetcontracten.



Figuur 8.5. Afwijking van de deelnemende bedrijven in 'Koeien & Kansen' ten opzichte van maximaal te houden aantal dieren (zonder mestafzetcontract) en MINAS-eindnormen voor stikstof (na toepassing strategie).

Uit de berekeningen blijkt dat het saldo van de deelnemers stijgt na het nemen van de maatregelen om de MINAS-eindnorm te halen. Tegenover een hoger saldo staan extra kosten voor quotumaankoop op de extensieve bedrijven en quotum- en grondaankoop op de intensieve bedrijven (Galama *et al.*, 2000). LEI zal de komende jaren binnen het project 'Koeien & Kansen' veel aandacht besteden aan analyse van de behaalde economische resultaten, waar vervolgens de modelberekeningen mee vergeleken kunnen worden.

### 8.3.2.4 Stikstofbalans 1999

In de vorige sectie is het stikstofoverschot op de 'Koeien & Kansen' -bedrijven via een modelbenadering berekend. In deze sectie wordt ingegaan op de gerealiseerde stikstofbalans in 1999, het jaar waarin op de bedrijven de strategie is bepaald om de MINAS eindnorm te halen (Tabel 8.7). In de tabel is ook het resultaat van 'De Marke' opgenomen. De bedrijven staan in volgorde van oplopend quotum per ha (intensiteit). De stikstofbalans is opgesteld volgens de regels die MINAS hanteert (exclusief aanvoer in depositie en klaver, inclusief diercorrectie). In de tabel is te zien dat de variatie in stikstofaanvoer, -afvoer en -overschot tussen de bedrijven vrij groot was. De aanvoer van stikstof op de bedrijven varieerde van 120 tot 551 kg N ha<sup>-1</sup> en de afvoer van 58 tot 259 kg. Dit resulteerde in een overschot van 9 tot 293 kg N ha<sup>-1</sup>. Meer dan de helft van de bedrijven haalde in 1999 de MINAS-norm voor 2003 nog niet. Volgens modelberekeningen (Sectie 8.3.2.3) zullen uiteindelijk drie bedrijven (Miedema, Van Wijk en Dekker), na het nemen van maatregelen, de MINAS-eindnorm voor 2003 niet halen (Figuur 8.5). Opmerkelijk is dat uit Tabel 8.7 blijkt dat Miedema in 1999 de MINAS-norm voor 2003 wel haalde. De oorzaak hiervan is dat Miedema in 1999 een beginvoorraad kunstmest bezat en daardoor minder kunstmest heeft aangevoerd in 1999. Na correctie voor de aanvoer van kunstmest op de MINAS-balans (gebruik van kunstmest in plaats van aanvoer) zal ook Miedema de MINAS-

eindnorm voor 2003 niet halen. Naast 'De Marke' haalden vier 'Koeien & Kansen' -bedrijven (Kuks, Bomers, De Kleijne en De Vries) in 1999 de MINAS eindnorm voor 2003.

Tabel 8.7. MINAS-balans voor stikstof voor de deelnemende bedrijven in 'Koeien & Kansen' in 1999.

	Boekel	Kuks	Miedema	Bomers	Menkvelde & Wijnbergen	De Vries	Sikkenga-Bleker	Van Hoven	De Kleijne	Van Wijk	Dekker	Pijnenborg-Van Kempen	'De Marke'
<b>Aanvoer</b>													
- vee	0	7	0	9	0	0	0	0	0	0	4	0	0
- organische mest	0	16	25	4	4	0	0	0	0	0	0	12	0
- kunstmest	172	123	88	0	150	123	165	221	67	170	251	164	82
- krachtvoer	85	87	69	81	121	91	117	123	145	183	170	186	109
- ruwvoer	12	8	56	26	7	16	42	20	42	23	127	55	22
Totaal	270	241	238	120	282	230	324	364	254	377	551	416	213
<b>Afvoer</b>													
- melk	52	61	68	69	72	74	81	85	98	98	115	116	72
- vee	6	11	8	12	8	8	8	10	19	7	17	14	11
- organische mest	0	0	0	0	0	0	0	58	0	0	74	61	0
- ruwvoer	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- diercorrectie	0	31	24	26	25	2	24	47	54	31	53	53	15
Totaal	58	103	100	111	105	84	112	200	171	136	259	244	98
<b>Overschot</b>	211	138	138	9	176	147	211	164	83	240	293	171	115
MINAS-norm 2003	175	141	168	143	149	180	164	108	119	174	154	153	123
Overschot – MINAS-norm	36	-3	-30	-134	27	-33	47	56	-35	66	139	18	-8

## 8.4 Discussie

### Modelberekeningen en werkelijkheid

Bij het opstellen en analyseren van de bedrijfsontwikkelingsplannen (Sub-sectie 3.2.2) is gebruik gemaakt van modelberekeningen met het Bedrijfs Begrotings Programma voor de Rundveehouderij (BBPR). Het doel van deze berekeningen was in eerste instantie na te gaan wat de gevolgen voor de mineralenbalans en het inkomen zouden zijn bij toepassing van de strategie. In bedrijfsverband kan goed nagegaan worden wat de gevolgen zijn van de maatregelen voor de verschillende aan- en afvoerposten. Hierbij wordt rekening gehouden met bedrijfsspecifieke omstandigheden (grondsoort, melkproductie per koe, aantal stuks jongvee, beweidingssysteem en bemestingsniveau). De strategieberekeningen illustreren dus vooral de effectiviteit van de mineralenmaatregelen ten opzichte van de huidige situatie in 1999. De werkelijke aan- en afvoer van bijvoorbeeld voer kan afwijken door beter of minder goed management (Galama *et al.*, 2000).

### Progressie in afname van het werkelijk stikstofoverschot

Het is interessant om na te gaan hoe ver de 'Koeien & Kansen' bedrijven het stikstofoverschot hebben teruggebracht sinds de start van het project. De bedrijven hebben hierbij begeleiding gekregen van het onderzoeksteam en de mengvoederindustrie. In Tabel 8.8 wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde stikstofbalansen op de 'Koeien & Kansen' bedrijven in 1997 (uitgangssituatie) en in 1999.

Tabel 8.8. *Gemiddelde stikstofbalansen (kg N ha<sup>-1</sup>) op 'Koeien & Kansen'-bedrijven in de uitgangssituatie (1997) en in 1999.*

	1997	1999
<b>Aanvoer</b>		
- vee	2	2
- organische mest	10	5
- kunstmest	180	141
- krachtvoer	127	122
- ruwvoer	38	36
Totaal	356	306
<b>Afvoer</b>		
- melk	80	82
- vee	13	11
- organische mest	33	16
- ruwvoer	0	0
- diercorrectie	31	31
Totaal	157	140
<b>Overschot</b>	199	165
MINAS-norm 2003	154	152
Overschot – MINAS-norm	45	13

Het gemiddeld stikstofoverschot op de bedrijven is verminderd van 199 kg N ha<sup>-1</sup> in 1997 tot 165 kg in 1999. De overschrijding van de MINAS-eindnorm was in 1997 gemiddeld nog 45 kg N ha<sup>-1</sup>, in 1999 was die teruggelopen tot gemiddeld 13 kg N ha<sup>-1</sup>. Vooral de aanvoer van kunstmest was lager (van 180 tot 141 kg N ha<sup>-1</sup>). Wat verder opvalt is dat zowel de aanvoer van organische mest als de afvoer van organische mest is afgenomen (aanvoer van 10 naar 5 kg N ha<sup>-1</sup>; afvoer van 33 naar 16 kg N ha<sup>-1</sup>). Dit duidt op een poging de eigen mest beter te benutten.

### Extrapolatie van stikstofoverschot naar nitraatgehalte in grondwater

Naast de registratie van de mineralenoverschotten, wordt ook het nitraatgehalte in de bovenste meter van het grondwater en in het oppervlaktewater (drains) gemeten. Door het nitraatgehalte in het grondwater te bepalen kan de relatie tussen mineralenoverschot en nitraatgehalte vastgesteld worden. Voldoende uitgewerkte resultaten zijn er nog niet. Om toch een indicatie te geven of de deelnemers met de gekozen strategie een nitraatconcentratie beneden 50 mg l<sup>-1</sup> zouden kunnen realiseren zijn de bodemtypes en grondwatertrappen van de deelnemers aan 'Koeien & Kansen' gekoppeld aan de resultaten van de modelstudie van Hack-ten Broeke (2001).



Van de 17 deelnemers aan 'Koeien & Kansen' hebben er tien een bedrijf op zandgrond (Tabel 8.1). Van deze bedrijven liggen er vier (De Kleijne, Menkveld & Wijnbergen, Eggink & Hoefmans) op een bodemtype vergelijkbaar met dat van 'De Marke'. Naar verwachting zullen deze bedrijven de vereiste concentratie beneden 50 mg l<sup>-1</sup> nitraat in het bovenste grondwater niet realiseren ook al halen zij de MINAS-eindnorm. De bedrijven op minder droogtegevoelige grond maken kans dat zij in de buurt komen van de 50 mg l<sup>-1</sup> nitraat en mogelijk zelfs eronder als zij onder de MINAS-eindnorm uitkomen. Dit zijn de bedrijven Pijnenborg, Van Laarhoven, Schepens, Post, Bomers en Kuks. De bedrijven van Bomers en Kuks liggen op leemhoudend zand, een minder uitspoelingsgevoelig bodemtype. Bovendien zit Bomers al ruim onder de MINAS-eindnorm; dit bedrijf zal vrijwel zeker onder de 50 mg l<sup>-1</sup> nitraat in het bovenste grondwater uitkomen. De nitraatmetingen die op de 'Koeien & Kansen'-bedrijven, voor het eerst in het voorjaar van 2000, hebben plaatsgevonden, moeten uitwijzen of de veronderstellingen kloppen.

Ook andere projecten leggen de koppeling tussen mineralenoverschot en nitraatgehalte. Eén daarvan is het project '*Sturen op Nitraat*'. Het beoogde resultaat van dat project is de wetenschappelijke onderbouwing voor een indicator die zowel voor agrarische ondernemers als voor betrokkenen bij het beleid een betrouwbare en praktische basis is voor hun handelen. Boeren en tuinders moeten met behulp van deze indicator, of set van indicatoren, specifieke maatregelen kunnen nemen om de gestelde nitraatdoelen te halen. De overheid moet met behulp van een nitraatindicator het milieurendement en de kosteneffectiviteit van haar aanvullend stikstofbeleid kunnen vergroten.

Ook drinkwaterbedrijven en regionale overheden hebben belang bij een nitraatindicator. Ze kunnen deze gebruiken als basis voor afspraken met boeren over onkostenvergoedingen of resultaatbeloning. Een ander voorbeeld is het project '*Aanpak van nitraat op droge zandgrond - projectplan voor een Gelders intrekggebied*'. De doelstelling van dat project is het behalen van een gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie van een veilige waarde onder de 50 mg per liter in het bovenste grondwater, door het treffen van afdoende preventieve maatregelen (Padt, 1999). De indicator is het stikstofoverschot. Net als in 'Koeien & Kansen' wordt daarnaast het nitraatgehalte in het grondwater gemeten. De overlap tussen genoemde projecten is vrij groot; dit maakt dat een goede afstemming zinvol en noodzakelijk is.



## 9. Bouwstenen voor beleid

*H.J. Westboek (Expertisecentrum LNV)*

Deze bijdrage geeft een analyse van de manier waarop de op 'De Marke' gegenereerde informatie gefungeerd heeft als grondstof voor bouwstenen voor het beleid. Om deze bijdrage te kunnen plaatsen is het nodig eerst te kijken naar het doel van het project 'De Marke':

Het doel van het project 'De Marke' is het ontwikkelen en demonstreren van een bedrijfsopzet voor grondgebonden melkproductie die voldoet aan de te verwachten toekomstige stringente milieunormen ten aanzien van mineralen en systeemvreemde stoffen (Aarts *et al.*, 1996).

Hierbij zijn mijn inziens twee aspecten belangrijk:

1. de keuze om vanuit (zeker ten tijde van het ontwerpen van het bedrijf aan het eind van de jaren '80) scherpe milieunormen te werken en niet vanuit een meer gangbaar systeem met stapsgewijze verbeteringen,
2. de keuze om naar het bedrijfssysteem te kijken en niet naar afzonderlijke componenten als bemesting, veevoeding en graslandbeheer.

Welke bouwstenen heeft het bedrijf 'De Marke' en het daar uitgevoerde onderzoek voor het beleid opgeleverd? De algemene conclusie is dat 'De Marke' een onmisbare voortrekkersrol heeft gespeeld bij de ontwikkeling, maar vooral ook bij de verspreiding van kennis over mineralenmanagement (Tweede Kamer, 1999-2000a). Het is goed om deze algemene conclusie nader te ontleden, omdat daardoor de betekenis van 'De Marke' beter kan worden geplaatst én om zo lessen kunnen trekken voor de toekomst. De concrete bouwstenen die 'De Marke' voor het beleid heeft opgeleverd zijn :

- De mineralenboekhouding (als managementinstrument én als beleidsinstrument) en het denken over een melkveebedrijf als een systeem lijken de meest belangrijke bouwstenen .  
Het project 'De Marke' heeft al in een vroeg stadium laten zien dat (a) de stikstofoverschotten in de melkveehouderij veel te hoog waren en (b) de stikstofkringloop op een melkveebedrijf erg complex is. Er zijn tientallen manieren waarop stikstof verloren kan gaan, en even zovele managementmaatregelen om deze verliezen tegen te gaan. 'De Marke' heeft aangetoond dat het ondoenlijk is om deze maatregelen allemaal in wetgeving om te zetten en ook dat dit niet nodig is, omdat er één goede indicator is voor de stikstofbelasting van de bodem en dat is het stikstofoverschot. Hoewel het mineralenaangiftesysteem (MINAS) er zonder 'De Marke' waarschijnlijk ook zou zijn gekomen, heeft het project bij de ontwikkeling ongetwijfeld een grote bijdrage geleverd. Deze bijdrage geldt niet alleen de acceptatie van het MINAS-systeem bij veehouders, maar evenzeer de acceptatie bij beleidsmakers en politici.  
Vervolgens hebben, onder andere door 'De Marke', veehouders geleerd om met behulp van de mineralenboekhouding na te gaan hoe het mineralenoverschot op hun bedrijf verminderd zou kunnen worden. Zonder de mineralenboekhouding en het daarvan afgeleide mineralenaangiftesysteem MINAS zou het heel moeilijk zijn geworden voor de melkveehouderij zinvolle wet- en regelgeving op te stellen om nitraatuitspoeling te verminderen. Andere mogelijke maatregelen (GVE<sup>8</sup>-grens, heffing op stikstof- en fosfaatinput als kunstmest en krachtvoer, maximale gift dierlijke mest, etc.) zijn aantoonbaar minder effectief en tegelijkertijd veel duurder.
- 'De Marke' heeft aangetoond dat een bedrijfssysteem met sterk gereduceerde mineralenverliezen technisch haalbaar is, bij een beperkte verhoging van de kostprijs van melk. Deze conclusie heeft duidelijk invloed op het beleid gehad.
- 'De Marke' heeft aangetoond dat het niet nodig is naar zeer lage veedichtheden te gaan om lage mineralenverliezen te realiseren. Bij scherp management is ook bij een relatief hoge veedichtheid

<sup>8</sup> GVE staat voor grootvee-eenheid, een 'hypothetisch' dier, waarin alle dieren kunnen worden uitgedrukt, om tot standaardisatie van veedichtheid te komen.

een laag mineralenverlies mogelijk. Deelnemers aan het project 'Koeien & Kansen' zien laten zien dat dit ook bij een hogere veebezetting mogelijk is (Koskamp *et al.*, 2001).

- 'De Marke' heeft laten zien dat er een goede en snel waarneembare relatie bestaat tussen stikstofoverschot en nitraatuitspoeling naar de bovenste meter van het grondwater. Dat 'snel waarneembaar' is van groot belang: enerzijds stimuleert dat om snel het effect te kunnen waarnemen (in tegenstelling tot bijvoorbeeld het verband tussen fosfaatoverschot en fosforbelasting van een sloot), anderzijds is dit natuurlijk wel confronterend. Dat er een duidelijk verband bestaat tussen stikstofoverschot en nitraatgehalte, wil niet zeggen dat dat verband ook al precies bekend is. Bovendien is deze uitspoeling een 'natuurlijk' proces en onderhevig aan allerlei 'storende' invloeden, zoals weer, grondsoort en toeval. Een bepaalde mate van fluctuatie en schommeling zullen we voor lief moeten nemen.
- 'De Marke' heeft een duidelijk positieve uitstraling gehad naar boeren met betrekking tot de haalbaarheid en praktijkrijpheid van het systeem. Natuurlijk zetten ook nu nog veel boeren hier vraagtekens bij, maar deze zouden zonder 'De Marke' veel groter zijn geweest.
- 'De Marke' heeft laten zien dat het mogelijk is binnen de strengste verliesnorm toch circa 240 kg stikstof per ha uit dierlijke mest te gebruiken, en daarmee in de buurt te komen van de 50 mg nitraat per l in het bovenste grondwater. Dat is een belangrijke observatie in het licht van het derogatieverzoek met betrekking tot de EU-nitraatrichtlijn. Jammer is wel, dat 'De Marke' niet overtuigend kan laten zien dat een waarde beneden deze 50 mg ook ieder jaar ruim wordt gehaald. Dat speelt ons parten in Brussel en vormt daarmee een minder stevige bouwsteen.
- De strategie van de 'De Marke' wordt nu verder toegepast op de 'Koeien & Kansen' bedrijven. Deze bedrijven vormen ook een belangrijke bouwsteen voor het beleid.
- 'De Marke' heeft een belangrijke boegbeeldfunctie als concreet te bezoeken object. Dat is zowel voor binnenlandse als voor buitenlandse bezoekers van belang. 'De Marke' heeft een indrukwekkend bezoekersregister, zowel qua omvang als qua 'zwaarte'. Ik meen dat alle Ministers van Landbouw en van Milieu sinds 1992 op 'De Marke' op bezoek zijn geweest. Voor beleidsambtenaren is het vaak van groot belang om 'hun' minister mee te kunnen nemen, om zo de gekozen aanpak te kunnen toelichten en het dossier op de agenda van de minister te zetten.

Een aantal minder voor de hand liggende, maar toch belangrijke bouwstenen zijn :

- 'De Marke' dwingt een groot aantal onderzoeksinstituten (en de daarbinnen functionerende onderzoekers) tot samenwerken én tot het samen trekken van conclusies. Voor het beleid is dit van groot belang. Voor beleidsambtenaren (of hun adviseurs, zoals ik) is het vervelend om zelf conclusies te moeten trekken uit elkaar soms tegensprekende resultaten. Bovendien dwingt het trekken van conclusies, onderzoekers tot het afwegen en nuanceren van onderzoeksresultaten,
- 'De Marke' heeft, naast een innovatie van het gehele systeem, ook een aantal technische en praktische innovaties opgeleverd. Dit zijn geen revoluties, maar wel essentiële zaken om het systeem te kunnen laten functioneren. In de wetenschappelijke literatuur wordt dit soort aspecten nog wel eens onderbelicht. Ik denk hierbij onder andere aan:
  - gras onder maïs als stikstof-vanggewas, inclusief de techniek om het gras in het te velde staande gewas te zaaien,
  - het gesplitst oogsten van maïs in MKS en maïsstro in één werkgang, inclusief de ontwikkeling van een daarvoor geschikte machine, het maïsstro wordt samen met herfstgras ingekuuld,
  - het hebben van kortdurend, tijdelijk grasland in rotatie met maïsteelt; ouder grasland levert bij scheuren vaak risico's voor te hoge stikstofverliezen;
  - het injecteren van dierlijke mest na het ploegen op maïsland;
- Het principe van prototypering zoals op 'De Marke' is toegepast is zeer succesvol gebleken. Hetzelfde principe wordt nu toegepast in het project 'Telen met toekomst' voor de akker- en tuinbouwsectoren.
- 'De Marke' representeert langlopend onderzoek, waardoor meerjarige effecten onderzocht kunnen worden. Dit type onderzoek is (en wordt steeds meer) zeldzaam. De verleiding is groot om het bedrijfssysteem van 'De Marke' tussentijds aan te passen, bijvoorbeeld om de P-doelstelling iets te

verruimen om de nitraatuitspoeling verder te kunnen verlagen. Dit is echter strijdig met de doelstelling onderzoek te doen naar lange-termijneffecten van lage fosfaatoverschotten. Deze bijdrage heeft hopelijk duidelijk gemaakt dat het project 'De Marke' een zeer belangrijke, positieve rol heeft gespeeld bij de ontwikkeling van het mest- en mineralenbeleid en vooral ook bij de acceptatie hiervan in de praktijk.

### Dankbetuiging

Hierbij wil ik de heer Van der Vegte hartelijk danken voor zijn bijdrage aan dit verhaal.



## Literatuur

- Aarts, H.F.M., 1994.  
Italiaans raaisgras als vanggewas na maïs. In: Tussenbalans 1992-1994. 'De Marke' Rapport nr. 10, 'De Marke', Hengelo, pp. 45-51
- Aarts, H.F.M. (ed.), 1995.  
Weide- en voederbouw op 'De Marke': Op zoek naar de balans tussen productie en emissie. 'De Marke' rapport no. 12. 'De Marke', Hengelo, 89 pp.
- Aarts, H.F.M., 1996.  
De mineralisatie bepaald volgens de incubatiemethode. In: M.J.D. Hack-ten Broeke en H.F.M. Aarts (eds.), Integrale monitoring van stikstofstromen in bodem en gewas. Resultaten van proefbedrijf 'De Marke'. 'De Marke' Rapport no. 14, 'De Marke', Hengelo, pp. 37-53.
- Aarts, H.F.M., 2001.  
Met de praktijk als basis; Keuze en uitgangspositie van de bedrijven in 'Koeien & Kansen'. 'Koeien & Kansen' rapport no. 1 (in voorbereiding).
- Aarts, H.F.M., 2000.  
Resource management in a 'De Marke' dairy farming system. Ph.D. Thesis, Wageningen University, 222 pp.
- Aarts, H.F.M. & H. van Keulen, 2000.  
Doelgericht ontwikkelen op basis van functioneren. In: H. van Keulen (ed.), Duurzame melkveehouderij en stikstofmanagement. Themadag 2000: Stikstofbeheer en grondwaterkwaliteit op proefbedrijf 'De Marke'. 'De Marke' Rapport nr. 29, 'De Marke', Hengelo, pp. 119-135.
- Aarts, H.F.M., J.G. Conijn & W. Corre, 2001.  
De stikstofhuishouding van bodem en gewas en de invloed daarvan op het nitraatgehalte van het grondwater van 'De Marke'. (Dit rapport).
- Aarts, H.F.M., B. Habekotté & H. van Keulen, 2000a.  
Efficiency of nitrogen (N) management in dairy farming system 'De Marke'. Nutrient Cycling in Agroecosystems 56: 231-240
- Aarts, H.F.M., B. Habekotté & H. van Keulen, 2000b.  
Groundwater recharge through optimised intensive dairy farms. Journal of Environmental Quality 29: 738-743
- Aarts, H.F.M., B. Habekotté & H. van Keulen, 1999a.  
Limits to intensity of milk production in sandy areas in The Netherlands. Netherlands Journal of Agricultural Science 47: 263-277.
- Aarts, H.F.M., E.E. Biewinga & A.B. Meijer, 1996.  
Evaluatierapport 1e fase project 'De Marke'. Rapport no 13, Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden, Lelystad.
- Aarts, H.F.M., E.E. Biewinga & H. van Keulen, 1992.  
Dairy farming systems based on efficient nutrient management. Netherlands Journal of Agricultural Science 40: 285-299.
- Aarts, H.F.M., B. Habekotté, G.J. Hilhorst, G.J. Koskamp, F.C. van der Schans & C.K. de Vries, 2000c.  
Het efficiënt gebruik van grondstoffen voor milieuproblemen van melkveebedrijven op zandgrond; resultaten van proefbedrijf 'De Marke'. Milieu 15: 130-143.
- Aarts, H.F.M., B. Habbekotté, G.J. Hilhorst, G.J. Koskamp, F.C. van der Schans & C.K. de Vries, 1999b.  
Efficient resource management in dairy farming on sandy soil. Netherlands Journal of Agricultural Science 47: 153-167.
- Agterberg, G.C., L. Beijer, J.C. Nijsten, E.D. Teenstra & H.J. Westhoek, 1993.  
Het verfijnde stikstofbestedingsadvies voor grasland. Informatie en Kennis Centrum Veehouderij, Lelystad, Rapport 148.

- Alem, G.A.A. van & A.T.J. van Scheppingen, 1993.  
The development of a farm budgeting program for dairy farms. In: E. Annevelink, R.K. Oving & H.W. Vos (eds.), Proceedings XXV CIOSTA-CIGR V Congres – Farm Planning, Labour and Labour Conditions, Computers in Agricultural Management. Wageningen, The Netherlands, pp. 326-331.
- Anonymus, 1998.  
Adviesbasis bemesting van grasland en voedergrassen. Themaboek Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR), Lelystad.
- Anonymus, 1997.  
Handboek Melkveehouderij. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR), Lelystad.
- Anonymus, 1995.  
Verkenning van sociaal economische gevolgen van diverse rekenvarianten voor fosfaat en stikstofverliesnormen. Project verliesnormen, Deelrapport 4. Sectie Agrarisch Management, LEI-DLO, Den Haag.
- Anonymus, 1994.  
Tussenbalans 1992-1994. 'De Marke' Rapport nr. 10, 'De Marke' , Hengelo.
- Anonymus, 1991.  
Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen nr. L 375/i, dd. 31-12-1991.
- Assen, J. van, P.B.M. Berentsen & G.W.J. Giessen, 1998.  
Een modelstudie naar de kosten van milieumaatregelen op 'De Marke' . Afstudeerscriptie. Leerstoel Agrarische Bedrijfseconomie, Landbouwniversiteit Wageningen.
- Beldman, A.C.G., 1997.  
Management op duurzame melkveebedrijven. MDM-publicatie nr. 6, ISSN 0929 – 58017.
- Beldman, A.C.G. & B.W. Zaalmlink, 2000.  
Strategievorming deelnemers 'Koeien & Kansen'. 'Koeien & Kansen' rapport no. 2, 29 pp.
- Biewinga, E.E., H.F.M. Aarts & R.A. Donker, 1992.  
Melkveehouderij bij stringente milieunormen. Bedrijfs- en onderzoeksplan van het proefbedrijf voor Melkveehouderij en Milieu, 'De Marke' Rapport nr 1, 'De Marke', Hengelo, 283 pp.
- Biewinga, E.E., H.F.M. Aarts, G.J. Hilhorst, F.C. van der Schans & C.K. de Vries, 1996.  
Duurzame melkveehouderij. Doelstellingen, bedrijf en onderzoek in de tweede fase van 'De Marke' . 'De Marke' Rapport 19, 'De Marke' , Hengelo.
- Boer, D.J. den, 1999.  
Drijfmest vroeg uitrijden geeft hogere grasopbrengst. Nieuw stikstofadvies maakt temperatuursom nog belangrijker. Oogst nr. 37, 5 februari 1999.
- Boer, D.J. den, J.C. van Middelkoop, G. André, A.P. Wouters & H. Everts, 1995a.  
Effecten fosfaattoestand en fosfaatbemesting op graslandopbrengst en P-gehalte. Meststoffen 1995, pp. 32-37
- Boer, D.J. den, J.C. van Middelkoop, G. André, A.P. Wouters & H. Everts, 1995b.  
Fosfaatwerking van dunne rundermest op grasland bij jaarlijkse injectie en bij zodebemesting. Meststoffen 1995, pp. 24-31
- Boumans, L.J.M. & G.van Drecht, 1998.  
Nitraat in het bovenste grondwater in de zandgebieden van Nederland: een geografisch beeld op basis van monitoringgegevens en een vergelijking met de resultaten van procesmodellen. RIVM-rapport 714801015, Bilthoven.
- Boumans, L.J.M. & B. Fraters, 1995.  
Kwaliteit van het bovenste grondwater van het proefbedrijf 'De Marke' . In: H.F.M. Aarts (ed.), Weide- en voederbouw op 'De Marke' : op zoek naar de balans tussen produktie en emissie. 'De Marke' Rapport nr. 12, 'De Marke' , Hengelo, pp. 45-62.
- Boumans, L.J.M., B. Fraters & G. van Drecht, 2001.  
Nitraat in het bovenste grondwater van 'De Marke' en van andere bedrijven. (Dit rapport)
- Boumans, L.J.M., C.R. Meinardi & G.J.W. Krajenbrink, 1989.  
Nitraatgehalten en kwaliteit van het grondwater onder grasland in de zandgebieden, RIVM-rapport nr. 728472013, Bilthoven.



- Boumans, L.J.M., G. van Drecht, B. Fraters, T. de Haan & W. de Hoop, 1997.  
Effect van neerslag op nitraat in het bovenste grondwater onder landbouwbedrijven in de zandgebieden; gevolgen voor de inrichting van het monitoringnetwerk effecten mestbeleid op landbouwbedrijven. RIVM-rapport 714831002, Bilthoven.
- Boxem, Tj., 1982.  
Beweidingsduur van percelen: kort beter dan lang. *Bedrijfsontwikkeling* 13: 245-248.
- Bussink, D.W., 1999.  
Vernieuwd T'som advies goed voor grasopbrengst en N-benutting. *Praktijkonderzoek* 13-1: 29-31.
- Centraal Veevoederbureau, 1995.  
Voedernormen Landbouwhuisdieren en Voederwaarde Veevoerders. Lelystad.
- Conijn, J.G., 2000.  
Nitraat in het grondwater in relatie tot weer en beheer. In: H. van Keulen (ed.), *Duurzame melkveehouderij en stikstofmanagement*. Plant Research International-rapport 21, pp. 35-59.
- Corré, W.J., 2000.  
De stikstofhuishouding van de bodem In: H. van Keulen (ed.) *Duurzame melkveehouderij en stikstofmanagement*. 'De Marke' Rapport nr. 29, 'De Marke', Hengelo, pp. 21-34.
- Corré, W.J., 1996.  
Stikstofverlies door denitrificatie in blijvend grasland op 'De Marke'. In: M.J.D. Hack-ten Broeke en H.F.M. Aarts (eds.), *Integrale monitoring van stikstofstromen in bodem en gewas; resultaten van proefbedrijf 'De Marke'*. 'De Marke' Rapport 14, 'De Marke', Hengelo, pp. 65-75.
- Crijns, A.H., 1954.  
De bedrijfsvoering op droge gronden. *Landbouwkundig Tijdschrift* 66: 598-604.
- Dekker, J.N.M. & T.E.M. van Leeuwen, 1998.  
Voorstellen tot het formuleren van normen in de mestwetgeving: de strategie voor het ontwikkelen van verliesnormen. *Milieu* 3: 134-143.
- Dekkers, J.M.J., 1992.  
De bodemgesteldheid van het proefbedrijf Melkveehouderij en milieu te Hengelo (Gld.). Rapport nr 66, DLO-Staring Centrum, Wageningen.
- Dijk, W. van, D.A. van der Schans & B.A. ten Hag (eds.), 1995a.  
Themamiddag maïs, naar een evenwicht tussen milieu en economie. Themaboekje nr 19, PAGV, Lelystad.
- Dijk, W. van, J.J. Schröder, J.M.A. Nijssen & H. Everts, 1995b.  
Belang van vruchtwisseling bij maïs. In: W. van Dijk, D.A. van der Schans & B.A. ten Hag (eds.) *Themamiddag maïs*. PAGV, Lelystad, pp. 61-75.
- Drecht, G. van, 1983.  
Simulatie van het verticale niet-stationaire transport van water en een daarin opgeloste stof in de grond. RID-mededeling 83-11, RID, Leidschendam.
- Ernst, P. & C. Berendonk, 1990.  
Nitratverlagerung unter Grünland in Abhängigkeit von Düngung, Nutzungsart und Umbruch. *Gebundelde Verslagen van de Nederlandse Vereniging voor Weide- en Voederbouw* 31: 102-113.
- Feddes, R.A., P. Kabat, P.J.T. van Bakel, J.J.B. Bronswijk & J. Halbertsma, 1988.  
Modelling soil water dynamics in the unsaturated zone – state of the art. *Journal of Hydrology* 100: 69-111.
- Fraters, B., 1998.  
De kwaliteit van het bovenste grondwater onder landbouwbedrijven in het zandgebied in 1998. RIVM briefrapport 714852001, Bilthoven.
- Fraters, B., H.A. Vissenberg, L.J.M. Boumans, T. de Haan & D.W. de Hoop, 1997.  
Resultaten meetprogramma kwaliteit bovenste grondwater landbouwbedrijven in het zandgebied (MKBGL-zand) 1992-1995. RIVM-rapport 714801014, Bilthoven.
- Galama, P.J., 2000.  
Evaluatie economie 'De Marke'; Samenvatting van: Kosten Milieumaatregelen anno 1999 en Vergelijking met de praktijk 1992/93 – 1997/98. 'De Marke' Rapport no. 27, 'De Marke', Hengelo, 12 pp.

- Galama, P.J., G.A. Evers & M.H.A. de Haan, 2000.  
Versneld naar MINASeindnormen; Milieu- en inkomenseffecten van mineralenmaatregelen op 'Koeien & Kansen' bedrijven. 'Koeien & Kansen' rapport no. 5, 40 pp.
- Haan, M.H.A. de, 2001.  
Economie milieumaatregelen 'De Marke' anno 1999; een modelmatige vergelijkende studie. (dit rapport)
- Haan, M.H.A. de, 2000.  
Economie van milieumaatregelen 'De Marke' anno 1999. PR-rapport 184, 'De Marke' Rapport no. 25, 'De Marke', Hengelo, pp. 61-118.
- Habekotté, B, H.F.M. Aarts, W.J. Corré, G.J. Hilhorst, H. van Keulen, J.J. Schröder, O.F. Schoumans & F.C. van der Schans, 1999.  
Duurzame melkveehouderij en fosfaatmanagement, 'De Marke' Rapport nr 22, 'De Marke', Hengelo, 143 pp.
- Hack-ten Broeke, M.J.D., 2001.  
Extrapolatie van de resultaten van 'De Marke' naar andere zandgronden. (Dit rapport).
- Hack-ten Broeke, M.J.D., 2000.  
Nitrate leaching from dairy farming on sandy soils; case studies for experimental farm 'De Marke'. Ph. D. Thesis, Wageningen Universiteit, 145 pp.
- Hack-ten Broeke, M.J.D. & H.F.M. Aarts (eds.), 1996.  
Integrale monitoring van stikstofstromen in bodem en gewas; resultaten van proefbedrijf 'De Marke'. 'De Marke' Rapport 14, 'De Marke', Hengelo.
- Hack-ten Broeke, M.J.D. & W.J.M. de Groot, 1996.  
Stikstofuitspoeling op 'De Marke', 1991-1995. In: M.J.D. Hack-ten Broeke & H.F.M. Aarts (eds.). Integrale monitoring van stikstofstromen in bodem en gewas; resultaten van proefbedrijf 'De Marke'. 'De Marke' Rapport nr. 14, 'De Marke', Hengelo, pp. 77-85.
- Hack-ten Broeke, M.J.D. & W.J.M. de Groot, 1995.  
De uitspoeling van nitraat naar het grondwater. In: H.F.M. Aarts (ed.), Weide- en voederbouw op 'De Marke': Op zoek naar de balans tussen produktie en emissie. 'De Marke' Rapport nr 12, 'De Marke', Hengelo, pp. 33-45.
- Hack-ten Broeke, M.J.D., W.J.M. de Groot & W.J.M. van der Voort, 1996.  
Vocht-huishouding en weersgesteldheid. In: M.J.D. Hack-ten Broeke en H.F.M. Aarts (eds.), Integrale monitoring van stikstofstromen in bodem en gewas; resultaten van proefbedrijf 'De Marke'. 'De Marke' Rapport nr. 14, 'De Marke', Hengelo, pp. 13-21.
- Henkens, P., 2001.  
Het mineralenbeleid in Nederland en het nitraatbeleid binnen de EU. (Dit rapport)
- Hilhorst, G.J. & J. Oenema, 2001.  
Stikstofbeheer op 'De Marke'; bedrijfssysteem, doelen en resultaten. (Dit rapport).
- Holshof, G., 1997a.  
Graslandgebruik. In: Rapportage Management Duurzame Melkveehouderijbedrijven nr. 6, pp. 14-18.
- Holshof, G., 1997b.  
Kakelvers gras (te) veel eiwit voor de koe. In: Rapportage Management Duurzame Melkveehouderijbedrijven nr. 6, pp. 47-50.
- Holshof, G. & W.J. Willems, 2000.  
Invloed graslandgebruik en N-bemesting op ophoping minerale stikstof. Rapport Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (in prep.).
- Hoogerkamp, M., 1983.  
Changes in productivity of grassland with ageing. Ph. D. Thesis, Landbouw Universiteit Wageningen.
- IKC, 1997.  
Kwantitatieve informatie 1997-1998. IKC-RSP, Lelystad.
- IKC, 1993.  
Handboek voor de rundveehouderij. IKC-publicatie nr 35. IKC-RSP, Lelystad.

- Keulen, H. van (ed.), 2000.  
Duurzame melkveehouderij en stikstofmanagement. Themadag 2000: Stikstofbeheer en grondwaterkwaliteit op proefbedrijf 'De Marke'. 'De Marke' Rapport nr. 29, 'De Marke', Hengelo, 135 pp.
- Keuning, J.A., P.J.M. Snijders & H. van Dijk, 1988.  
Vorstschade in grasland. Rapport 113, Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden, Lelystad.
- Koskamp, G.J., 2001.  
Systematiek bedrijfsontwikkelingsplannen 'Koeien & Kansen'. 'Koeien & Kansen' Rapport no. 8 (in voorbereiding).
- Koskamp, G.J. (Ed.), 2000.  
Beschrijving van de huidige situatie en confrontatie met de bedrijfsdoelen. 'Koeien & Kansen', intern rapport
- Koskamp G.J., Kuik M. & N. Middelkoop, 2001a.  
Typical Dutch Deel B; zicht op verscheidenheid binnen de Nederlandse melkveehouderij. 'Koeien & Kansen' rapport no. 4a (in voorbereiding).
- Koskamp, G.J., J.Oenema & P.J. Galama, 2001b.  
Extrapolatie van de resultaten van 'De Marke' via prototypering in 'Koeien & Kansen'. (Dit rapport).
- Lantinga, E.A., 1986.  
Simulation of herbage production and herbage intake during a rotational grazing period: An evaluation of Linehan's formula. Netherlands Journal of Agricultural Science 33: 385-403.
- Lippold H., I. Förster, O. Hagemann & W. Matzel, 1981.  
Messung der Dinitrifizierung auf Grünland mit Hilfe der Gaschromatographie und der 15N-Technik. Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde 25: 79-86.
- Loo, H. van het, 1997.  
Steekproef voor de bodemeigenschappen en grondwatertrappen van de bodemkaart van Nederland schaal 1:50.000. Kaarteenheden met GT II. Rapport 483.2, DLO-Staring Centrum, Wageningen.
- Mandersloot F., 1993.  
Stikstofverliezen en inkomen bij meer jongvee op melkveebedrijven. Rapport nr. 144, PR-Lelystad.
- Mandersloot, F., 1992.  
Bijvoeding in de weideperiode: veevoedkundige, milieu- en bedrijfseconomische aspecten. III: Lager inkomen en kleiner stikstofoverschot door bijvoeren en 's nachts opstallen. Mededelingen IVVO-DLO no. 18
- Mandersloot, F. & I.W. Hageman, 1995.  
Wat kost milieuvriendelijke maïsteelt melkveehouder? In: W. van Dijk, D.A. van der Schans & B.A. ten Hag (eds.), Themamiddag maïs, PAGV Lelystad, pp. 83 – 93.
- Mandersloot, F., J. van Assen, P.B.M. Berentsen, C.H.G. Daatselaar, G.W.J. Giessen, M.H.A. de Haan & D.W. de Hoop, 1998.  
Milieudoelen 'De Marke' in economisch perspectief. 'De Marke' Rapport no. 21. 'De Marke', Hengelo. 19 pp.
- Meinardi, C.R., C. van den Akker, C.J. Dekker, G.J. Heij & J.W. Kieft, 1978.  
Geohydraulische gegevens voor Zuidelijk Flevoland en de Gelderse Vallei. Rapport no. 78-4, RID.
- Meijs, J.A.C., 1980.  
Herbage intake by grazing dairy cows. Ph.D Thesis, Wageningen Agricultural University, Agricultural Research Reports 909, Pudoc, Wageningen, the Netherlands.
- Neeteson, J.J. & J.J. Schröder, 1999.  
Mestwetgeving in Nederland met speciale aandacht voor maïs. In: O. Oenema, J.J. Schröder & P.C. Struik (eds.), Stikstofbenutting van maïs; theorie en praktijk. AB-DLO Thema's 7, AB-DLO, Wageningen, Netherlands, pp. 61-69.

- Nevens, F. & D. Reheul, F., 2001.  
Ley – arable rotation versus permanent arable forage crops and permanent grassland. *European Journal of Agronomy* (submitted).
- Nijssen, J.M.A., W. van Dijk, T. Baan Hofman & A.P. Wouters, 1996.  
Economie van maïs-gras vruchtwisseling. PR-publicatie 113, PR Lelystad.
- Oenema, O. & T. van Dijk (eds.), 1994.  
Fosfaatverliezen en fosfaatoverschotten in de Nederlandse landbouw. Rapport van de technische projectgroep 'P-deskstudie'. Projectgroep verliesnormen, Deelrapport 1. LNV, VROM, V&W, Landbouwschap en Centrale Landbouworganisaties, Den Haag.
- Oenema, J., H.F.M. Aarts & B. Habekotté, 2000.  
Het mineralenspoor in 'Koeien & Kansen', uitgangssituatie mineralenstromen. Wageningen, Plant Research International, Rapport 9, 26 pp.
- Oenema, O., P.C.M. Boers, M.M. van Eerdt, B. Fraters, H.G. van der Meer, C.W.J. Roest, J.J. Schröder & W.J. Willems, 1998.  
Leaching of nitrate from groundwater: the effect of policies and measures in the Netherlands. In: K.W. van der Hoek (ed.), Proc. 1<sup>st</sup> International Nitrogen Conference, Noordwijkerhout, the Netherlands, pp. 471-478.
- Padt, F.J.G., 1999.  
Aanpak van nitraat op droge zandgrond I. Projectplan voor een Gelders intrekgebied, Centrum voor Landbouw en Milieu, Utrecht.
- Prins, W.H., P.F.J. van Burg & H. Wieling, 1980.  
The seasonal response of grassland to nitrogen at different intensities of nitrogen fertilization, with special reference to the methods of response measurements. In: W.H. Prins & G.H. Arnold (eds.), The role of nitrogen in intensive grassland production. Proceedings of an international Meeting of the European Grassland Federation (Wageningen), PUDOC, Wageningen. Pp, 35-49.
- Ramsey, M.H., 1993.  
Sampling and analytical quality control (SAX) for improved error estimation in the measurement of Pb in the environment using robust analysis of variance. *Applied Geochemistry*, Suppl. Issue No. 2: 149-153.
- Reijneveld, A., B. Habekotté, H.F.M. Aarts & J. Oenema, 2000.  
Typical Dutch; zicht op verscheidenheid binnen de Nederlandse melkveehouderij. Wageningen, Plant Research International, Rapport 8, 87 pp.
- Rijtema, P.E. & J.G. Kroes, 1991.  
Some results of nitrogen simulations with the model ANIMO. *Fertilizer Research* 27: 189-198.
- Rougoor, C.W., Th.V. Vellinga, R.B.M. Huirne & A. Kuipers, 1999.  
Influence of grassland and feeding management on technical and economic results of dairy farms. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 47: 135-151.
- Schans, F. van der, G.J. Hilhorst, N. Middelkoop, E. Biewinga, T. van de Putten & J. Ketelaars, 1999.  
Ammoniakemissie op 'De Marke': overzicht en perspectieven. 'De Marke' Rapport nr 24, 'De Marke', Hengelo.
- Schils R., 2000.  
Grasland op polderklei: geen fosfaatoverschot nodig. *Praktijkonderzoek* 13: 8-9.
- Scholefield, D., K. Tyson, E.A. Garwood, A.C. Armstrong, J. Hawkins & A.C. Stone, 1993.  
Nitrate leaching from grazed grassland lysimeters: effects of fertilizer input, drainage, sward age and patterns of weather. *Journal of Soil Science* 44: 601-613.
- Scholte, K., 1987.  
Relationship between cropping frequency, root rot and yield of silage maize on sandy soils. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 35: 473-486.
- Schoumans, O.F., 1999.  
Effects of low P surpluses on the P status of the soil. In: B. Habekotté, H.F.M. Aarts, W.J. Corré, G.J. Hilhorst, H. van Keulen, J.J. Schröder, O.F. Schoumans, & F.C. van der Schans (eds.), Sustainable dairy farming and P management. AB-DLO rapport nr 92, Wageningen, pp 47-63. (In Dutch).

- Schoumans, O.F., 1997.  
Relation between phosphorus accumulation, soil P levels, and phosphorus leaching. DLO Winand Staring Centre for Integrated Land, Soil and Water Research, Report 146, Wageningen.
- Schreuder, R., F. Mandersloot & A.T.J. van Scheppingen, 1996.  
Verkenning gevolgen verliesnormen voor fosfaatbemesting, mestafzet en inkomen op melkveebedrijven. Intern PR-rapport 295. PR, Lelystad.
- Schröder, J.J. & W. van Dijk, 1995.  
Maïs telen met minder verliezen van mineralen. In: W. van Dijk, D.A. van der Schans & B.A. ten Hag (eds.), Themamiddag maïs. PAGV Lelystad, pp.12-37.
- Schut, A.G.T. & M.J.D. Hack-ten Broeke, 1997.  
Nitraatuitspoeling op veel voorkomende Nederlandse zandgronden met het grondgebruik van proefbedrijf 'De Marke'. Een verkenning naar de haalbaarheid van nitraatuitspoelingsnormen voor vijf kaartenheden van de 1: 50 000 Bodemkaart van Nederland. DLO-Staring Centrum, Wageningen. Rapport 581.
- Tamminga, S., 2000.  
De forfaitaire excretie van stikstof door landbouwhuisdieren. Rapport van de commissie Tamminga.
- Tweede Kamer, 1999-2000a.  
Kamerstuk 24 445 nr. 50.
- Tweede Kamer, 1999-2000b.  
Wijziging van de Meststoffenwet in verband met een aanscherping van de normen van het stelsel van regulerende mineralenheffingen en de invoering van een stelsel van mestafzetovereenkomsten. Kamerstuk 27 276, nrs. 1-3.
- Tweede Kamer, 1999-2000c.  
Kamerstuk 26 729, nr. 13. Brief van de ministers van LNV en VROM betreffende Integrale Aanpak Mestproblematiek.
- Tweede Kamer, 1999.  
Afschrift brief van 20/8/99, kenmerk DWL/99204785.
- Tweede Kamer, 1998-1999.  
Kamerstuk 24 445, nr. 43.
- Tweede Kamer, 1998-1999.  
Integrale aanpak mestproblematiek. Kamerstuk 26 729, nr. 1.
- Tweede Kamer, 1997.  
Afschrift brief van 18/12/97, kenmerk J.97.14 188.
- Tweede Kamer, 1995-1996.  
Kamerstuk 24 445, nr. 1.
- Tweede Kamer, 1991-1992.  
Kamerstuk 19 882, nr. 29.
- Tweede Kamer, 1988-1989.  
Kamerstuk 21 137, nrs. 1-2.
- Vellinga, Th.V., 1990.  
De nawerking van eerder gegeven stikstof. Rapport Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR), Lelystad, nr. 109.
- Vellinga, Th.V., 2000.  
Advies voor het scheuren van grasland bij graslandverbetering en rotaties van grasland met akkerbouw- en voedergewassen. Nota voor de Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen, 36 pp.
- Vellinga, Th.V., A.H.J. van der Putten & M. Mooij, 2001.  
Nitrate leaching from grazed grassland, a model approach. Netherlands Journal of Agricultural Science (in press).
- Vellinga, Th.V., P.J. Kuikman & A. van den Pol-van Dasselaar, 2000a.  
Beperking van lachgasemissie bij het scheuren van grasland. Rapport project Reductie Overige Broeikasgassen, NOVEM.

- Vellinga Th.V., H. Wieling & G. André, 2000b.  
Nitrogen uptake, nitrogen recovery and nitrogen use efficiency during grass growth per cut. (In prep.).
- Vellinga, Th.V., I.G.A.M. Noij, E.D. Teenstra & L. Beijer, 1993.  
Verfijning stikstofbestedingsadvies voor grasland. PR, Lelystad, PR-rapport nr. 148.
- Vries, F. de, 1994.  
Een fysisch-chemische karakterisering van de bodemeenheden van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1: 50 000, met onderscheid naar grondgebruik. DLO-Staring Centrum, Wageningen. Rapport 286.
- Vries, F. de & J. Denneboom, 1992.  
De bodemkaart van Nederland digitaal, SC-DLO, Technisch document I.
- Werkgroep nitraatuitspoeling waterwingebieden, 1985.  
Nitraatproblematiek bij grondwaterwinning in Nederland, ICW-rapport 12.
- Whitmore, A.P., N.J. Bradbury & P.A. Johnson, 1992.  
Potential contribution of ploughed grassland to nitrate leaching. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 39: 221-233.
- Wieling, H. & M.A.E. de Wit, 1987.  
Het groeiverloop van gras gedurende het seizoen. Rapport Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR), nr. 105.
- Willems, W.J., Th.V. Vellinga, O.Oenema, J.J. Schröder, H.G. van der Meer, B. Fraters & H.F.M. Aarts, 2000.  
Onderbouwing van het Nederlandse derogatieverzoek in het kader van de Europese Nitraatrichtlijn. RIVM-rapport 718201002, Bilthoven.
- Wolleswinkel, A.P., 1999.  
Bedrijfseconomische en milieutechnische gevolgen van afzonderlijke milieumaatregelen op 'De Marke', een modelstudie voor proefbedrijf 'De Marke'. Afstudeerscriptie ABE-LUW.
- Wösten, J.H.M., P.A. Finke & M.J.W. Jansen, 1995.  
Comparison of class and continuous pedotransfer functions to generate soil hydraulic characteristics. *Geoderma* 66: 227-237.
- Wösten, J.H.M., M.H. Bannink & J. Beuving, 1987.  
Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland: De Staringreeks, ICW-rapport no. 18.