

De Marke

Proefbedrijf voor
Melkveehouderij en Milieu



PR

CLM

Centrum voor Landbouw en Milieu



AB-DLO

Evaluatierapport 1^e fase project De Marke

**De ontwikkeling van een bedrijfssysteem voor
rendabele melkveehouderij op zandgrond
binnen stringte milieunormen**

15N 592270

H.F.M. Aarts (AB-DLO)
E.E. Biewinga (CLM)
A.B. Meijer (PR)

Rapport no. 13
Februari 1996

Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR)

Referaat

Evaluatierapport 1^e fase De Marke; De ontwikkeling van een bedrijfssysteem voor rendabele melkveehouderij op zandgrond binnen stringente milieunormen.

Rapport nr. 15 De Marke, 28blz.

Het doel van het project De Marke is het ontwikkelen en demonstreren van een bedrijfsopzet voor grondgebonden melkveehouderij die kan voldoen aan stringente milieunormen. Het rapport behandelt met name de periode 1992 tot en met 1994. In het rapport wordt ingegaan op doelen, onderzoeksmethode, opzet van het experimentele bedrijfssysteem, resultaten, samenwerking, overdracht van kennis en de belangrijkste resterende onderzoeksvragen.

Trefwoorden: melkveehouderij, milieu, mineralen, nutriënten, stikstof, fosfor

ISSN 0928-2637

Adressen betrokken instellingen:

- De Marke: zie binnenzijde omslag
- AB-DLO
Bornsesteeg 65
Postbus 14, 6700 AA Wageningen
tel. 0317-475700, fax 0317-423110
- CLM
Amsterdamsestraatweg 877
Postbus 10015, 3505 AA Utrecht
tel. 030-2441301, fax 030-2441318
- PR
Runderweg 6, 8219 PK Lelystad
tel. 0320-293211, fax 0320-241584

Samenvatting

De basis voor het project 'De Marke' is gelegd in de loop van de jaren tachtig. Allengs werd erkend dat de melkveehouderij ernstige milieuproblemen veroorzaakt. Voor diverse deelproblemen werden oplossingen aangedragen, maar in het onderzoek vond nog weinig synthese plaats op bedrijfsniveau. In het rapport 'Melkveehouderij en Milieu' (Aarts e.a., 1988) werd door CLM, PR en AB-DLO een strategie voorgesteld om het kernprobleem van de melkveehouderij - de gebrekkige mineralenbenutting - op bedrijfsniveau aan te pakken. Het rapport stelde ondermeer voor om een proefbedrijf op te richten waar deze aanpak consequent zou kunnen worden doorgevoerd. Dat voorstel vond weerklank bij overheid en bedrijfsleven en resulteerde in project De Marke, met een looptijd van 10 jaar.

'De centrale doelstelling van het project is het ontwikkelen en demonstreren van een bedrijfsopzet voor grondgebonden melkveehouderij die voldoet aan stringente milieunormen ten aanzien van mineralen en systeemvreemde stoffen (zoals bestrijdingsmiddelen), met een zo rendabel mogelijke bedrijfsvoering, met behoud van bodemvruchtbaarheid en rekening houdend met andere maatschappelijke doelen. Waar de centrale doelstelling is gericht op mineralen en systeemvreemde stoffen zijn neven doelstellingen gericht op de vermindering van de emissie van broeikasgassen, de vermindering van het gebruik van energie en grondstoffen (inclusief grondwater) en de verhoging van natuurwaarden'.

In het onderzoek is de methode 'prototyping' toegepast. Allereerst zijn bedrijfssystemen berekend die in theorie voldoen aan de gestelde doelen. Uit die verzameling systemen is één van de meest aantrekkelijke op proefbedrijf De Marke geïmplementeerd en sindsdien verder ontwikkeld. Het functioneren van het systeem wordt zo volledig mogelijk in beeld gebracht door de stof- en nutriëntenstromen waar mogelijk te meten.

Gedurende het eerste boekjaar (1992/1993) werd het functioneren van het bedrijf nog sterk beïnvloed door startproblemen. Het boekjaar 1993/1994 kan als eerste 'normale' boekjaar worden beschouwd. Op verzoek van het bestuur vindt in mei 1995 een evaluatie van het project plaats. Voor dat doel is dit rapport geschreven.

In het evaluatierapport komen de volgende onderwerpen aan bod:

- Doelen: welke eisen worden gesteld aan het bedrijfssysteem?
- Hoe ziet het bedrijfssysteem eruit en in hoeverre beantwoorden de resultaten ervan aan de gestelde doelen en verwachtingen?
- In hoeverre blijkt de toegepaste onderzoeksmethode geschikt om het bedrijfssysteem in beeld te brengen, te verklaren, te optimaliseren en te extrapoleren?
- Zijn informatie en inzichten voldoende uitgedragen naar praktijk, onderzoek en beleid?
- Hoe verloopt de samenwerking tussen deelnemende onderzoeksinstituten?
- Welke perspectieven zijn er voor de tweede fase: welke vragen resteren uit de eerste fase en welke moeten in de tweede fase aan bod komen?

Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	
1. Algemene informatie over het project	2
2. Doelen van het project	5
3. Evaluatie van het bedrijfssysteem	
3.1. Bedrijfsopzet en bedrijfsvoering	7
3.2. Technische resultaten	7
3.3. Milieuresultaten	15
3.3.1. Mineralen	15
3.3.2. Overige milieuresultaten	18
3.4. Economische resultaten	20
4. Evaluatie van de onderzoeksmethoden	21
5. Kennisoverdracht	23
6. Organisatie en samenwerking	24
7. Perspectieven voor de tweede fase	26
Literatuur en verschenen rapporten	28

1. Algemene informatie over het project

De basis voor het project 'De Marke' is gelegd in de loop van de jaren tachtig (Biewinga e.a., 1987). Allengs werd erkend dat de melkveehouderij ernstige milieuproblemen veroorzaakt. Voor diverse deelproblemen werden oplossingen aangedragen, maar in het onderzoek vond nog weinig synthese plaats op bedrijfsniveau. Omdat een samenhangend beeld ontbrak, was het voor onderzoekers niet duidelijk welke milieuprestaties een bedrijfssysteem zou kunnen realiseren. Voor de praktijk bleef de vraag of de melkveehouderij de toekomstige stringente milieunormen wel zou kunnen overleven. In het rapport 'Melkveehouderij en Milieu' (Aarts e.a., 1988) werd door CLM, PR en AB-DLO (toen nog CABO) een strategie voorgesteld om het kernprobleem van de melkveehouderij - de gebrekkige mineralenbenutting - op bedrijfsniveau aan te pakken. Het rapport stelde voor om een proefbedrijf op te richten waar deze aanpak consequent zou kunnen worden doorgevoerd en om na te gaan of daarmee voldaan kan worden aan de toekomstige, stringente milieunormen.

Het voorstel voor een dergelijk proefbedrijf sloeg snel aan bij praktijk, onderzoek en beleid. Toch duurde het nog geruime tijd voordat alle organisatorische en financiële hobbels waren genomen, een lokatie was verworven en de bouw was voorbereid. Een belangrijk deel van de grond kon al in 1989 worden verworven. De bedrijfsgebouwen van het proefbedrijf voor melkveehouderij en milieu - 'De Marke' - werden oktober 1991 in gebruik genomen. Voorjaar 1992 functioneerde De Marke voor het eerst als een min of meer compleet bedrijfssysteem. Ook het onderzoek op bedrijfsniveau loopt sindsdien. Gedurende het eerste boekjaar (1992/1993) werd het functioneren van het bedrijf nog sterk beïnvloed door startproblemen, o.a. door het ontbreken van voldoende 'eigen' mest, een veestapel in opbouw en beperkingen in beregeningsmogelijkheden. Het boekjaar 1993/1994 kan als eerste 'normale' boekjaar worden beschouwd.

Doordat de start van De Marke op zich liet wachten, konden onderzoeksplan en bedrijfsplan grondig worden voorbereid. De plannen zijn vastgelegd in rapport nr. 1 van De Marke: 'Melkveehouderij bij stringente milieunormen; bedrijfs- en onderzoeksplan van het Proefbedrijf voor Melkveehouderij en Milieu' (Biewinga et al., 1992). In het rapport staat ook welke technische en milieuhygiënische prestaties van het bedrijfssysteem verwacht worden op grond van modelverkenningen.

Bij De Marke is het complete bedrijfssysteem het te onderzoeken object. Er is daarom gezocht naar onderzoeksmethoden die het functioneren van een melkveebedrijf voorspellen (hypothese), in beeld brengen (meten) en verklaren (analyseren) zonder het functioneren zelf te verstoren. Het onderzoek richt zich behalve op analyse ook op optimalisatie van het bedrijfssysteem: het spoort knelpunten op en reikt (aangrijpingspunten voor) oplossingen aan. Het bedrijfssysteem ontwikkelt zich dus, om realisering van de doelen steeds dichterbij te brengen. Het bedrijfsplan van 1992 is daarmee het vertrekpunt voor het bedrijfssysteem. Het onderzoek is zodanig opgezet dat vertaling (extrapolatie) van de resultaten naar andere

bedrijfsomstandigheden (bijvoorbeeld hogere grondwaterstand of ander melkquotum) binnen zekere marges mogelijk is, om te garanderen dat duur verworven kennis ten goede kan komen aan een groot deel van de Nederlandse melkveehouderij.

Ten aanzien van het project zijn de volgende belangrijke uitgangspunten vastgelegd:

1 - Fasering.

Het project is in eerste instantie aangegaan voor de duur van 10 jaar, verdeeld over twee fasen van elk 5 jaar. De eerste fase richt zich vooral op het voldoen aan de (harde) milieunormen. De tweede fase werkt toe naar een (verdere) realisering van de diverse streefwaarden. Dan wordt dus ook een afweging gemaakt tussen een verdergaande realisering van milieudoelen en de bedrijfseconomische consequenties daarvan.

2 - Locatie.

Het proefbedrijf ligt op droogtegevoelige zandgrond in de Achterhoek, maar heeft een nationale functie. Extrapolatie van de resultaten naar een groot deel van de Nederlandse melkveehouderij moet mogelijk zijn.

3 - Bedrijfsintensiteit.

Voor de melkproductie geldt een streefwaarde van 11.890 kg melk per ha. Dit komt overeen met de gemiddelde melkproductie op zandgrond in 1988/89.

4 - Bedrijfsomvang.

Het bedrijf is om onderzoekstechnische redenen relatief groot: ca. 55 ha en 80 koeien zijn nodig om over voldoende percelen te beschikken (met een verschillende bodemkwaliteit of gebruik) en om op verantwoorde wijze groepen dieren te kunnen samenstellen.

CLM, PR en AB-DLO zijn primair verantwoordelijk voor het project. Op onderdelen leveren andere instellingen belangrijke bijdragen. Het onderzoek heeft in principe een looptijd van 10 jaar. Dat is langer dan gebruikelijk maar noodzakelijk omdat een aantal effecten van het bedrijfssysteem - zoals een nieuw evenwicht in de bodemvruchtbaarheid - pas na lange tijd zichtbaar worden. Om het onderzoek tussentijds te kunnen optimaliseren werd besloten tot een tussentijdse evaluatie. De evaluatie zou in eerste instantie pas in de loop van 1996 plaats vinden. Op verzoek van het bestuur vindt deze evaluatie één jaar eerder plaats, namelijk in mei 1995. Dat stelt beperkingen aan de mogelijkheden tot evaluatie van het bedrijfssysteem: op het moment van evaluatie hebben we de beschikking over de resultaten van slechts één compleet 'normaal' boekjaar (1993/1994). De jaren daarvoor functioneerde De Marke immers nog onvolledig en het boekjaar 1994/1995 wordt pas per 1 mei afgesloten. Dat neemt niet weg dat een vroege evaluatie ook voordelen biedt. Verbeteringen moeten zo snel mogelijk worden doorgevoerd.

In dit evaluatierapport komen achtereenvolgens aan bod:

- doelen: welke eisen stellen we aan het bedrijfssysteem?
- hoe ziet het bedrijfssysteem eruit en in hoeverre beantwoorden de resultaten ervan aan de gestelde doelen en verwachtingen, in bedrijfstechnisch, milieutechnisch en bedrijfseconomisch opzicht?

- in hoeverre blijken de toegepaste onderzoeksmethoden geschikt om het bedrijfssysteem in beeld te brengen, te verklaren, te optimaliseren en te extrapoleren?
- in hoeverre zijn informatie en inzichten uitgedragen naar praktijk, onderzoek en beleid?
- hoe verloopt de samenwerking tussen deelnemende onderzoeksinstellingen?
- welke perspectieven zijn er voor de tweede fase: welke vragen resteren uit de eerste fase en welke moeten in de tweede fase aan bod komen?

Dit rapport evalueert de resultaten van het project. De resultaten zelf zijn vooral vervat in de De Marke-rapporten 1 t/m 12, waaronder 'Melkveehouderij bij stringente milieunormen' (Rapport 1; Biewinga et al., 1992), 'Tussenbalans 1992-1994' (Rapport 10; Meijer et al., 1994) en 'Weide- en voederbouw op De Marke: op zoek naar de balans tussen produktie en emissie' (Rapport 12; Aarts et al, 1995).

2. Doelen van het project

In de projectbeschrijving zijn de doelen als volgt geformuleerd:
'De centrale doelstelling is het ontwikkelen (verkennen, analyseren, optimaliseren) en demonstreren van een bedrijfsopzet voor grondgebonden melkproductie die voldoet aan de te verwachten toekomstige stringente milieunormen ten aanzien van mineralen (inclusief stikstof) en systeemvreemde stoffen (zoals bestrijdingsmiddelen, reinigingsmiddelen en zware metalen), met een zo rendabel mogelijke bedrijfsvoering, met behoud van bodemvruchtbaarheid (duurzame landbouw), en rekening houdend met andere maatschappelijke doelen (onder andere werkgelegenheid, arbeidsomstandigheden, dierlijk welzijn). Waar de centrale doelstelling is gericht op mineralen en systeemvreemde stoffen zijn neven doelstellingen gericht op de vermindering van de emissie van broeikasgassen, de vermindering van het gebruik van energie en grondstoffen (inclusief grond- en oppervlaktewater) en de verhoging van natuurwaarden'.

Tabel 2.1. Belangrijkste doelen met hun normen en streefwaarden

doel	norm	streefwaarde
beperken emissie ammoniak	totaal 44 kg N per ha/jaar, waarvan max. 30 kg uit mest	< 15 kg N per ha/jaar; zo weinig mogelijk per kg meetmelk
beperken uitspoeling N	50 mg nitraat/l grondwater	< 25 mg nitraat/l grondwater
beperken overschot N	128 kg N per ha/jaar*	zo weinig mogelijk per ha, zo weinig mogelijk per kg meetmelk
beperken uitspoeling P	0,15 mg P per l water	zo weinig mogelijk
beperken overschot P	< 0,45 kg P per ha per jaar, bij fosfaattoestand voldoende; negatieve P-balans bij hogere fosfaattoestand	

* Dit is een norm die berust op aannames met betrekking tot neerslagoverschot, denitrificatie en ophoping. Als die aannames niet correct blijken wordt deze norm aangepast.

Voor de onderbouwing en uitwerking van deze doelstellingen verwijzen we naar het oorspronkelijke bedrijfs- en onderzoeksplan, beschreven in De Marke-rapport 1 (Biewinga et al., 1992). Ook de normen en streefwaarden die bij de doelstellingen horen zijn in dat rapport uitgewerkt. In principe zijn de doelen voor de eerste fase gebaseerd op de NMP-normen voor het jaar 2000 en de streefwaarden op de NMP-normen voor 2010. Aangezien veel overheidsnormen nog niet op bedrijfsniveau zijn geformuleerd, is voor De Marke een - deels arbitraire - vertaling gemaakt. De belangrijkste milieudoelen zijn samengevat in tabel 2.1. Voor een volledig overzicht wordt verwezen naar De Marke rapport 1. Aan de *normen* in tabel 2.1 moet in ieder geval worden voldaan, aan de *streefwaarden* zoveel mogelijk. Doel is het bedrijfssysteem daarbij zo rendabel mogelijk te maken ('economische duurzaamheid'). Uitgangspunt is dus niet dat de huidige rentabiliteit van de melkveehouderij beslist moet worden geëvenaard.

De niet in tabel 2.1 genoemde milieudoelstellingen hebben vooral betrekking op het beperken van het gebruik van bestrijdingsmiddelen en andere systeemvreemde stoffen, het direct en indirect energieverbruik, de ophoping van zware metalen, het gebruik van grondstoffen (inclusief water), de ontwikkeling van natuurwaarden en de emissie van broeikasgassen.

Van de doelen zij de volgende onderzoeksvragen afgeleid:

- hoe kan het bedrijfssysteem het beste functioneren binnen de gegeven doelstellingen, dus welke bedrijfsopzet en bedrijfsvoering lijken optimaal?
- in hoeverre verlopen processen naar verwachting en in hoeverre realiseert het bedrijf de gegeven doelstellingen?
- welke technische en economische problemen doen zich voor en hoe kunnen deze worden opgelost?
- wat is de betekenis van specifieke omstandigheden op het proefbedrijf voor de uitkomsten?
- wat is de betekenis van de uitkomsten voor andere bedrijven, voorlichting en beleid?

Zoals eerder vermeld heeft het project een looptijd van 10 jaar. De evaluatie heeft betrekking op de eerste twee jaar. Het is daarom niet mogelijk om op al die vragen hier al gedegen antwoorden te geven.

Doel van het project is ook om de bedoelingen en bevindingen van De Marke zo goed mogelijk uit te dragen - naar vooral praktijk en beleid - door korte informatielijnen. Die demonstratiefunctie mag het functioneren van het bedrijfssysteem of de kwaliteit van het onderzoek echter niet wezenlijk schaden.

3. Evaluatie van het bedrijfssysteem

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het bedrijfssysteem geëvalueerd. Eerst worden de principes van bedrijfsopzet en bedrijfsvoering kort besproken. Daarna wordt ingegaan op de technische resultaten, op de milieuresultaten en tot slot op de economische resultaten.

3.1 Bedrijfsopzet en bedrijfsvoering

In hoeverre wijkt de oorspronkelijke opzet van De Marke af van die van een 'gangbaar' bedrijf en welke aanpassingen hebben na de start plaatsgevonden? Kenmerkend voor een melkveebedrijf is de combinatie van plantaardige en dierlijke productie. Ruwvoer en dierlijke mest vormen de schakels tussen deze twee productieafdelingen. Daardoor doorlopen de mineralen van het bedrijf een kringloop: mineralen in het voer komen in de mest terecht - voor zover ze niet worden afgevoerd met melk en vlees -, worden in de bodem gebracht, door het gewas opgenomen en weer vervoederd. Bij deze omzettingen vinden verliezen plaats. Deze verliezen worden aangevuld door de aankoop van meststoffen en veevoer.

Op De Marke worden de verliezen sterk beperkt door de mineralenstromen in de cyclus waar mogelijk te beperken en door 'gaten' te dichtten. Die strategie houdt in dat in alle onderdelen van het bedrijf de mineralen zo efficiënt mogelijk worden (her)gebruikt. Dat betekent dat de gehalten in het rantsoen niet hoger zijn dan noodzakelijk (minder mineralen in mest), dat de mest emissiearm wordt bewaard en uitgereden, dat de bemesting van de gewassen wordt afgestemd op de opnamecapaciteit en dat de beweiding- en conserveringsverliezen worden beperkt. Als de verliezen uit de mineralencyclus sterk worden beperkt zal de compensatie met voer en meststoffen veel minder zijn dan op een gangbaar bedrijf, waar slechts economische en persoonlijke motieven de bedrijfsopzet en bedrijfsvoering bepalen. In de navolgende paragrafen wordt ingegaan op de genomen maatregelen binnen de bedrijfsonderdelen en op de prestaties van de onderdelen en die van het bedrijf als geheel.

3.2 Technische resultaten

Weide- en voederbouw

Het functioneren van een melkveebedrijf hangt sterk af van de prestaties op het gebied van de weide- en voederbouw. De Marke beschikt over 9 ha blijvend grasland. Op de resterende 46 ha wordt een graslandperiode afgewisseld met een bouwlandperiode (wisselbouw). Na 3 jaar gras worden één jaar voederbieten en vervolgens 2 jaren (huiskavel) of 4 jaren (veldkavel) maïs geteeld. Direct daarna wordt opnieuw gras ingezaaid. De belangrijkste redenen voor wisselbouw zijn de betere voorziening van de bodem met organische stof - waardoor een beter vochthoudend vermogen - en onderdrukking van onkruiden en ziekten. Het onderzoek op De

Marke toont aan dat de voorraad organische stof gedurende de graslandperiode toeneemt. Onderzoek elders heeft intussen aangetoond dat maïsopbrengsten in wisselbouw ongeveer 5% hoger zijn dan in continuïteit. Het aandeel voedergewassen op De Marke is relatief groot omdat het bedrijf naast gras behoefte heeft aan energierijke maar stikstofarme voeders met een hoge produktie per hectare, ook onder droge omstandigheden.

De opbrengsten van de gewassen hangen sterk af van het weer, de bemesting en de mogelijkheden tot beregening. De voorjaren van 1992 en 1993 waren buitengewoon groeizaam, dat van 1994 vrij koud, de zomer van 1992 en 1994 zeer droog en die van 1993 zeer nat. De winters van 1992/1993 en 1993/1994 waren vrij zacht met enkele pittige vorstperiodes.

Tabel 3.2.1. Bemesting (kg/ha). Voor organische mest alleen het werkzame deel. Exclusief mest- en urineplekken tijdens beweiding.

	prognose	1992	1993	1994
kunstmest -N	50	101	54	96
kunstmest -P	7	2	2	0
org. mest (ton/ha)	38	26	47	53
org. mest-N	90	83	117	119
org. mest -P	20	14	26	34
N-binding klaver	50	11	12	9

De meststofbehoefte van de gewassen blijkt grotendeels te kunnen worden gedekt door drijfmest van eigen bedrijf. Op grasland kon zodebemesting - gevolgd door rollen - vier keer in één groeiseizoen worden toegepast. Op bouwland verliep mestinjectie probleemloos. Door een geringe klaverbezetting in het grasland bleef de N-binding beneden verwachting en was het kunstmest-N gebruik groter. Klaver - in een aparte werkgang gezaaid - kwam weliswaar goed op maar bleek niet in staat een vorstperiode in de eerste winter na inzaaien te overleven. Op oudere percelen grasland met klaver blijkt de klaver binnen de percelen slecht verdeeld. Omdat met dierlijke mest meer P werd uitgereden dan voorzien kon het gebruik van kunstmest-P sterk worden beperkt.

De opbrengst van het gras was vrijwel gelijk aan de prognose. In de droge jaren 1992 en 1994 moest daarvoor intensief beregend worden (ongeveer 100 mm). Bij het achterwege laten van beregening was op de drogere percelen de opbrengst in 1992 slechts 6.400 kg/ha. Het bouwland werd tot 1994 niet beregend omdat de mogelijkheden daarvoor ontbraken. Vooral daardoor was de opbrengst van maïs in 1992 gemiddeld slechts 9.000 kg drogestof (droogste perceel 7.800 kg). In het nattere jaar 1993 werd 12.000 kg geoogst. In 1994 werd een aantal percelen maïs wel één keer beregend (30 mm) waardoor de opbrengst daar met minstens 3 ton drogestof/ha toenam en het aandeel kolf in de drogestof sterk steeg. Nu er in noodgevallen kan worden beregend op de huiskavel is het aannemelijk dat de prognose de

komende jaren wordt gehaald. De wortelopbrengst van voederbieten was in 1992 en 1993 veel hoger dan verwacht en in 1994 iets lager. De lagere opbrengst in 1994 is vermoedelijk het gevolg van een combinatie van droogte (bieten zijn niet beregend), ernstige aantasting door rhizoctonia - een schimmelziekte die vooral toeslaat onder droge en warme omstandigheden - en het vroeg rooien van de bieten ten behoeve van een mengkuil met snijmaïs.

Tabel 3.2.2. Opbrengsten (ton ds/ha); bij gras de som van opgenomen weidegras en geoogste hoeveelheden kuilgras, bij de andere gewassen de geoogste hoeveelheden (weegbrug).

	prognose	1992	1993	1994
gras	9.3	9.0	9.6	9.2
snijmaïs	11.2	9.0	12.0	10.0
MKS	7.1	n.v.t.	8.3	6.8
maïsstro	4.2	n.v.t.	1.7	3.1
voederbieten	11.6	14.0	15.8	10.2
bietenblad	2.5	1.6	2.0	1.7

In het algemeen kan gesteld worden dat op De Marke het opbrengstniveau van de gewassen hoofdzakelijk afhankelijk is van de vochtvoorziening. Uit bemestingsproeven - uitgevoerd op meerdere percelen van De Marke - blijkt dat het beperken van de bemesting tot de niveaus van De Marke veel minder invloed had op de opbrengst. Dat wil niet zeggen dat dat in de toekomst ook zo zal zijn omdat de bodemvruchtbaarheid mogelijk afneemt.

Tabel 3.2.3. Voederwaarde (VEM/kg ds)

	prognose	1992	1993	1994
gras	910	905	906	911
snijmaïs	910	936	942	923
MKS	1100	n.v.t.	1133	1100
maïsstro	600	n.v.t.	669	622
voederbieten	1025	1097	1139	1102
bietenblad	646	842	726	719

De kwaliteit van de geoogste produkten is iets beter dan verwacht en kan zich goed meten met de kwaliteit van de produkten op de betere melkveebedrijven op de zandgronden. Ter illustratie zijn in tabel 3.2.3 de VEM-waarden vermeld. Het beeld dat bij sommigen leeft dat het beperken van de bemesting tot milieukundig verantwoorde niveaus sterk ten koste gaat van de voederkwaliteit blijkt bij het management van De Marke niet op te gaan.

In 1992 werden bietenblad en najaarsgras afzonderlijk ingekuild en werd het perssap opgevangen. Dat eist vrij dure voorzieningen. Om uittreden van perssap te voorkomen is vanaf 1993 het bietenblad en najaarsgras ingekuild op MKS-stro. Het stro neemt het perssap goed op, is beter conserveerbaar en lijkt smakelijker te worden. Dat conserveringssysteem bleek tot volle tevredenheid te werken. MKS (maïskolvensilage) wordt zowel in de zomer als in de winter als een zeer waardevol krachtvoer voor hoogproduktieve koeien ervaren. De hoeveelheden stro die op het land achterblijven zijn nog te groot. In overleg met De Marke ontwikkelt een machinefabrikant momenteel een speciale oogstmachine.

Het zaaien van Italiaans raaigras tussen de maïsrijen, met als doel na de maïs oogst een vanggewas voor stikstof te telen, bleek zeer effectief en bedrijfstechnisch goed inpasbaar. Uit metingen blijkt dat het Italiaans raaigras in staat is de stikstof die na de maïs oogst door mineralisatie vrij komt vrijwel volledig op te nemen. Als de meststofopname door maïs wordt beperkt door vroege droogte kan het gras de niet opgenomen stikstof alsnog opnemen, temeer omdat de maïs dan vrij kort blijft en daardoor veel licht doorlaat. Tot en met 1994 is het Italiaans raaigras in zijn geheel ondergewerkt. In het voorjaar van 1995 is het Italiaans raaigras beweide met jongvee. Dat bleek succesvol: niet alleen werd daardoor op voer bespaard maar ook de grondbewerking werd vergemakkelijkt doordat minder bladmassa hoefde te worden ondergewerkt. Door het later onderwerken van het Italiaans raaigras is de beworteling beter wat de structuur van de grond ten goede komt. Een nadeel van het later onderwerken is de grotere kans op verdroging van de maïs omdat het gras meer vocht verbruikt. Uit analyse van de weersgegevens van de laatste jaren blijkt dat voor De Marke van weinig betekenis. In de meeste jaren valt er na het onderwerken van het gras voldoende regen om de bodem nog op veldcapaciteit te brengen. In noodgevallen kan worden berekend.

Tabel 3.2.4. De totale hoeveelheid fosfaat in de bodem (P-totaal = mg fosfaat/100 gr grond) en de fosfaatbeschikbaarheid voor gewassen (Pw- en PAI-getal), gemiddeld over alle percelen van De Marke die in 1990 waren verworven.

	1990	1995
P-totaal	170	166
Pw-getal	58	50
PAI-getal	76	69

Door het minimaliseren van het P-overschot (doelstelling) bleek de beschikbaarheid van fosfaat voor de gewassen terug te lopen. De belangrijkste oorzaak daarvoor lijkt de binding van fosfaat aan ijzer en aluminium, waardoor de oplosbaarheid afneemt. Dat had gevolgen voor de jeugdgroei van maïs op relatief P-arme percelen, vooral in de warme, droge voorjaren van 1992 en 1993. De paarse maïs van De Marke werd beroemd maar niet geprezen. Toch bleek de eindopbrengst van de maïs onafhankelijk van de fosfaattoestand van de bodem. Op droge grond kan een explosieve jeugdgroei nadelig zijn omdat te snel het beschikbare bodemvocht wordt verbruikt. In dat geval is remming een voordeel. Als de maïs in de

jeugdfase te sterk geremd wordt kunnen echter problemen gaan optreden met onkruiden en wordt de timing van het tijdstip van zaaien van het vanggewas problematisch. Een sterke groeiremming bemoeilijkt dus het management. Oplossingen worden gezocht bij het plaatsen van drijfmest bij de maïsrij. In 1995 zal ook aandacht worden besteed aan mogelijke rasverschillen in gevoeligheid voor P-tekorten.

Tussen 1990 en 1995 is de totale hoeveelheid organische stikstof in de bodem vrijwel gelijk gebleven (gemiddeld ruim 6000 kg N/ha). Het lijkt er dus op dat de beperkte N-bemesting niet leidt tot intering op de bodemvoorraad.

Veestapel

De Marke vertegenwoordigt wat betreft melkproduktie per hectare het gemiddelde melkveebedrijf op zandgrond. Ze onderscheidt zich echter van de praktijkbedrijven door een lichtere veebezetting als gevolg van minder jongvee en een hogere melkproduktie per koe. Hierdoor is de voederbehoefte van de veestapel veel geringer.

Tabel 3.2.5. Veebezetting en melkproduktie

	prognose	1992/1993	1993/1994
quotum (x1000 kg)	654	660	655
aantal koeien	80	79	81
melk/koe (kg)	8100	7635	8185
stuks jongvee/koe	0.57	0.72	0.81
graasdiereenheden	114	116	122

Zoals de melkproduktie zich ontwikkelt ziet het er naar uit dat 8100 kg melk per koe gemakkelijk gehaald kan worden. Gunstig is dat het gerealiseerde eiwitgehalte (gemiddeld 3.48 %) uitkomt boven de prognose (3.36%) waardoor meer voor de melk betaald wordt en er iets meer N wordt afgevoerd. Een groot verschil tussen prognose en uitvoering op De Marke zien we in het aantal stuks jongvee dat gemiddeld aanwezig is per koe. De prognose blijkt voor een vrij nieuw melkveebedrijf aan de krappe kant. De jongveebezetting is na het afsluiten van het boekjaar 1993/1994 gedaald.

Het voerverbruik op bedrijfsniveau wordt vooral bepaald door de melkproduktie per koe en het aantal stuks jongvee. Een hoge melkproduktie per koe beperkt het voerverbruik per kg melk maar stelt hoge eisen aan de kwaliteit van het voer. Die kwaliteit lijkt op De Marke niet beperkend. In tabel 3.2.6 is de voeropname van de hele veestapel weergegeven.Ten opzichte van de prognose heeft er een verschuiving plaatsgevonden van weidegras naar kuilgras. Dat komt omdat er in de weideperiode meer op stal wordt

gevoerd. Dat komt de evenwichtigheid van het rantsoen ten goede. Het bleek minder goed mogelijk voederbieten als krachtvoervervanger in het winterrantsoen van het melkvee in te passen dan werd verwacht omdat bij grote hoeveelheden bieten voedingsstoornissen optraden. In 1993 werden bieten als proef ingekuild met snijmaïs zodat ook in de zomer bieten konden worden vervoederd. De ervaringen daarmee zijn gunstig maar ondanks deze extra 'afzet' bleef de opname onder de prognose. Als gevolg van de problemen met het vervoederen van bieten is het bedrijfsplan aangepast ten gunste van de oppervlakte MKS. Dit gewas heeft zich als krachtvoervervanger als zeer waardevol bewezen.

Tabel 3.2.6. De voeropname van de veestapel (tonnen ds/jr)

	prognose	1992/1993	1993/1994
graskuil	134	183	172
maïskuil	148	140	179
weidegras	146	101	110
MKS	23	25	47
voederbieten	65	38	32
bietenblad/maïsstro	28	9	43
overig eigen voer	-	22	13
totaal eigen voer	542	518	596
aangekocht voer	76	102	100

* waarvan 14 ton graszaadhooi

De som van aangekocht krachtvoer en krachtvoervervangers (bieten en MKS) is zeer goed in overeenstemming met de verwachting. Bezien we het totale eigen voerverbruik dan ligt dit het eerste jaar wat onder de verwachting en het tweede jaar 10% daarboven. De hoeveelheid aangekocht voer is ongeveer 32% meer dan begroot. Het grotere voerverbruik wordt veroorzaakt door het groter aantal stuks jongvee en doordat de voedernormen op bedrijfsniveau te 'krap' zijn. Dieren blijken meer op te nemen dan volgens de normen zou moeten zonder te vervetten. Voor melkvee bedroeg de extra energieopname zo'n 8%. Door het grotere voerverbruik teert het bedrijf in op de voervoorraden, aangelegd in de tijd dat er nog geen vee op het bedrijf aanwezig was.

Omdat de grasopname in de weide niet nauwkeurig gemeten kan worden is bij de berekeningen in tabel 3 ervan uitgegaan dat in de weideperiode de grasopname zodanig is dat in de energiebehoefte wordt voorzien. Opvallend is dat vooral het eerste jaar nogal sterk boven de eiwitnorm gevoerd is. In de zomer werd dit de eerste twee jaren vooral veroorzaakt door het bijvoeren van graskuil op stal. Gedurende de nacht werd een grote hoeveelheid snijmaïs bijgevoerd en zonder bijvoeding met extra kuilgras zou bij de

pensfermentatie te weinig stikstof voorhanden zijn. Als proef is in 1993 het siëstasysteem geïntroduceerd, waarbij de weidegang wordt gesplitst in twee perioden: de koeien gaan 's morgens naar buiten, verblijven 's middags op stal waar ze snijmaïs krijgen voorgezet, en gaan na het melken weer naar buiten. Laat in de avond worden de dieren weer opgestald. De resultaten waren erg bevredigend. De melkproductie lijkt iets te stijgen, diarree komt minder voor en het verbruik van eiwitrijk voer is minder, waardoor de stikstofefficiëntie van de dieren verbetert. Besloten werd de siëstabeweiding te blijven toepassen.

Tabel 3.2.7. Behoeftedekking, benutting en overschotten in de voeding.

	prognose	1992/199 3	1993/199 4	zomer '94
<i>behoeftedekking melkvee</i>				
VEM	100	104	106	100
DVE	100	127	119	114
<i>Benutting N en P melkvee (%)</i>				
N-melk/N-voer	29	25	26	30
P-melk/P-voer		28	29	37
<i>Overschotten (g/koe/dag)</i>				
OEB	0	375	302	380
P	0	16	13	-3
K		438	430	337
<i>RE-gehalte rantsoen (%)</i>	15.4	17.5	16.1	16.3

Gedurende de winter is er teveel eiwitrijke brok gevoerd. Omdat er grote twijfels bestaan over het risico dat men loopt bij een OEB van nul is er doelbewust gestreefd naar een positieve OEB in het rantsoen. Onderzoek naar dit punt is momenteel in uitvoering. Als gevolg van deze twee oorzaken is de vooraf berekende N-efficiëntie voor melk en vlees van 25% nog niet behaald. Alleen in de zomer 1994 werd deze doelstelling vrijwel bereikt. Ook de P-doelstelling werd in de eerste twee jaren niet gehaald, omdat geen doelgerichte maatregelen werden getroffen om de P-input via de voeding te beperken. In die periode zijn ook soms onnodig P-houdende mineralenmengsels bijgevoerd. In de zomer 1994 zijn hiertegen maatregelen genomen door alleen mineralen bij te voeren als er duidelijke tekorten werden waargenomen. Het P-overschot was in de zomer dan ook negatief en de doelstelling in de P-efficiëntie werd ruimschoots gehaald.

In de eerste twee weideseizoenen waren er problemen met de stalvloer (hellende dichte vloer met giergootje). Bij het naar binnen halen van het vee werd de opgedroogde vloer weer nat door urine en vervolgens zeer glad waardoor dieren uitgleden en zich blesseerden. Enkele

dieren moesten als gevolg daarvan worden geruimd. Het natgooien van de vloer met emmers water, kort voor het naar binnen halen van het vee, bleek een goede remedie. Daarom is voor het bevochtigen van de vloer een sproeileiding aangelegd. Uitzonderlijke problemen met de diergezondheid hebben zich tot nu toe niet voorgedaan.

Mestproduktie

Tabel 3.2.8. De mestproduktie op stal, verdeeld naar weide- en stalperiode.

periode	hoeveelheid		gehalten (g/kg)			totale hoeveelheden		
	m ³	ds %	N	P	K	N	P	K
weide 1992	652	6.6	4.5	0.58	5.0	2902	379	3280
stal 1992/93	1690	7.3	3.9	0.57	5.4	6573	955	8988
weide 1993	884	5.6	3.8	.042	4.3	3383	377	3881
stal 1993/94	1644	8.9	4.1	0.50	4.6	6716	826	7513
prognose*	2154	6.9	3.6	0.52	4.64	7695	1124	10035

* geldt voor jaartotaal

De mestproduktie op stal (tabel 3.2.8) is hoger dan volgens de prognose, zowel in volume als in hoeveelheden mineralen. De N-produktie in de mest is zelfs 30% hoger dan verwacht. De belangrijkste oorzaken van de hogere produktie zijn de volgende:

- de veestapel was groter dan verwacht, met name door meer jongvee;
- de mestproduktie per dier (in volume) was iets hoger dan verwacht; mogelijk werd dit deels veroorzaakt door het hoge kaliumgehalte van het voer (kalium stimuleert urineproduktie);
- de vloer is in de zomer gespoeld met water om glad worden tegen te gaan; deze maatregel heeft alleen gevolgen voor het mestvolume, niet voor de hoeveelheden mineralen;
- de mineralenproduktie per dier was aanzienlijk hoger dan verwacht omdat de dieren meer voer opnamen met hogere mineralengehalten opnamen dan verwacht;
- van de totale mestproduktie vond een groter deel opstal plaats.

De oorzaken van de hogere mestproduktie zullen nog wat worden afgezwakt, maar kunnen niet geheel worden weggenomen. Het grotere mestvolume leidt in principe tot hogere kosten voor mestopslag en -aanwending. De grotere hoeveelheden mineralen in mest als gevolg van een lagere benutting door het vee zal leiden tot grotere verliezen van N en K. De geproduceerde mest bleek wel goed te benutten als meststof op het bedrijf zelf.

De mestproduktie wordt niet alleen bepaald door directe meting in mestopslagen en bij mestaanwending, maar ook door berekening op basis van veevoeding. Gemeten en berekende mestproduktie moeten in principe met elkaar overeen komen. Voor de stalperiode is deze confrontatie goed uitvoerbaar, doordat de relevante termen in deze vergelijking goed bekend zijn. De verschillen tussen gemeten en berekende mineralenproduktie blijken in de stalperiodes op te kunnen lopen tot 15%. De verschillen zijn soms positief en soms negatief. Vanuit het streven de verschillen te verkleinen wordt de frequentie van de metingen verhoogd.

Voor de weideperiode is deze confrontatie minder goed uitvoerbaar. De berekening van de mestproduktie is matig betrouwbaar, met name vanwege de opname van weidegras. Het meten van de produktie van faeces en urine in de weide blijkt op De Marke vooralsnog niet haalbaar. Berekeningen geven aan dat in het laatste boekjaar van de totale N- en P-uitscheiding van de veestapel slechts 20% tijdens beweiding gebeurt (praktijk 50%, prognose 27%). Dat beperkt de nadelen van beweiding - de vorming van urineplekken en mestflaten - aanzienlijk.

3.3 Milieuresultaten

3.3.1. Mineralen

Tabel 3.3.1.1 geeft de mineralenbalansen van het bedrijf en de toedeling van het overschot. De belangrijkste N- en P-stromen van het bedrijf zijn samengevat in tabel 3.3.1.2

Tabel 3.3.1.1. De N- en P-balansen van De Marke en de toedeling van de overschotten.

BEDRIJF		gangb. bedrijf '83/'86		prognose De Marke		De Marke 1992/1993		De Marke 1993/1994	
		kg N/ha	kg P/ha	kg N/ha	kg P/ha	kg N/ha	kg P/ha	kg N/ha	kg P/ha
input:									
	kunstmest	330	15.0	67	6.0	99	1.7	52	1.8
	aangekocht voer	178	31.0	41	5.9	164	27.8	82	15.0
	deposiite	49	1.0	49	0.9	49	0.9	49	0.9
	N-binding klaver	0	0.0	30	0.0	11	0.0	12	0.0
	drijtmest	0	0.0	0	0.0	31	3.8	0	0.0
	diversen	7	0.0	5	0.0	4	0.0	4	0.0
	som	564	47.0	192	12.8	358	34.2	199	17.7
output:									
	melk	68	12.0	62	10.6	70	10.9	65	10.5
	vlees	16	5.0	8	2.2	2	2.1	10	3.0
	verkocht voer	0	0.0	0	0.0	25	3.8	8	1.2
	mutatie veestapel	0	0.0	0	0.0	3	0.8	0	0.2
	mutatie mestvoorraad	0	0.0	0	0.0	111	19.7	11	-1.0
	mutatie voorraad voer	0	0.0	0	0.0	17	2.9	-35	-2.3
	som	84	17.0	70	12.8	228	40.2	59	11.6
output/input:		0.15	0.36	0.36	1.00	0.64	1.18	0.30	0.66
input - output		480	30.0	122	0.0	130	-6.0	140	6.1
NH ₃ -N uit mest		105		17		23		22	
denitrificatie		173		47	0.0	30		36	
uitspoeling		173		34		35		50	
ophoping/onbekend		29	30.0	24	0.0	42	-6.0	27	6.1

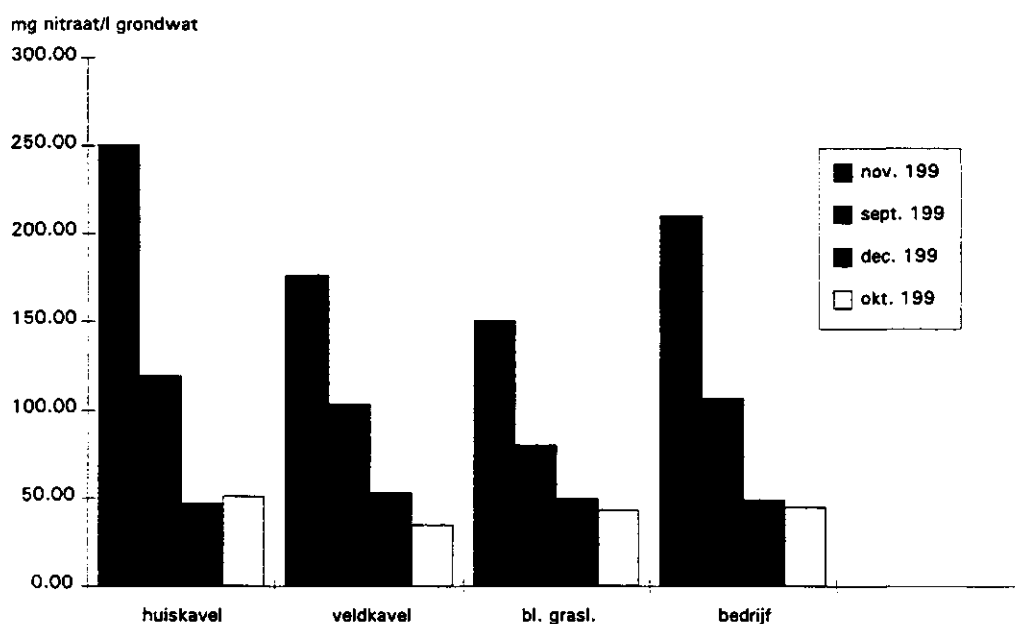
Tabel
resultaten

Tabel 3.3.1.2. De N- en P-stromen van De Marke.

COMPONENT BEDRIJF	gangb. bedrijf '83/86		prognose De Marke		De Marke 1992/1993		De Marke 1993/1994	
	kg N/ha	kg P/ha	kg N/ha	kg P/ha	kg N/ha	kg P/ha	kg N/ha	kg P/ha
component vee								
input:								
voer	491	73.0	278	40.1	362	49.5	336	47.1
output:								
melk	68	12.0	62	10.6	70	10.9	65	10.5
vlees	16	5.0	8	2.2	2	2.1	10	3.0
mutatie veestapel	0	0.0	0	0.0	3	0.8	0	0.2
output/input:	0.17	0.23	0.25	0.32	0.21	0.28	0.22	0.29
component mest								
input:								
mest weide	191	25.0	55	7.0	76	6.1	52	7.7
mest stal	198	30.0	151	20.2	211	29.6	209	24.7
aanvoer	0	0.0	0	0.0	31	3.8	0	0.0
output:								
weidemest	164	25.0	51	7.0	70	6.1	48	7.7
uitgereden drijfmest	120	30.0	137	20.2	113	13.7	181	25.8
mutatie mestvoorraad	0	0.0	0	0.0	111	19.7	11	-1.0
output/input:	0.73	1.00	0.91	1.00	0.92	1.00	0.92	1.00
component bodem/gewas								
input:								
weidemest	164	25.0	51	7.0	70	6.1	48	7.7
uitgereden drijfmest	120	30.0	137	20.2	113	13.7	181	25.8
kunstmest	330	15.0	67	6.0	99	1.7	52	1.8
depositie	49	1.0	49	0.9	49	0.9	49	0.9
N-binding klaver	0	0.0	30		11		12	
oogstverlies	63	6.0	21	3.1	17	2.1	18	2.5
output:								
oogstbaar gewas	398	48.0	276	37.3	248	27.9	275	35.2
output/input:	0.55	0.62	0.78	1.00	0.69	1.14	0.76	0.91
component voer								
input:								
oogstbaar gewas	398	48.0	276	37.3	248	27.9	275	35.2
aangekocht voer	178	31.0	41	5.9	164	27.8	82	15.0
output:								
opgenomen voer	491	73.0	278	40.1	362	49.5	336	47.1
verkocht voer	0	0.0	0	0.0	25	3.8	8	1.2
mutatie voervoorraad	0	0.0	0	0.0	17	2.9	-35	-2.3
output/input:	0.85	0.92	0.88	0.93	0.98	1.01	0.87	0.92

De beoogde benutting van N en P is in vrijwel alle schakels binnen het bedrijf gerealiseerd, behalve bij de voeding van het vee. Door de lagere benutting in de voeding is de produktie van N en P in de mest groter dan de prognose. Het stikstofoverschot van de Marke kon worden beperkt tot ongeveer 130 kg N/ha. Dat komt vrijwel overeen met de prognose. De emissie van ammoniak kon nog niet voldoende worden gemeten. Op basis van de hoeveelheden stikstof in drijfmest, van de constructie van stal en opslag, van de methode van mestuitrijden en van de uitscheiding tijdens beweiding is de emissie berekend; de verwachting is dat de gewenste emissiereductie is gerealiseerd. Door lagere bemestingsniveaus, de teelt van vanggewassen en beperkte beweiding kon de nitraatuitspoeling sterk worden beperkt. Het nitraatgehalte van het grondwater is daardoor sterk afgenomen en bleek vanaf 1993 te voldoen aan de norm voor drinkwater (maximaal 50 mg/l).

Figuur 2. De nitraatconcentratie in het bovenste grondwater van De Marke (naar gegevens RIVM).



Blijvend grasland, huiskavel en veldkavel verschillen nauwelijks in nitraatgehalte van het grondwater. Ook na gras, voederbieten en mais zijn er nauwelijks verschillen in grondwaterkwaliteit. Bij gras voldoet het systeem van beperkte bemesting (250 kg N/ha) en zeer beperkte beweiding met veel bijvoeding van N-arme produkten, goed gespreid over de dag (siësta-systeem). Bij maïs voldoet de combinatie van minder bemesten (100 kg N/ha) en de teelt van Italiaans raaigras als nagewas. Het in het voorjaar scheuren van het grasland leidt niet tot problemen als gevolg van een versterkte mineralisatie, waarschijnlijk omdat in het jaar vóór scheuren al vroeg met bemesten wordt gestopt waardoor in het voorjaar een stikstofarme zode kan worden ondergeploegd. Door beperkte mineralisatie in droge jaren heeft droogte geen negatieve gevolgen voor de kwaliteit van het grondwater.

Hoewel het fosfaatoverschot zeker ten opzichte van gangbare bedrijven erg laag is, werd het gewenste overschot (0 kg /ha) in het tweede boekjaar niet gerealiseerd. Berekeningen wijzen uit dat het gewenste overschot zou zijn gerealiseerd als de hoeveelheid in krachtvoer zou zijn beperkt tot het voor vee minimale niveau en kunstmest-P achterwege zou zijn gelaten. Het P-gehalte van het grondwater van De Marke ligt ver beneden de daarvoor geldende norm, vooral vanwege de diepe grondwaterstand waardoor het fosfaat wordt weggefilterd voor het grondwater bereikt wordt.

3.3.2. Overige milieuresultaten

Bestrijdingsmiddelen

De Marke heeft het gebruik van bestrijdingsmiddelen vooral beperkt door wisselbouw en mechanische onkruidbestrijding, waar nodig aangevuld met rijenbespuiting (maïs) en lage-doseringsbespuiting (bieten). Het gebruik bleef op maïs en gras ruim onder de gestelde actieve-stofnorm; de norm voor bieten werd in 1992 wel gehaald maar in de daaropvolgende jaren niet. De MJPG-criteria zijn door de overheid niet praktisch hanteerbaar gemaakt, zodat de middelenkeuze niet hieraan kan worden getoetst. Wel zijn de middelen getoetst aan de milieumeetlat voor bestrijdingsmiddelen (milieubelastingspunten). Het middelengebruik heeft steeds voldaan aan de normen voor grondwater. Sommige bespuitingen op maïs en gras gaan gepaard met een groot aantal milieubelastingspunten voor bodemleven.

Diergeneesmiddelen en andere systeemvreemde stoffen

De diergezondheid op De Marke is in het algemeen redelijk goed en vergelijkbaar met die op andere proefbedrijven. De meest opvallende verschillen zijn een hogere frequentie van klauwgebreken en een lagere frequentie van melkziekte en slepende melkziekte. Het diergeneesmiddelengebruik is nog niet geanalyseerd. Aan de overige systeemvreemde stoffen (vooral reinigingsmiddelen, zware metalen, olieproducten en CFK's) is in de eerste fase nog maar beperkt aandacht besteed. Het sterk beperken van de aanvoer van kunstmest en krachtvoer heeft tot gevolg dat ook de aanvoer van zware metalen sterk is afgenomen. Voor het reinigen van machines is een spoelplaats aangelegd die aan alle eisen voldoet (o.a. olie-afscheider).

Energieverbruik en broeikasgassen

Doelstelling voor energieverbruik is een reductie met ten minste 5% van het directe en indirecte verbruik per kg meetmelk ten opzichte van 1989/90. De streefwaarde voor indirect verbruik wordt ruimschoots gehaald, vooral door het lage verbruik van kunstmest en krachtvoer op De Marke. De streefwaarde voor direct energieverbruik wordt bij de huidige

bedrijfsvoering niet gehaald in die jaren waarin flink wordt beregend. De toegepaste maatregelen (o.a. terugwinning melkwarmte, energiezuinige verlichting en goed tractoronderhoud) blijken nog niet voldoende om het hoge verbruik door beregening en bewerkingen te compenseren. Duurzame energiebronnen zijn nog niet geïntroduceerd.

De (berekende) emissies van distikstofoxyde (lachgas) en methaan zijn 2,5 kg N per ha resp. 8 g CH₄ per kg meetmelk. De lachgas-emissie voldoet daarmee aan de gestelde norm van 3 kg, maar nog niet aan de streefwaarde van 1 kg per ha. De methaanemissie zit ruim onder de streefwaarde van 21 g per kg meetmelk.

Grondstoffen (inclusief grondwater)

Het grondstoffenverbruik op De Marke is vooral beperkt door het gebruik van duurzame bouwmaterialen en door een gering krachtvoerbruik. Het gebruik van leidingwater wordt sterk beperkt door maatregelen voor hergebruik van reinigingswater. Het gebruik van regen- c.q. grondwater voor de gewasteelt is gericht op een jaarlijkse netto aanvulling van het grondwater met 300 mm. Dat houdt in dat ongeveer 470 mm per jaar voor gewasgroei beschikbaar is. Op basis van de opbrengstniveaus en het grote aandeel maïs (efficiënt waterverbruik) mag worden verwacht dat het verbruik minder is geweest dan de genoemde 450 mm. In de droge jaren 1992 en 1994 beregende De Marke met gemiddeld 53 mm/ha, in het natte jaar 1993 met 9 mm, omdat zelfs een nat jaar wel droge perioden kent. Vrijwel al dat water was nodig om voldoende gras te hebben voor beweiding.

Natuurwaarden

Doel op De Marke is behoud, herstel en ontwikkeling van natuur- en landschapswaarden. Het gaat om levensgemeenschappen en soorten die passen bij relatief droge omstandigheden en waarvan het beheer inpasbaar is in de bedrijfsvoering van een modern melkveebedrijf. Behalve om algemene natuur- en landschapswaarden (gemeenschappen en soorten van percelen, perceelsranden, wegbermen, houtwallen, bosjes, greppels, erfbeplanting, gebouwen en dergelijke) gaat het daarbij vooral om weidevogels. In de eerste fase is nog maar beperkt aandacht besteed aan deze doelstelling, enerzijds omdat de mineralendoelstellingen veel aandacht opeisten, anderzijds omdat de eigendomssituatie geen ingrepen in houtwallen, bosjes en dergelijke mogelijk maakte. De meeste aandacht is besteed aan weidevogels en broedvogels op het erf (beheer en inventarisatie), vlinders (inventarisatie), grasland (inventarisatie) en experimenteel randenbeheer (beheer en bodem- en gewasanalyse). Wat betreft weidevogelbescherming worden goede resultaten geboekt; slechts weinig nesten gaan verloren door werkzaamheden. Op het erf broedde in 1994 een kerkuilenaar. Voor het overige is de beheersperiode nog te kort om conclusies te kunnen trekken.

3.4. Economische resultaten

Voor het beoordelen van de economische prestaties van het experimentele bedrijfssysteem kunnen niet de feitelijke economische resultaten worden gebruikt. Het betreft immers een proefbedrijf, waarop extra investeringen zijn gedaan en extra kosten worden gemaakt voor onderzoek en waarvan bijvoorbeeld de verkaveling is afgestemd op onderzoekswensen (elke kavel bevat droge en vrij vochtige percelen). Vóór de start van het bedrijf is daarom vastgelegd dat de bedrijfseconomische resultaten zullen worden berekend door de op het bedrijf gemeten technische resultaten in te voeren in bedrijfseconomische modellen. Via deze modellen is dan vergelijking met andere systemen - bijvoorbeeld met minder zware milieurestricties - mogelijk.

Voor een grondige bedrijfseconomische evaluatie loopt het experiment nog te kort. Na afsluiting van het boekjaar 1994/95 lijkt er voldoende materiaal voorhanden. Vooralsnog moet worden volstaan met een evaluatie op grond van de LEI-boekhouding van het bedrijf, waarin de feitelijke economische resultaten worden vergeleken met gemiddelden van praktijkbedrijven op zandgrond met een vergelijkbare melkproductie/ha. Verschillen kunnen veroorzaakt worden door de milieumaatregelen die De Marke neemt maar ook door verschillen in bijvoorbeeld bodemkwaliteit (De meeste percelen van De Marke zijn uitzonderlijk droogtegevoelig). Uit de vergelijking blijkt dat de opbrengsten op De Marke lager zijn. Dit wordt veroorzaakt door een lagere omzet en aanwas. Dit is het gevolg van het streven niet meer jongvee aan te houden dan strikt noodzakelijk is (beperken voerverbruik). De voerkosten zijn relatief laag omdat minder (kracht)voer wordt aangekocht. De overige toegerekende kosten zijn op De Marke relatief hoog. Het saldo minus toegerekende kosten was in het boekjaar 1992/1993 per kg melk bijna 9 cent lager, in het daarop volgende jaar 4 cent. De bewerkingskosten zijn relatief laag, waarschijnlijk vooral omdat De Marke een groot bedrijf is. De kosten voor loonwerk, machines en werktuigen zijn hoger, vooral als gevolg van het telen en vervoederen van krachtvoervangers. Ook de kosten voor de gebouwen zijn relatief hoog.

4. Evaluatie van de onderzoeksmethode

Kort samengevat kan de gevolgde onderzoeksmethode als volgt worden gekarakteriseerd. Met bestaande en speciaal voor dit doel gemaakte modellen en rekenregels m.b.t veevoeding en gewasproductie zijn berekeningen gemaakt voor een groot aantal verschillende situaties. De uitkomsten daarvan zijn gebruikt om bedrijfssystemen te ontwikkelen (berekenen) die in theorie voldoen aan de gestelde doelen. Uit die verzameling theoretisch acceptabele systemen wordt één van de meest kansrijke en onderzoekstechnisch meest interessante op De Marke in praktijk gebracht, op functioneren beoordeeld en verder ontwikkeld. De Marke is dus in feite een onderzoeksaccommodatie die in haar geheel wordt gebruikt om één systeem te toetsen. Op het bedrijf wordt het functioneren van het systeem zo volledig mogelijk gekwantificeerd. Voor dat doel zijn o.a. een aantal 'meetglazen' aangelegd; bijvoorbeeld bodemprocessen worden op een aantal vaste plekken zeer nauwkeurig gevolgd en ook de individuele voederopname van dieren kan worden geregistreerd. Experimenten - bijvoorbeeld met behulp van proefvelden - zijn mogelijk voor zover ze het systeem niet noemenswaardig beïnvloeden. Potentiële verbeteringen waarvan nog weinig bekend is worden eerst getoetst door ze binnen het bedrijfssysteem als variant op te nemen. Resultaten van het onderzoek worden gebruikt om de oorspronkelijke rekenregels en modellen te verbeteren. Door andere omstandigheden te simuleren kan nagegaan worden hoe het systeem onder andere omstandigheden gefunctioneerd zou hebben. Er kan bijvoorbeeld berekend worden hoe het bedrijf gepresteerd zou hebben als alle percelen even productief waren geweest als de beste 10% van het bedrijf.

Deze optimalisatiemethode - ook wel 'prototyping' genoemd - heeft enkele belangrijke voordelen. Een integrale benadering op systeemniveau is mogelijk, de samenhang van processen wordt in beeld gebracht en de overdraagbaarheid van kennis wordt bevorderd. Door een brug te slaan van theorie naar experimentele toetsing wordt voorkomen dat achter het bureau te lang aandacht wordt besteed aan elementen die in de praktijk minder relevant zijn of - andersom - dat te weinig aandacht wordt besteed aan belangrijke punten. Prototyping is gefundeerd op een wisselwerking tussen theorie en praktijk. Binnen het landbouwkundig onderzoek is de methode vrij onbekend. Buiten de landbouw wordt de methode o.a. toegepast in de automatisering (bij zeer grote projecten waar veel mensen aan werken en het gevaar bestaat dat er afstemmingsproblemen ontstaan) en de auto-industrie (waar veel kennis moet worden geïntegreerd en er dus gemakkelijk iets over het hoofd gezien kan worden).

Prototyping heeft voor ons doel ook nadelen. Het experimentele systeem moet gekozen worden uit meerdere mogelijkheden, vergelijking van systemen is niet mogelijk omdat slechts één systeem in praktijk wordt gebracht dat zich bovendien ontwikkelt. Daardoor kunnen ook niet alle resultaten statistisch worden onderbouwd. Voor een goed beeld van het functioneren van het systeem moet het onderzoek vele jaren worden voortgezet om verschillende jaren als 'herhalingen' te laten dienen. Deze nadelen kunnen deels worden ondervangen door zeer uitgebreid te meten en een goede afstemming van het onderzoek met onderzoek elders. Variaties op onderdelen van het systeem kunnen op andere (proef)bedrijven worden getoetst

op hun waarde. De aanpak op De Marke is beschreven in een internationaal wetenschappelijk tijdschrift (Aarts e.a., 1992).

Tot nu toe voldoet de geschetste onderzoeksmethode goed. Er bleek voldoende kennis beschikbaar om bedrijfssystemen te bouwen en de praktijkresultaten van het beproefde systeem bleken niet al te sterk af te wijken van de prognoses. Er is - met een bescheiden hoeveelheid menskracht en een beperkt budget - een omvangrijk systeem van monitoring opgezet. De resultaten van onderzoek dat - door meerdere onderzoekers - op een aantal vaste waarnemingsplekken is verricht om een integraal beeld te vormen van de stikstofdynamiek van bodem en gewas zal binnenkort met een verslag en enkele wetenschappelijke publicaties worden afgerond. Experimenten hebben de gewenste inzichten opgeleverd en er zijn diverse verbeteringen in het systeem doorgevoerd. In de eerste fase is nog niet toegekomen aan extrapolatie. Het opzetten, doormeten en verbeteren van het systeem vergde alle aandacht. Een aantal oorspronkelijke rekenregels rond bemesting (eerstejaars grasland) en voeding (voederbieten) is bijgesteld. Het bleek moeilijk of te kostbaar te zijn bepaalde stromen - waaronder ammoniak - voldoende betrouwbaar te meten. Ook het effect van het weer bleek erg groot, met name de neerslag. Ook om die reden dient de proefperiode voldoende lang te zijn voordat met extrapolatie kan worden begonnen.

Duidelijk is geworden dat prototyping - zoals op De Marke bedreven - ervoor heeft gezorgd dat allerlei ideeën vanuit praktijk, onderzoek en beleid konden worden opgepikt en deels weer konden worden doorgegeven. Het prototype functioneerde als het ware als een katalysator voor ideeën. Ontelbaar zijn de discussies over het bedrijf als geheel en over bedrijfsonderdelen, gevoerd met bezoekers van het proefbedrijf. Hierdoor konden specifieke kennis en originele ideeën in het bedrijfssysteem worden verwerkt (bijvoorbeeld mestinjectie na ploegen maisland en inkuilen bietenblad op maïsstro), de laatste jaren in toenemende mate ook uit het buitenland. Een aantal vindingen van het proefbedrijf zijn door de praktijk overgenomen zodat intussen ook informatie wordt verkregen over het functioneren van elementen van het beproefde systeem op andere bedrijven (bijv. siëstabeweiding en mengkuil maïs/bieten).

5. Kennisoverdracht

De belangstelling voor De Marke is bijzonder groot. Vanaf de opening in 1992 tot eind 1994 zijn ongeveer 18.000 mensen op bezoek geweest. Een aantal 'vindingen' van het proefbedrijf is al door praktizerende melkveehouders opgepikt. Het bedrijf blijkt een duidelijke functie te hebben op het gebied van kennisoverdracht. De behoefte aan voorlichting staat wel eens op gespannen voet met de tijd die nodig is voor bedrijfsvoering en onderzoek. De Marke heeft daarom de mogelijkheden tot bezoek beperkt tot 3 dagen per week. Daarnaast is er eenmaal per jaar gedurende drie dagen Open Huis en worden verdeeld over de seizoenen themadagen georganiseerd. De excursie-agenda is doorgaans een half jaar van tevoren volgeboekt. Naast melkveehouders worden in toenemende mate vertegenwoordigers van andere doelgroepen ontvangen, zoals beleidsambtenaren en milieuorganisaties. De belangstelling uit het buitenland neemt gestaag toe. De Marke draagt daardoor bij aan de verbetering van het imago van de Nederlandse melkveehouderij.

In 1994 waren er 25 lezingen gehouden, voor in totaal 1500 personen. Tientallen artikelen verschenen in de vaktijdschriften en regionale dagbladen. In het vaktijdschrift Oogst verzorgt de bedrijfsleider een zeswekelijkse column. Ook de radio kent de weg naar De Marke (in 1994 drie maal).

Tabel 4.1. Aantallen bezoekers in 1994

categorie	aantal
<i>groepen</i>	
agrariërs/studieclubs/landbouworganisaties	3289
onderzoekers/beleidsmedewerkers	332
voortlichters/IKC-ers	200
scholieren	154
buitenlanders	418
overige	231
<i>bezoekers tijdens 'Open dagen'</i>	3050
<i>deelnemers themadag 'Weide en voederbouw'</i>	70
<i>totaal</i>	7744

6. Organisatie en samenwerking

Het onderzoek op De Marke is op de eerste plaats een gezamenlijke verantwoordelijkheid van AB-DLO, PR en CLM. Hiertoe is een raamproject geformuleerd. Op basis van het raamproject zetten de drie instellingen 0,8 à 1,0 onderzoeker in, waarvoor zij via De Marke worden vergoed. In het raamproject ligt het accent op het onderzoek aan het bedrijfssysteem als geheel. De drie instellingen hebben ieder de primaire verantwoordelijkheid voor een deel van het onderzoek, allereerst verdeeld naar de delen van de bedrijfscyclus:

- PR: dierlijke productie;
- CLM: mest en ammoniak;
- AB-DLO: plantaardige productie.

Daarnaast is het PR verantwoordelijk voor de bedrijfstechnische en -economische evaluatie en voor de projectcoördinatie. AB-DLO en CLM zijn verantwoordelijk voor de evaluatie van milieutechnische resultaten en natuurontwikkeling.

De aangegeven verdeling heeft in het algemeen goed gewerkt. Aansluitingsproblemen zijn creatief opgelost. Alle instellingen hebben positief kritisch meegedacht over elkaars terreinen. In de loop van de jaren is de verdeling enigszins gewijzigd. De evaluatie van mineralenstromen is de primaire verantwoordelijkheid van het AB-DLO geworden, die van andere milieu-aspecten en van natuuraspecten die van het CLM.

Al bij de start was het duidelijk dat een deel van het noodzakelijk geachte onderzoek - door omvang of vereist specialisme - niet binnen het raamproject kan worden uitgevoerd. Voor dat onderzoek werden daarom deelprojecten opgezet, veelal in samenwerking met op het desbetreffende terrein gespecialiseerde instellingen. In de eerste fase zijn de volgende deelprojecten tot stand gekomen:

- AB-DLO en SC-DLO: onderzoek aan gewas- en bodemparameters op 28 vaste waarnemingsplekken (vanaf 1991);
- AB-DLO: onderzoek naar denitrificatie (vanaf 1992);
- AB-DLO: onderzoek naar de effecten van hogere of lagere bemestingsniveaus van de gewassen op opbrengsten en emissies (1991 t/m 1994);
- AB-DLO: onderzoek naar de effecten van bemesting op het gedrag van klaver (1992 t/m 1994);
- AB-DLO: onderzoek naar de effecten van het plaatsen van drijfmest nabij de maïsrij (vanaf 1993);
- AB-DLO: onderzoek naar de mogelijkheden om een hoge fosfaattoestand van de bodem te saneren (vanaf 1993);
- PR: onderzoek naar de spreiding in individuele diervariatie in voeropname;
- CLM, LUW-Luchtkwaliteit en LUW-Meteorologie: onderzoek naar de ammoniakemissie van bemeste en bewaide percelen met behulp van gradiënt- en tunnelmethoden (1991 t/m 1993);

CLM en PR: onderzoek naar de ammoniakemissie van de stalvloer met behulp van een Lindvalldoos (1992 t/m 1994);

- CLM, LUW-Agrotechniek en IMAG-DLO: onderzoek naar de ammoniakemissie van de ligboxenstal met behulp van de CO₂ balansmethode (vanaf 1994);
- RIVM: onderzoek naar kwaliteit van grondwater (vanaf 1990);
- SC-DLO: onderzoek naar heterogeniteit van beweide grasland t.a.v. nitraatuitspoeling;
- SC-DLO: onderzoek naar de oorzaken van het afnemen van de P-beschikbaarheid in de bodem (1994).

Deze deelprojecten lopen naar wens. De tot 1994 verkregen resultaten zijn in het voorgaande meegenomen en geëvalueerd.

Het onderzoek op De Marke wordt behalve door medewerkers van de instellingen ook uitgevoerd door de technisch onderzoeker van De Marke. De onderzoekers van de drie instellingen vormen samen met de bedrijfsleider en de technisch onderzoeker het projectteam, de denktank van De Marke waarin ook de afstemming van bedrijfsvoering en onderzoeksuitvoering plaatsvindt. Het projectteam vergaderde in de eerste fase eens in de 4 à 6 weken. Aangevuld met bilateraal contact bleek dat voldoende om de taken naar behoren uit te voeren. Een belangrijk instrument voor het projectteam is het jaarlijkse onderzoeksplan, een concretisering van het algemene onderzoeksplan (De Marke rapport no. 1).

Naast het projectteam is er een onderzoekscommissie, die toeziet op de grote lijnen van het onderzoek en op de kwaliteit. Deelnemers zijn de instellingen die substantieel participeren in het systeemonderzoek op De Marke; in de eerste fase betrof dat AB-DLO, CLM, PR en SC-DLO. De onderzoekscommissie vergadert ca. 3 maal per jaar. Het eerste jaar richtte de onderzoekscommissie zich vooral op de invulling van de jaarlijkse onderzoeksplannen. Begin 1995 mondde een evaluatie van de onderzoekscommissie uit in een aangescherpte taakstelling en bijgestelde werkwijze:

- taakstelling: bijdragen aan integratie, evaluatie en vernieuwing van het onderzoek;
- werkwijze: thematische bespreking van resultaten tot nu toe en plannen voor vervolg op het desbetreffende thema.

De adviescommissie - die een maatschappelijk klankbord vormt - heeft op onderdelen suggesties aangedragen voor het onderzoek op De Marke.

De voorlichtingscommissie - met leden van bestuur, PR en CLM - vervulde een belangrijke rol bij het uitdragen van de resultaten van De Marke.

7. Perspectieven voor de tweede fase

In hoeverre zijn de doelen voor de eerste fase bereikt en welke doelen, vraagtekens en perspectieven zijn er voor de tweede fase? Het laat zich aanzien dat de voor de eerste fase gestelde milieunormen in 1995 en 1996 door het experimentele bedrijfssysteem De Marke goeddeels zullen worden gehaald. Ten opzichte van de prognoses ligt de belangrijkste beperking voor het realiseren van de gewenste stikstofbenutting nog in de veevoeding: de omzetting van N in voer naar N in melk en vlees lijkt beter te kunnen. Het is echter maar de vraag of het nog wel zinnig is de oorspronkelijk gewenste stikstofbenutting in de veevoeding te realiseren: de normen waarvan werd uitgegaan lijken krap en een verdere verarming van het rantsoen kan kostbaar zijn en risico's inhouden t.a.v. de melkproduktie en diergezondheid.

Het realiseren van de fosfaathnormen gaat waarschijnlijk gepaard met een daling van de P-toestand van de bodem tot niveaus waarbij maïs in de jeugdontwikkeling gehinderd wordt. Er is nog geen definitief antwoord te geven op de vraag hoe ver die daling doorzet, wat de consequenties voor gewasopbrengsten zullen zijn en welke technische oplossingen beschikbaar zijn.

De eerste fase heeft veel veronderstellingen en prognoses die zijn neergelegd in rapport no. 1 bevestigd en antwoorden gegeven op een aantal belangrijke vragen. Aan de andere kant zijn er nog belangrijke vraagtekens, knelpunten en taken die overblijven uit eerste fase. De belangrijkste zijn:

- de mogelijkheden om gewaskeuze, rantsoen en voersysteem in de praktijk zodanig vorm te geven dat de potentieel haalbare voedingsefficiëntie wordt gerealiseerd; in samenhang daarmee de vraag of een hoge produktie per koe wel voordeel biedt (effect op voerbenutting en duurzaamheid);
- de effecten van lagere bemestingsniveau's en gewasrotaties op de langere termijn op de bodemvruchtbaarheid (fosfaattoestand, stikstofmineralisatie, organische stof), gewasopbrengst en gewaskwaliteit (P-gehalte);
- feitelijke emissies, vooral van ammoniak;
- de economische prestatie van het neergelegde bedrijfssysteem;
- het toetsen en verbeteren van de rekenregels en modellen waarop de oorspronkelijke bedrijfsopzet van De Marke is gebaseerd;
- het simuleren van het gedrag van De Marke bij gewijzigde omstandigheden;
- het extrapoleren naar andere bedrijfsomstandigheden.

De genoemde vraagtekens, knelpunten en taken zijn uit onderzoeksoogpunt van groot belang. Zij maken het noodzakelijk om in de tweede fase de hoofdlijn van het onderzoek voort te zetten: het ontwikkelen van een duurzaam bedrijfssysteem dat voldoet aan de stringente milieunormen van de toekomst - met daarbij accenten op stikstof en fosfaat - en dat mogelijkheden biedt tot extrapolatie. Een belangrijke wijziging in verkaveling,

grondgebruik of bemestingsniveau zou het onmogelijk maken in de nabije toekomst harde uitspraken te doen over de uiteindelijke bodemvruchtbaarheid. Een belangrijk deel van de inspanningen gedaan in de eerste fase zou dan teniet worden gedaan en een van de meest klemmende vragen zou onbeantwoord blijven.

De invulling van de tweede fase kan niet alleen worden beschouwd vanuit de voortgang van het onderzoek op De Marke zelf. Ook de maatschappij en het onderzoek zijn inmiddels ca. 5 jaar verder. We noemen enkele belangrijke ontwikkelingen:

- het NMP is nog steeds een essentieel document maar niet meer zaligmakend; ook andere documenten moeten in beschouwing worden genomen om te bepalen waaraan duurzame melkveehouderij moet voldoen;
- de discussie over stikstof- en fosfaatnormen voor de landbouw is mede door de publikatie van de resultaten van de N- en P-deskstudies in volle gang. De deskstudies maken duidelijk dat voortgaand onderzoek nodig is om bedrijfsnormen te kunnen stellen waarmee de milieukwaliteitsnormen zullen worden gerealiseerd;
- de belangstelling voor beperking van energie- en grondwaterverbruik en voor agrarisch natuurbeheer is sterk toegenomen;
- de perspectieven voor de melkveehouderij bieden weinig ruimte voor kostprijsverhogende maatregelen;
- er is een versterkte trend om agrarische productie zichzelf te laten bedruipen- binnen harde milieुरandvoorwaarden - en vanuit de maatschappij alleen beheer van natuur en landschap te belonen.

Oorspronkelijke doelen, ervaringen en ontwikkelingen hebben consequenties voor de tweede fase van De Marke:

- de N- en P-doelen moeten in principe worden gehandhaafd, maar lichte aanpassingen op basis van actuele discussies over N- en P-normen zijn wenselijk. De bedrijfsopzet moet op hoofdlijnen gelijk blijven en het meten van de P- en N-stromen van het bedrijf dient te worden gecontinueerd;
- doelstellingen op vlak van waterverbruik, energieverbruik en natuurbeheer dienen te worden versterkt, dus ook voor deze doelen moeten normen gaan gelden (i.p.v. streefwaarden);
- extra aandacht dient te worden besteed aan de effecten van het systeem op de vruchtbaarheid van de bodem, daaraan aangepaste bemestingsstrategieën (bijv. betere benutting P in dierlijke mest) en de gezondheid van het vee;
- de economische analyse dient te worden uitgevoerd, evenals de extrapolatie van de resultaten van De Marke (via verbeterde rekenregels en modellen).

Literatuur

- 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., E.E. Biewinga, G. Bruin, B. Edel & H. Korevaar, 1988. Melkveehouderij en milieu; een aanpak voor het beperken van mineralenverliezen. PR-rapport 111, CLM-rapport PM 2, CABO-verslag 79.
- Biewinga, E.E, B.H.W. Edel & F. Stouthart, 1987. Naar een proefbedrijf melkveehouderij en milieu; eerste deel van een voorstudie. CLM, Utrecht

Rapporten De Marke

- Nr. 1. Melkveehouderij bij stringente milieunormen – Bedrijfs- en onderzoeksplan van het Proefbedrijf voor Melkveehouderij en Milieu. 1992. 284 pag.
- Nr. 2. Een verkenning van bodemeigenschappen en gewasproductie op de locatie van het Proefbedrijf voor Melkveehouderij en Milieu. CABO-DLO intern verslag. 1990. 65 pag.
- Nr. 3. Technische mogelijkheden voor de teelt van voedergewassen ten behoeve van rundvee. CABO-DLO-verslag 131. 1990. 58 pag.
- Nr. 4. De bodemgesteldheid van het Proefbedrijf voor Melkveehouderij en Milieu te Hengelo (Gld.): resultaten van een bodemgeografisch onderzoek. SC-DLO-rapport 66. 1992. 50 pag.
- Nr. 5. Gewasbeschermingsplan van het Proefbedrijf voor Melkveehouderij en Milieu. CLM-notitie 75. 1991. 49 pag.
- Nr. 6. Energieplan van het Proefbedrijf voor Melkveehouderij en Milieu. CLM-notitie 76. 1991. 55 pag.
- Nr. 7. Natuurplan van het Proefbedrijf voor Melkveehouderij en Milieu. CLM-notitie 77. 1991. 49 pag.
- Nr. 8. Verslag van experimenteel onderzoek op grasland, maïs en voederbieten, in 1990 uitgevoerd op 'De Marke', Proefbedrijf voor Melkveehouderij en Milieu te Hengelo (Gld.). CABO-DLO-verslag 159. 30 pag.
- Nr. 9. Verklaring van de variabiliteit van nitraatconcentraties op 1 m - mv. onder beweide grasland door simulatie. SC-DLO-rapport 243. 1993. 76 pag.
- Nr. 10. Tussenbalans 1992-1994. Proefbedrijf voor Melkveehouderij en Milieu. 1994. 160 pag.
- Nr. 11. Veldproeven met gras, klaver, maïs en voederbieten. Onderzoek op De Marke in 1991. 1995. 27 pag.
- Nr. 12. Weide- en voederbouw op De Marke: op zoek naar de balans tussen productie en emissie. 1995. 90 pag.