De Marke

Proefbedrijf voor
Melkveehouderij en Milieu

PR

CLM
Centrum voor Landbouw en Milieu

AB-DLO

Landbouwuniversiteit Wageningen
Vakgroep Agrarische Bedrijfseconomie

De invloed van milieu-maatregelen op het bedrijfs-resultaat van proefbedrijf De Marke

Een modelstudie

542.395

Ine van Deurzen
Paul Berentsen
Gerard Giesen

Vakgroep Agrarische Bedrijfseconomie
Landbouwuniversiteit Wageningen

Rapport no. 17
September 1996

Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR)

Voorwoord

Dit rapport is het resultaat van onderzoek in het kader van een afstudeervak bij de vakgroep Agrarische Bedrijfseconomie aan de Landbouwuniversiteit Wageningen. Tijdens dit afstudeervak is onderzoek gedaan naar de extra kosten c.q. opbrengsten van de (milieu-)technische maatregelen die het landelijk proefbedrijf voor Melkveehouderij en Milieu De Marke neemt om te kunnen voldoen aan de zichzelf opgelegde stringente milieunormen.
Voor dit onderzoek waren veel gegevens van De Marke nodig. Hiervoor is hulp en toelichting gegeven door Gerjan Hilhorst, Frits van der Schans en Carel de Vries. Deze mensen willen we ook bedanken voor de nuttige adviesen en tips tijdens het onderzoek.

Ine van Deurzen
Paul Berentsen
Gerard Giesen

Samenvatting

De Marke is het landelijk proefbedrijf voor Melkveehouderij en Milieu op zandgrond. Het bedrijf is officieel van start gegaan in mei 1992.
Doelstelling van het proefbedrijf is het ontwikkelen en demonstreren van een zo rendabel mogelijk bedrijfssysteem voor grondgebonden melkveehouderij dat voldoet aan de toekomstige stringente milieunormen voor mineralen (met name stikstof, fosfaat en kalium) en systeemvreemde stoffen (zoals bestrijdingsmiddelen). Nevendoelstellingen zijn gericht op broeikasgassen, energie en grondstoffen (incl. grondwater) en natuurwaarden. Uit een onlangs opgesteld evaluatierapport is gebleken dat aan de gestelde milieunormen naar tevredenheid is voldaan. Ten behoeve van de evaluatie van de economische resultaten wordt een boekhouding bijgehouden door LEI-DLO waarmee het mogelijk is om De Marke technisch en economisch te vergelijken met andere LEI-DLO-melkveebedrijven. De resultaten van deze bedrijfsvergelijking geven echter geen concreet antwoord op de volgende vraag:

'Wat zijn de extra kosten c.q. opbrengsten van de (milieu-)technische maatregelen die De Marke neemt om te kunnen voldoen aan de zichzelf opgelegde stringente milieunormen'

Een milieu-economisch model is het meest geschikt om hierop antwoord te geven. Allereerst is een literatuurstudie gedaan naar het meest geschikte bestaande model dat als uitgangspunt kan dienen voor dit milieu-economisch model. Uit vergelijking van het BBPR-model (bedrijfsbegrotingsprogramma rundveehouderij), het RUMIGAME-model en het lineair programmerings-model van de vakgroep agrarische bedrijfseconomie is het laatste model gekozen op grond van geschiktheid, inzichtelijkheid en mogelijkheid tot weergave van een praktijksituatie. Na deze keuze is het bedrijfssysteem van De Marke geanalyseerd. Belangrijk hierbij zijn de doelstellingen en de manier waarop deze doelstellingen worden bereikt. Deze analyse was nodig om van het lineair programmerings-model van de vakgroep agrarische bedrijfseconomie een milieu-economisch model voor De Marke te maken. Aan het LP-model is daartoe o.a. aan-gepast/toegevoegd:

- de voederbehoefte van de droogstaande en lacterende melkkoeien;
- de voederrantsoenen van het vee;
- het vervangingspercentage zoals dat geldt op De Marke;
- de emissie-arme stal;
- wat betreft de aanwending van organische mest is alleen zodebemesting op grasland of mestinjectie op bouwland mogelijk;
- de gewassen en hun opbrengsten zoals deze op De Marke verbouwd worden in de vaste vruchtwisseling;
- de kosten en opbrengsten zoals deze in 1994-1995 golden op De Marke.

Op basis van de werkelijke gegevens van De Marke is het ontwikkelde model gevalideerd.
Om de kosten c.q. opbrengsten van de verschillende milieumaatregelen te bepalen zijn de volgende situaties geoptimaliseerd:

1. Het gevalideerde model maar dan zonder vaste vruchtwisselingseisen en vaste voederrantsoenen.
2. Situatie 1 met een aangepaste 'normale' stal- en weideperiode.
3. Situatie 1 met daarin extra beperkingen zodat dezelfde milieu-eisen als in het gevalideerde model worden behaald.

De belangrijkste conclusies uit het onderzoek zijn:

- De kosten van milieumaatregelen die betrekking hebben op het bouwplan en de veevoeding voor De Marke bedragen fl. 7798,- per jaar.
- De kosten van de kortere weideperiode zoals op de Marke bedragen fl. 5849,- per jaar.
- De totale extra jaarlijkse vaste kosten voor de milieumaatregelen op de Marke bedragen fl. 24796,-.
- De totale kosten van de milieumaatregelen van De Marke bedragen fl. 36218,-. Dit komt overeen met fl. 0,055 per kg geleverde melk.
- De kosten van het verlagen van het stikstofoverschot bedragen fl. 14,67 per kg stikstof. Hierbij gaat het om een verlaging van het stikstofoverschot van 236,8 kg N/ha naar 194,7 kg N/ha.
- Om te kunnen voldoen aan de scherpe milieu-stikstof-eisen die De Marke zichzelf stelt is het financieel aantrekkelijker om meer grasland met een lager stikstofbemestingsnivo op te nemen in het bouwplan dan om het rantsoen van de melkkoeien rond te zetten met minder grasland met een hoger bemestingsnivo zoals nu gebeurt.

Inhoudsopgave

Voorwoord 1

Samenvatting 2

1 Inleiding 1

2 Keuze van het model 3
2.1 Het BBPR-model 3
2.2 Het RUMIGAME-model 4
2.3 Het LP-model van de vakgroep agrarische bedrijfseconomie 6
2.4 Keuze van het model 7

3 Beschrijving van het bedrijfssysteem De Marke 9
3.1 Algemene doelstelling en projektopzet 9
3.2 Het bedrijfssysteem van De Marke 9
3.2.1 Veestapel en veevoeding 10
3.2.2 Organische mest 10
3.2.3 Bodem en gewas 11
3.2.4 Overige maatregelen 12

4 Opzet van het model voor De Marke 13
4.1 Opzet van het huidige LP-model 13
4.1.1 Veestapel en veevoeding 15
4.1.2 Organische mest 16
4.1.3 Bodem en gewas 17
4.2 Het model voor De Marke 18
4.2.1 Veestapel en veevoeding 18
4.2.2 Organische mest 20
4.2.3 Bodem en gewas 20
4.3 Validatie van het model 21
4.3.1 Modelaanpassing voor de validatie 21
4.3.3 Aanvullende aanpassingen van het model 26

5 Resultaten 28
5.1 Door te rekenen alternatieven 28
5.2 Resultaten berekeningen 29
5.2.1 Vruchtwisselingseisen 30
5.2.1.1 Technische resultaten 30
5.2.1.2 Milieu resultaten 32
5.2.1.3 Financiële resultaten 34

5.2.2 Lengte stal- en weideperiode 35
5.2.2.1 Technische resultaten 35
5.2.2.2 Milieuresultaten 37
5.2.2.3 Financiële resultaten 37
5.2.3 Management-effect 38
5.2.3.1 Technische resultaten 38
5.2.3.2 Milieuresultaten 39
5.2.3.3 Financiële resultaten 40
5.3 Vaste kosten 41
5.4 Samenvatting resultaten 41

6 Discussie en conclusies 43
6.1 Uitgangspunten van het model 43
6.2 Resultaten van de berekeningen 44
6.3 Conclusies 45

Literatuurlijst 46

Bijlagen 48

1 Inleiding

De Marke is het landelijk proefbedrijf voor Melkveehouderij en Milieu op zandgrond. Het bedrijf is officieel van start gegaan in mei 1992. Doelstelling van het proefbedrijf is het ontwikkelen en demonstreren van een zo rendabel mogelijk bedrijfssysteem voor grondgebonden melkveehouderij dat voldoet aan de toekomstige stringente milieunormen voor mineralen (met name stikstof, fosfaat en kalium) en systeemvreemde stoffen (zoals bestrijdingsmiddelen). Nevendoelstellingen zijn gericht op broeikasgassen, energie en grondstoffen (inclusief grondwater) en natuurwaarden.
Uit een onlangs opgesteld evaluatierapport is gebleken dat aan de gestelde milieunormen naar tevredenheid is voldaan. Ten behoeve van de evaluatie van de economische resultaten wordt door LEI-DLO een technisch/economische boekhouding bijgehouden. Hiermee is het mogelijk om De Marke technisch en economisch te vergelijken met andere LEI-DLO-melkveebedrijven. Doordat De Marke pas enkele boekjaren loopt is alleen een externe bedrijfsvergelijking uitgevoerd. De resultaten van deze bedrijfsvergelijking geven echter geen concreet antwoord op de volgende vraag:

> *' Wat zijn de extra kosten c.q. opbrengsten van de (milieu-)technische maatregelen die De Marke neemt om te kunnen voldoen aan de zichzelf opgelegde stringente milieunormen?'*

De praktijk is zeer geïnteresseerd in het antwoord op deze vraag. Deze vraag kan niet beantwoord worden met externe bedrijfsvergelijking omdat daarbij steeds de vraag blijft of het managementniveau op De Marke vergelijkbaar is met de praktijk. Berekeningen met een milieu-economisch model zijn beter geschikt.
De doelstelling van deze studie is tweeledig:

1. Het ontwikkelen van een milieu-economisch model voor De Marke waarmee de invloed van milieu-maatregelen op het bedrijfsresultaat van De Marke kan worden bepaald.
2. Het bepalen met behulp van het ontwikkelde model van de invloed van milieumaatregelen op het bedrijfsresultaat van De Marke.

Voor het bereiken van de eerste doelstelling wordt een geschikt bestaand model gekozen dat als uitgangspunt kan dienen voor het te ontwikkelen model. Hiertoe worden verschillende bestaande modellen met elkaar vergeleken en wordt op basis van een aantal criteria het meest geschikte model gekozen. Vervolgens wordt dit model aangepast aan het bedrijfssysteem van De Marke. Tenslotte vindt validatie plaats van het ontwikkelde model op basis van de werkelijke gegevens van De Marke. Voor het bereiken van de tweede doelstelling wordt het ontwikkelde milieu-economisch model voor De Marke gebruikt voor het doorrekenen van de volgende situaties:

1. De basissituatie zoals deze geldt op De Marke in het basisjaar 1994-1995.
2. Dezelfde situatie, maar dan zonder vaste vruchtwisselingseisen en vaste voederrantsoenen.
3. Situatie 2 met een aangepaste 'normale' stal- en weideperiode.
4. Situatie 2 met daarin extra beperkingen zodat dezelfde milieu-eisen als in de basissituatie worden behaald.

Door vergelijking van de behaalde bedrijfsresultaten wordt de invloed van de verschillende milieumaatregelen op het bedrijfsresultaat bepaald.

Hoofdstuk 2 bevat de keuze van het model dat als uitgangspunt dient voor het te ontwikkelen milieu-economisch model. In hoofdstuk 3 wordt een beschrijving gegeven van het bedrijfssysteem van De Marke. Deze beschrijving is de basis voor de opzet van het milieu-economische model. De opzet en de validatie van het milieu-economisch model worden besproken in hoofdstuk 4. De verschillende door te rekenen situaties en de resultaten van deze berekeningen worden besproken in hoofdstuk 5. Hoofdstuk 6 bevat de discussie en conclusies.

2 Keuze van het model

Als uitgangspunt voor het te ontwikkelen milieu-economisch model voor De Marke wordt een keuze gemaakt uit de volgende bestaande modellen:

- BBPR-model;
- RUMIGAME-model;
- LP-model van de vakgroep agrarische bedrijfseconomie.

Genoemde modellen komen in aanmerking omdat deze in tegenstelling tot andere modellen een compleet melkveebedrijf beschrijven.

In de eerste paragrafen wordt een beschrijving gegeven van de modellen. Hierbij wordt antwoord gegeven op de volgende vragen:

- Door wie is het model ontwikkeld?
- Voor welk doel is het model ontwikkeld?
- Wat voor soort model is het?
- Hoe ziet het model eruit?
- Welke resultaten volgen uit het model?
- Wat zijn de mogelijkheden om een praktijksituatie weer te geven?

Vervolgens worden de kriteria gegeven waaraan het model voor De Marke moet voldoen en vindt de keuze van het model plaats.

2.1 Het BBPR-model

BBPR staat voor BedrijfsBegrotingsProgramma Rundveehouderij. Het is een simulatiemodel dat ontwikkeld is door het Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij (PR) en gebaseerd op een aantal deelmodellen. De deelmodellen betreffen zowel (milieu-)technische als economische en financiële onderdelen van melkveebedrijven. Het doel van BBPR is de melkveehouder helpen bij het kiezen van de beste aanpassingen in de bedrijfsopzet en de bedrijfsvoering. (Anonymous, 1991; Mandersloot en Van der Meulen, 1991; Mandersloot e.a.,1991).

Het BBPR-model is een simulatiemodel. Dit houdt in dat het model een melkveebedrijf simuleert met de gegevens die door de gebruiker van het model zijn ingegeven. Hierbij worden vaste rekenregels gebruikt. Het model is statisch, wat betekent dat één periode wordt gesimuleerd. Resultaten van voorgaande perioden worden daarbij buiten beschouwing gelaten en de resultaten die het model produceert worden niet automatisch meegenomen bij een eventuele simulatie van een volgende periode.

In figuur 2.1 is een overzicht gegeven van de modellen die ten grondslag liggen aan BBPR. In BBPR zijn alle bedrijfsonderdelen vanuit een bedrijfseconomische invalshoek samengevoegd tot een bedrijf. Bij het berekenen van opbrengsten en kosten speelt de voedervoorziening een belangrijke rol. Met het programma normen voor de voedervoorziening kunnen overzichten voor de voedervoorziening berekend worden. Aan het programma normen voor de voedervoorziening ligt een groot aantal berekeningen met simulatiemodellen ten grondslag. Een simulatie begint met het grasgroeimodel dat de voederwaarde van het weidegras berekent. Deze voederwaarde is een noodzakelijk gegeven voor het berekenen van de grasopname van de veestapel met de diermodellen. Het weideseizoen wordt in vier perioden verdeeld en voor elke periode wordt een gemiddelde voederwaarde berekend. Vervolgens wordt de dagelijkse grasopname van de veestapel bij het opgegeven beweidingssysteem berekend met de diermodellen. Wanneer de dagelijkse grasopname van de veestapel berekend is kan het graslandgebruik nagebootst worden met het graslandgebruiksmodel. Er is nu bekend hoeveel wintervoer voor de winterperiode beschikbaar is en wat de voederwaarde van dit voer is. Deze waarden zijn invoer voor de diermodellen waarmee de

bijbehorende voeropname, de aanvulling met ruw- en/of krachtvoer en de gerealiseerde melkproduktie worden berekend.

Figuur 2.1 Overzicht van de simulatiemodellen die bij het PR ontwikkeld zijn
(Bron: Mandersloot en Van der Meulen, 1991)

Informatie uit het programma normen voor de voedervoorziening wordt voor een deel rechtstreeks gebruikt in het bedrijfsbegrotingsprogramma. Daarnaast is deze informatie ook nodig in een aantal economische deelprogramma's. Deze deelprogramma's berekenen de kengetallen die betrekking hebben op opbrengsten en kosten die samenhangen met bepaalde onderdelen van het bedrijf. Ook zijn twee milieuprogramma's opgenomen, deze berekenen een interne en een externe mineralenbalans. De externe mineralenbalans geeft weer hoeveel stikstof, fosfaat en kali aangevoerd worden op een bedrijf, hoeveel van deze mineralen afgevoerd worden van het bedrijf en hoeveel mineralen per saldo verloren gaan. De interne mineralenbalans beschrijft de mineralenstromen binnen de verschillende onderdelen van het veehouderijbedrijf. Als aanpassingen in de bedrijfsvoering met grote investeringen gepaard gaan is het zinvol ook naar de financiering van deze aanpassingen te kijken. Hiervoor is een programma voor het maken van een financieringsbegroting gekoppeld aan de bedrijfsbegroting.
Het BBPR-model levert als belangrijkste kengetallen technische resultaten, de externe en interne mineralenbalansen, het saldo opbrengst min toegerekende kosten en het netto bedrijfsresultaat. De resultaten zijn vooral bedoeld voor het vergelijken van verschillende situaties. De opbouw van de bedrijfsbegroting is weergegeven in tabel 2.1.

Tabel 2.1 Opbouw bedrijfsbegroting

Opbrengsten	
Voerkosten	-/-
Saldo opbrengst min voerkosten	
Toegerekende kosten	-/-
Saldo opbrengst min toegerekende kosten eigen mechanisatie/loonwerk	
Niet-toegerekende kosten	-/-
Netto bedrijfsresultaat	
Berekend loon ondernemer	+
Arbeidsopbrengst	

(Bron: Mandersloot e.a., 1991)

Door het invoeren van de juiste kengetallen kan een praktijksituatie met behulp van het BBPR-model worden gesimuleerd. De grasopbrengst wordt echter volledig gesimuleerd, de werkelijke grasopbrengsten kunnen hierdoor dus niet worden ingevoerd in het model.

2.2 Het RUMIGAME-model

Rumigame is een educatief simulatiemodel voor melkveehouderij en milieu. Het is ontwikkeld door:

- Prof. H.C. van Hall Instituut in Groningen;
- Interfacultaire vakgroep Energie en Milieukunde van de Rijksuniversiteit Groningen;
- IKC-melkveehouderij en milieu;
- STOAS-sector Agrimedia.

Het is een computersimulatiemodel dat inzicht geeft in de relaties tussen de bedrijfsvoering op een melkveebedrijf, de milieu-effekten, de natuurwaarden en economisch resultaat. De achterliggende gedachte is: met minder kunstmest en krachtvoer en technische maatregelen (onder andere ter vermindering van lekken in de mineralenstroom) is het mogelijk het inkomensniveau te handhaven en de milieubelasting te minimaliseren. (Handleiding Rumigame, 1993).

Rumigame is een dynamisch simulatiemodel. Dit houdt in dat het model een melkveebedrijf simuleert over een bepaald aantal jaren met behulp van de ingevoerde gegevens. Hierbij zijn beslissingen die dit jaar genomen zijn van invloed op het resultaat van volgend jaar. In stappen kan steeds een nieuwe periode worden gesimuleerd, waarbij de financiële positie en de milieutoestand van jaar tot jaar worden meegenomen.

Rumigame simuleert een vereenvoudigd melkveebedrijf zonder jongvee op zandgrond. De stal heeft standaard een roostervloer met daaronder een drijfmestkelder. Wanneer het model gebruikt gaat worden dienen eerst de bedrijfsopzet en bedrijfsvoering ingevoerd te worden. Onder de bedrijfsopzet valt:

- De plattegrond: Hiermee kan per gewas de gewaskeuze, grondwatertrap en fosfaatverzadiging worden ingesteld. De kievitpopulatie kan per perceel bekeken worden.
- De balans: De beginbalans kan volledig worden samengesteld.
- Grond: Er wordt uitgegaan van 30 ha. Er kan grond worden aangekocht of verkocht met of zonder melkquotum. Het totaal aantal percelen blijft gelijk.
- De veestapel: Het aantal melkkoeien kan worden ingesteld tussen 30 en 120, daarnaast kan het vervangingspercentage worden ingesteld. Er kunnen ook koeien aangekocht of verkocht worden.
- Mestopslag: De mestopslagcapaciteit kan worden ingesteld, deze kan eventueel worden vergroot.
- Hypotheek: Deze heeft een looptijd van 30 jaar.

Onder bedrijfsvoering valt:

- Gewaskeuze: Per perceel kan worden aangegeven of er gras, maïs of voederbieten worden geteeld.
- Het beweidingssysteem: Er kan gekozen worden tussen onbeperkt weiden en beperkt weiden.
- De bemesting: Het stikstofregime voor grasland, maïsland en voederbieten kan worden ingesteld. Ook de organische mestplanning en inwerkmethode kan worden ingesteld.
- Voederrantsoen: De simulatie komt zelf met een mogelijke rantsoensamenstelling. Dit rantsoen kan gewijzigd worden.
- Beheersmaatregelen: Hiermee kan invloed worden uitgeoefend op de kievitpopulatie en de perceelsrandvegetatie.

Nadat deze gegevens zijn ingevoerd kan de simulatie gestart worden. Eerst vindt de berekening plaats van de graslandgebruikskalender, deze kan ook handmatig worden samengesteld. Daarna vinden de berekeningen plaats.

Het rumigame model geeft financiële resultaten, milieu-resultaten, natuurwaarden en een logboek. De financiële resultaten bestaan uit :

- een financieel overzicht, dit is een samenvattend overzicht met daarin:
  - het bedrijfssaldo, dit bestaat uit de opbrengsten van melkgeld, omzet en aanwas en verkoop voer minus de toegerekende kosten voor de veestapel, het grasland, de maïs en voederbieten;
  - de niet toegerekende kosten;
  - het arbeidsinkomen;
  - besparingen;
  - liquiditeit;
- eindbalans;
- specificatie leningen.

De milieu-resultaten bestaan uit de mineralenbalans, de N-cyclus, de N-uitspoeling, de ammoniak-emissie, denitrificatie, N in humus, de fosfaatuitspoeling en de fosfaatvoorraad. De natuurwaarden zijn de waardevolle aspecten van een bepaald gebied, zoals natuurschoon en het voorkomen van bepaalde plant- en diersoorten. De resultaten van de natuurwaarden zijn de kievitpopulaties en de perceelsrandvegitaties. In het logboek wordt de bedrijfsvoering van de afgelopen jaren bijgehouden.
Een groot deel van de modelvariabelen is met een apart instelprogramma te wijzigen. Dit maakt het in principe mogelijk om een praktijksituatie weer te geven. Zoals bij het BBPR-model kan ook bij Rumigame niet de werkelijke grasopbrengst worden ingevoerd, deze opbrengst wordt door het model zelf bepaald.

2.3 Het LP-model van de vakgroep agrarische bedrijfseconomie

LP-model staat voor Lineair Programmeringsmodel. Het model is ontwikkeld door de vakgroep Agrarische bedrijfseconomie van de Landbouwuniversiteit Wageningen en is opgesteld om de doelen van een breder project te realiseren. Het doel van dat project is analyse van mogelijke effekten van veranderende omstandigheden op Nederlandse melkveebedrijven. De effekten op bedrijfsniveau van deze veranderende omstandigheden worden zichtbaar in het bedrijfsplan, de bedrijfseconomische en de milieutechnische resultaten. (Berentsen en Giesen, 1995).
Het LP-model is een statisch optimaliseringsmodel. De algemene structuur van het model heeft de vorm van een standaard lineair programmeringsmodel. De arbeidsopbrengst wordt gemaximaliseerd. De relevante technische mogelijkheden worden weergegeven door aparte aktiviteiten in de matrix. Groepen aktiviteiten die worden onderscheiden zijn:

- voederproduktie voor eigen gebruik;
- voederproduktie voor verkoop;
- aankoop van voedermiddelen;
- de produktie van de dieren;
- verschillende mogelijkheden van mestaanwending;
- aankoop en aanwending van verschillende soorten kunstmest;
- werkzaamheden zoals bijvoorbeeld het maaien van gras in eigen mechanisatie of loonwerk;
- machines die aangekocht kunnen worden als werkzaamheden in eigen mechanisatie worden uitgevoerd.

De rijen in deze matrix vormen de beperkingen die gegeven worden door de technische relaties tussen de aktiviteiten. Groepen beperkingen betreffen:

- de beschikbare vaste produktiemiddelen van het bedrijf (grondareaal, melkquotum, stalcapaciteit) en de beschikbare arbeid;
- de voederbehoeften en het voederaanbod ;
- de bemesting van de gewassen;
- de aanwendingseisen voor organische mest;
- interne en externe mineralenbalansen stellen eisen aan de verliezen van N, P_2O_5 en K_2O;
- koppeling tussen produktie aktiviteiten en werkzaamheden;
- koppeling tussen werkzaamheden die met eigen mechanisatie worden uitgevoerd en machines.

Gegeven de doelfunktie bepaalt een oplossingsprocedure de optimale oplossing waarbij alle activiteiten en beperkingen simultaan in overweging worden genomen.
Het LP-model geeft technische-, economische- en milieu-resultaten. Het is eenvoudig uit te breiden of aan te passen aan een nieuwe of veranderde situatie.

2.4 Keuze van het model

Om een geschikt model te kiezen dat als uitgangspunt kan dienen voor het te ontwikkelen milieu-economisch model van De Marke is het belangrijk dat de kriteria waaraan het model moet voldoen duidelijk zijn. Drie kriteria kunnen worden onderscheiden:

1. Het model moet geschikt zijn voor het doel waarvoor het gebruikt gaat worden

Dat wil zeggen dat met het model:

- de invloed van milieumaatregelen op het bedrijfsresultaat van De Marke bepaald kan worden;
- de bedrijfseconomische gevolgen van alternatieve milieu-economische plannen voor De Marke kunnen worden bepaald.

Om hieraan te kunnen voldoen moet het mogelijk zijn om met behulp van het model meerdere bedrijfsvoeringen door te rekenen en de resultaten ervan te vergelijken. Een simulatiemodel is hiervoor minder geschikt dan een optimaliseringsmodel. Dit moge blijken uit het volgende voorbeeld.

Een melkveebedrijf wil weten of het opnemen van voederbieten in het rantsoen voor de melkkoeien een gunstig effect heeft op de arbeidsopbrengst van het bedrijf. Om dit te bepalen worden met een simulatiemodel twee simulaties uitgevoerd, één zonder opname van voederbieten in het rantsoen en één met opname van voederbieten in het rantsoen. Vervolgens worden beide situaties vergeleken om te beoordelen of opname van voederbieten in het rantsoen een gunstig effect heeft op de arbeidsopbrengst. Een dergelijke vergelijking kan echter een vertekend beeld geven. In combinatie met een andere maatregel, bijvoorbeeld een wijziging in het bouwplan, zou het effect op de arbeidsopbrengst gunstiger kunnen zijn. Welke extra maatregel er genomen zou kunnen worden om een maximale arbeidsopbrengst te behalen waarbij voederbieten zijn opgenomen in het rantsoen is niet bekend. Wanneer een optimaliseringsmodel wordt gebruikt worden eveneens twee berekeningen uitgevoerd, één zonder opname van voederbieten en één met opname van voederbieten in het rantsoen. Bij de berekeningen wordt nu steeds de bedrijfsvoering zo aangepast dat onder de gegeven voorwaarden naar een maximale arbeidsopbrengst wordt gestreefd. Doordat de beide situaties nu met hetzelfde doel worden doorgerekend kan een veel betrouwbaardere conclusie worden getrokken.

Hieruit volgt dat het LP-model geschikter is dan het BBPR-model en het Rumigame-model.

2. Het model moet inzichtelijk zijn

Dit houdt in dat het model zo doorzichtig is dat:

- duidelijk gevolgd kan worden welke stappen zich afspelen in het model;
- de resultaten eenvoudig te interpreteren zijn;
- van de resultaten bepaald kan worden hoe ze tot stand zijn gekomen.

Het BBPR-model en het Rumigame-model zijn niet zo doorzichtig. Het is niet te zien welke waarden volgen uit de simulaties en welke waarden als gegeven zijn beschouwd in de berekeningen. De bereikte (milieu-)technische en bedrijfseconomische resultaten worden duidelijk weergegeven, maar het is niet eenvoudig te achterhalen hoe deze tot stand zijn gekomen. Bij het LP-model is wel bekend wat er gebeurt, mits men bekend is met de werking van een lineair programmeringsmodel. Nadeel van het LP-model is dat het erg omvangrijk is. Het interpreteren van de resultaten en de totstandkoming hiervan is daardoor moeilijk, maar niet onmogelijk.

3. Het model moet een werkelijk bedrijf kunnen weergeven

Hierbij is het van belang dat de werkelijke gegevens wat betreft melkproduktie en voederproduktie kunnen worden ingevuld, dat de werkelijke hoeveelheid jongvee en koeien kan worden ingevuld en of de vaste kosten wel of niet in het model zijn opgenomen.

In het Rumigame-model is jongvee opnemen onmogelijk. In Rumigame en het BBPR-model is het onmogelijk de gerealiseerde grasopbrengst in te voeren. Dit maakt beide modellen ongeschikt om een praktijksituatie weer te geven. Het LP-model is wel geschikt om een praktijksituatie weer te geven.

Op grond van bovengenoemde kriteria wordt het LP-model gekozen. Dit model zal gebruikt worden als uitgangspunt voor het te ontwikkelen milieu-economisch model voor De Marke.

3 Beschrijving van het bedrijfssysteem De Marke

In dit hoofdstuk worden de algemene doelstellingen en de projektopzet van De Marke besproken. Daarna wordt aangegeven hoe het proefbedrijf deze doelstellingen bereikt. Hiertoe wordt het bedrijfssysteem onderverdeeld in een aantal subsystemen. Voor deze beschrijving is gebruik gemaakt van Melkveehouderij bij stringente milieunormen van Biewinga e.a., 1992.

3.1 Algemene doelstelling en projektopzet

De centrale doelstelling van het proefbedrijf is het ontwikkelen (onderzoeken, optimaliseren) en demonstreren van een bedrijfsopzet voor grondgebonden melkproduktie 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 nevendoelstellingen 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." (Biewinga e.a., 1992).

Om aan deze algemene centrale doelstelling te voldoen zijn bij De Marke harde normen gesteld voor:

- mineralen (stikstof, fosfaat, kalium en overige mineralen);
- systeemvreemde stoffen (bestrijdingsmiddelen, diergeneesmiddelen, reinigings- en ontsmettingsmiddelen en andere synthetische hulpstoffen, zware metalen, olieprodukten, uitlaatgassen en vluchtige organische stoffen en CFK's en aanverwante stoffen);

De algemene doelstelling van het proefbedrijf bevat het 'ophangpunt' voor het vormen van streefwaarden rond broeikasgassen, energieverbruik, grondstoffengebruik en natuurwaarden. Hierbij is het van belang dat rekening moet worden gehouden met maatschappelijke doelen op het vlak van werkgelegenheid, arbeidsomstandigheden en dergelijke.

Het project is in eerste instantie aangegaan voor de duur van 10 jaar, verdeeld in twee fasen van 5 jaar. Er is een jaarlijkse evaluatie, maar tegen het einde van de eerste fase wordt een uitvoeriger evaluatie uitgevoerd. De startdatum van de eerste fase was 1 mei 1992. In de eerste fase lag de nadruk op het behalen van de harde milieunormen. Inmiddels is hieraan vrijwel geheel voldaan. In de tweede fase wordt een afweging gemaakt tussen het verwezenlijken van verdergaande milieunormen en bedrijfseconomische streefwaarden.

3.2 Het bedrijfssysteem van De Marke

In 3.1 zijn de doelstellingen en de projektopzet van het proefbedrijf beschreven. Om deze doelstellingen te realiseren is een bedrijfssysteem voor De Marke opgesteld. In deze paragraaf wordt dit bedrijfssysteem van het proefbedrijf besproken. Hoofdlijn van het bedrijfssysteem is dat er samenhangende maatregelen moeten worden genomen in ieder stukje van de bedrijfscyclus om een optimaal mineralenmanagement mogelijk te maken.

Om het bedrijfssysteem goed te kunnen beschrijven wordt de mineralencyclus gesplitst in drie stukken (Biewinga e.a., 1992):

- veestapel en veevoeding;
- organische mest;
- bodem en gewas.

Er wordt uitgegaan van de mineralencyclus omdat het proefbedrijf is opgezet met het doel deze mineralencyclus te optimaliseren.
Daarnaast wordt besproken wat De Marke doet om de gestelde streefwaarden wat betreft broeikasgassen, energieverbruik, grondstoffengebruik en natuurwaarden te bereiken.

3.2.1 Veestapel en veevoeding

Om aan de gestelde doelstellingen van De Marke te voldoen is een goede mineralenbenutting door het vee essentieel. Het proefbedrijf streeft dan ook naar een veestapel die efficiënt is in:

- het benutten van mineralen;
- het gebruik van voer (energie);
- economisch opzicht.

De veestapel van het proefbedrijf bestaat uit melktypische (Holstein) melkkoeien met een hoge genetische aanleg voor melkproduktie en een hoge score voor exterieurkenmerken. De dieren hebben een goede aanleg voor eiwitproduktie, gepaard gaande met een nauwe vet/eiwit-verhouding. Waar mogelijk vindt selectie plaats op persistentie, vruchtbaarheid, levensduur en voerefficiëntie. Er wordt uitgegaan van eigen jongvee-opfok. Het ondereind van de veestapel wordt gekruist met vleesrassen, de betrokken kalveren worden verkocht.
Wat betreft de voeding en het voersysteem geldt dat het proefbedrijf:

- binnen de grenzen van de genetische aanleg zoekt naar een optimaal produktieniveau, zowel qua kg melk als qua gehaltes;
- gebruik maakt van voeders met een hoge energiewaarde en een goede verteerbaarheid.

Bij de keuze van voedermiddelen spelen teeltaspekten een grote rol. Voor het proefbedrijf staan twee doelen voorop:

- een maximale zelfvoorziening voor energie en eiwit, in goede verhoudingen in zomer en winter;
- minimale verliezen c.q. maximale mineralenbenutting bij de teelt van de voedermiddelen.

Eigen geteelde voedermiddelen zijn te splitsen in energiegewassen en eiwitgewassen. Wat betreft de energiegewassen geldt:

- voederbieten worden opgenomen in het rantsoen voor de stalperiode, vooral als krachtvoervervanger, met een maximum op grond van bouwplan en benutting door het vee;
- bietenblad wordt opgenomen in het rantsoen voor de weideperiode;
- snijmaïs wordt als energie-aanvulling opgenomen in het ruwvoerpakket, zowel in de weideals in de stalperiode;
- laat het areaal het toe, dan wordt MKS verbouwd als krachtvoervervanger voor de weideperiode, het MKS-stro wordt in de weideperiode gevoerd aan de droogstaande koeien.

Wat betreft eiwitgewassen geldt dat gras eventueel gecombineerd met witte of rode klaver wordt geteeld.
Het melkvee wordt beperkt geweid in een zogenaamd siësta systeem (twee keer vier uur per dag weiden) en wordt per 1 oktober opgestald. Gras dat dan nog in de wei staat wordt op stal gevoerd. Gedurende het hele jaar verblijven droogstaande koeien op stal. De percelen worden nabeweid door jongvee, in een O2 systeem (dag en nacht weiden, omweiden om de twee dagen).
Wat betreft gezondheidszorg wijkt de praktijk van het proefbedrijf niet wezenlijk af van de gezondheidszorg op veel praktijkbedrijven.

3.2.2 Organische mest

Het melkvee en het jongvee vanaf 12 maanden is gehuisvest in een ligboxenstal waarbij de mestgangen voorzien zijn van een dichte vloer met een experimenteel mestafvoersysteem. Deze stal biedt ruimte aan 92 melkkoeien en 27 stuks jongvee vanaf 12 maanden. Het jongvee tot 12 maanden is gevestigd in een

open-frontstal. Hierin zijn een aantal eenlingboxen, een ingestrooide loopstal met een stuk roostervloer voor de kalveren van 0,5 tot 6 maanden en een ligboxenstal met roostervloer voor 24 stuks jongvee van 6 tot 12 maanden aanwezig.
Voor de opslag van de mest is een betonnen mestsilo van 1400 m^3 met een betonnen dak aanwezig. De silo is, afgezien van twee ontluchtingspijpen in het dak, volkomen gasdicht. De mest wordt gemixt met een dompelmixer. Voor het jongvee dat is gehuisvest in een ingestrooide loopstal wordt de mest opgeslagen op een betonnen, waterdichte mestplaat. De vaste-mestopslag dient tevens voor de opslag van ander organisch bedrijfsafval, zoals voederresten, beschimmelde of rotte voedermiddelen, bezinksel uit de bietenwasbak etc.
Voor het aanwenden van de mest geldt dat:

- de aanwending van mest vlak voor of in de eerste helft van het groeiseizoen plaatsvindt;
- mest tijdens of direct na aanwending onder de grond gebracht wordt.

De mestaanwending op bouwland vindt plaats in de periode kort voor de zaaibedbereiding. Voor het aanwenden van mest op bouwland vindt mestinjectie vooraf gaand aan het ploegen plaats. De vaste mest van het bedrijf wordt bovengronds uitgereden over het bouwland en onmiddellijk ondergeploegd. Op grasland wordt mest aangewend in de periode van half februari (T-som 180) tot en met half juni. Het aanwenden van mest op grasland gebeurt met behulp van zode-injectie. Nestbescherming wordt toegepast.

3.2.3 Bodem en gewas

Totaal is 55 ha grond beschikbaar verdeeld over drie kavels (Biewinga e.a., 1992):

- ca. 10 ha huiskavel met blijvend grasland, hier kan worden geweid en beregend;
- ca. 30 ha huiskavel, hierop kunnen naast gras ook voedergewassen worden verbouwd, ook kan worden geweid en beregend;
- ca. 15 ha veldkavel, ook hier kunnen gras en voedergewassen worden verbouwd maar het gras kan niet worden beweid met melkvee, er kan niet worden beregend.

Het bouwplan is als volgt: 31 ha gras, 18 ha maïs (waarvan 3 a 4 ha MKS) en 6 ha bieten. Op de huiskavel ziet de vruchtopvolging met een rotatie van 15 jaar er als volgt uit: 3 jr gras, 1 jr bieten, 2 jr maïs, 3 jr gras, 1 jr bieten, 2 jr maïs, 2 jr gras en 1 jr maïs. Op de veldkavel heeft de vruchtopvolging een rotatie van 8 jaar en deze ziet er als volgt uit: 3 jr gras, 1 jr bieten, 4 jr maïs.
Op de huiskavel is engels raaigras en witte klaver gezaaid. Voor de veldkavel is een zaadmengsel gebruikt met overwegend (75%) engels raaigras met daarnaast ca. 5% elk van kropaar, rietzwenkgras, veldbeemdgras, rode klaver en witte klaver.
Op het proefbedrijf wordt standaard gras onder de maïs gezaaid, behalve wanneer op dat perceel in het najaar overgegaan wordt op grasland. Gebruikelijk is om groenbemester in het voorjaar te cultivateren en onder te ploegen. Op het proefbedrijf wordt bekeken of er mogelijkheden zijn om het gras te benutten als voer.
Een nauwkeurige bemesting is noodzakelijk om de harde N- en P-normen van het bedrijf te bereiken. Een groot deel van de mineralen waaraan de gewassen behoefte hebben komt binnen het bedrijf beschikbaar. De doelstelling voor de bemesting bestaat uit twee samenhangende delen:

- het optimaal benutten van de meststoffen die binnen het bedrijf beschikbaar komen, gecombineerd met een optimale toepassing van N-binding door vlinderbloemigen en een minimaal gebruik van kunstmest;
- het optimaal bemesten van de gewassen, gericht op een goede gewasgroei en minimale verliezen.

Om dit te realiseren wordt de verdeling van de beschikbare meststoffen zo goed mogelijk afgestemd op de berekende meststoffenbehoefte:

- per gewas wordt de basisbehoefte aan meststoffen berekend;
- de basisbehoefte wordt gecorrigeerd op grond van vruchtwisselingseffekten en van Nmin en P- en K-toestand van de bodem van het desbetreffende perceel;
- de gecorrigeerde behoefte wordt zo goed mogelijk gedekt uit eigen dierlijke mest en uit N-binding door vlinderbloemigen, er wordt aangevuld met kunstmest en met aangekochte dierlijke mest als daarvoor met het oog op de samenstelling nog ruimte overblijft.

In het bodembeheer van het proefbedrijf wordt gestreefd naar een optimale vochtvoorziening, een optimale bewortelbaarheid en een optimale organische-stofvoorraad. Dit betekent dat op sommige percelen bodemverdichting wordt opgeheven en dat op sommige percelen de organische-stofvoorraad moet worden verhoogd. Daarom kan het soms noodzakelijk zijn dat dierlijke mest wordt aangekocht.
Als basis voor de strategie voor het gebruik van bestrijdingsmiddelen geldt voor maïs een combinatie van mechanische bestrijding tussen de rijen en chemische bestrijding in de rijen. In voederbieten wordt rijenbespuitingen uitgevoerd met het lage-doseringsysteem. Op grasland vindt in principe geen chemische onkruidbestrijding plaats; hooguit wordt in geval van calamiteiten pleksgewijs met de hand gespoten. Daarnaast wordt gebruik gemaakt van de mechanische onkruidbestrijdingsmethoden die voor grasland zijn ontwikkeld. De nadruk is verschoven naar niet-chemische preventie. Door vruchtwisseling en teeltmethode wordt de kans op schade door onkruiden, ziekten en plagen geminimaliseerd. Chemische bestrijding wordt gezien als het laatste redmiddel: een bestrijding wordt alleen uitgevoerd als een schade-drempel wordt overschreden en wordt zo mogelijk niet volvelds toegepast, maar in de rij, pleksgewijs of als zaadontsmetting. Door een gerichte keus van het middel wordt schade aan het milieu en risico voor de toepasser zoveel mogelijk vermeden.

3.2.4 Overige maatregelen

Het proefbedrijf richt zich wat betreft zware metalen op het voorkomen van verdere ophoping en het verminderen van uitspoeling. Daartoe wordt de aanvoer van zware metalen zoveel mogelijk verminderd. Cadmium vormt hierbij het belangrijkste aandachtspunt. Hoofdpunten hierbij zijn:

- een vermindering van de aanvoer van kunstmest en krachtvoer;
- selectie van krachtvoer en kunstmest aan de hand van de zware metalengehalten;
- minimaal gebruik van bouwmaterialen met zware metalen.

Om het directe en het indirecte energieverbruik zoveel mogelijk te verminderen gelden de volgende aangrijpingspunten:

- verminderd gebruik van kunstmest en krachtvoer;
- gerichte maatregelen om te besparen op het verbruik van directe energie;
- benutting van duurzame energiebronnen;
- verhoging van de verteerbaarheid van het rantsoen;
- vermindering van denitrificatie en vermijding van hoge nitraat concentraties;
- vermijden c.q. inleveren van CFK's en aanverwante;
- toepassing van schonere tractoren en goed onderhoud ervan.

Door gerichte maatregelen wordt ook het gebruik van grondstoffen en de produktie van afval verminderd. Ook wordt er gewerkt aan behoud, herstel en ontwikkeling van natuur- en landschapswaarden.

4 Opzet van het model voor De Marke

In dit hoofdstuk wordt het model voor De Marke ontwikkeld. Eerst wordt de opzet van het LP-model dat als uitgangsmodel dient duidelijk gemaakt. Daarna wordt aangegeven welke aanpassingen gemaakt worden om het model geschikt te maken voor De Marke. Tenslotte vindt validatie van het model plaats op basis van de werkelijke gegevens van De Marke.

4.1 Opzet van het huidige LP-model

Voor het LP-model gelden de volgende uitgangspunten (De Boer en Geschiere, 1990):

- Het model is een afspiegeling van een melkveebedrijf op zandgrond, met mogelijkheid tot het houden van vleesstieren en kruislingvaarzen.
- Het bedrijf is een gezinsbedrijf, zonder mogelijkheden tot het inhuren van extra personeel. Sommige werkzaamheden kunnen door een loonwerker uitgevoerd worden.
- Koeien kalven af op 1 februari en worden 2x daags gemolken.
- Stalperiode: 1 november - 30 april.
- Weideperiode: 1 mei - 31 oktober.
- Jongvee heeft dezelfde stal- c.q. weideperiode als de melkkoeien.

De algemene structuur van het LP-model is weergegeven in tabel 4.1 (Berentsen en Giesen, 1995). Het model heeft de vorm van een standaard lineair programmeringsmodel:

$$\text{Max } \{Z = c'x\}$$
$$Ax =< b$$
$$X >= 0$$

met: x = vector met aktiviteiten;
c = vector met saldi en kosten per eenheid activiteit:
A = matrix met technische coefficienten;
b = vector met RHS waarden.

De aktiviteiten (x) en beperkingen (b) zijn gegroepeerd in tabel 4.1. De laatste rij is de doelfunktie van het LP-model, deze wordt gemaximaliseerd. In deze funktie wordt een bedrijfssaldo berekend. Dit saldo is gelijk aan de opbrengsten minus de variabele kosten en de vaste kosten die samenhangen met de machines die gekozen zijn in het model. De kosten van grond, gebouwen en van de standaarduitrusting met machines en de algemene kosten zijn niet meegenomen in het LP-model maar worden apart berekend. De uiteindelijke uitkomst is de arbeidsopbrengst van het bedrijf. Dit is de vergoeding voor arbeid en management.

Om het LP-model geschikt te maken voor De Marke zijn aanpassingen voor wat betreft de volgende algemene uitgangspunten nodig:

- Op De Marke worden geen vleesstieren en kruislingvaarzen aangehouden;
- De lengte van de stal- en weideperiode;
- Extra arbeid die op De Marke beschikbaar is.

Tabel 4.1 Algemene structuur van het LP-model (Berentsen en Giesen, 1995)

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	RHS
b1	+1	+1								=< ha
b2				a_{ij}						=< quota
b3				a_{ij}						=< stal
b4	a_{ij}	a_{ij}		a_{ij}	a_{ij}	a_{ij}	a_{ij}			=< arbeid
b5	$-a_{ij}$		$-a_{ij}$	a_{ij}						=< 0
b6	a_{ij}	a_{ij}			$-a_{ij}$	$-a_{ij}$				=< 0
b7				$-a_{ij}$	a_{ij}					= 0
b8		a_{ij}	$-a_{ij}$	a_{ij}		$-a_{ij}$			a_{ij}	= 0
b9	$-a_{ij}$		$-a_{ij}$	a_{ij}	a_{ij}					= 0
b10	a_{ij}	a_{ij}			$-a_{ij}$	$-a_{ij}$			a_{ij}	= 0
b11	a_{ij}	a_{ij}					$-a_{ij}$			=< 0
b12							a_{ij}	$-a_{ij}$		=< 0
OBJ	kst/ha	br.mar.	kst/eenh	br.mar.	kst/eenh	kst/eenh	kst/eenh	jaarl.kst		

Met aktiviteiten:

- *x1: Voederproduktie voor eigen gebruik*
- *x2: Voederproduktie voor verkoop*
- *x3: Aankoop voedermiddelen*
- *x4: Dierlijke produktie*
- *x5: Mestaanwending*
- *x6: Aankoop kunstmest*
- *x7: Andere werkzaamheden: Eigen mechanisatie of loonwerk*
- *x8: Machines voor eigen mechanisatie*
- *x9: Nutrienten verlies*

En beperkingen:

- *b1: Grond*
- *b2: Melkproduktie*
- *b3: Huisvesting*
- *b4: Arbeid*
- *b5: Voedereisen*
- *b6: Bemesting*
- *b7: Koppeling dierlijke produktie en mestaanwending*
- *b8: Nutrientenbalans op bedrijfsnivo*
- *b9: Nutrientenbalans op veestapelnivo*
- *b10: Nutrientenbalans op bodemnivo*
- *b11: Koppeling produktieaktiviteiten en werkzaamheden*
- *b12: Koppeling eigen mechanisatie en nieuwe machines*

Hieronder wordt het model in meer detail besproken aan de hand van de mineralencyclus die gesplitst wordt in drie stukken:

- veestapel en veevoeding (b5);
- organische mest (b6 t/m b10);
- bodem en gewas (b1).

4.1.1 Veestapel en veevoeding

Het centrale element in het LP-model is een gemiddelde melkkoe met een vaste melkproduktie, deze kalft af in februari en is een weergave van de melkveestapel van het bedrijf. Droogstaande koeien zijn opgenomen in de gemiddelde koe. In het model wordt een weide- en een stalperiode onderscheiden. De voedingseisen zijn per melkkoe berekend voor deze weide- en stalperiode. Er zijn voedingseisen opgesteld voor de melkkoeien wat betreft:

- energievoorziening;
- belasting voer in verband met voer-opnamecapaciteit;
- structuur in het rantsoen (minimaal 0,33);
- DVE-voorziening;
- OEB-balans.

De melkkoeien hebben de beschikking over de volgende voedermiddelen:

Weideperiode	**Stalperiode**
weidegras	kuilgras
snijmaïs	snijmaïs
pulp	bieten
aangekochte snijmaïs	aangekochte snijmaïs
aangekocht krachtvoer	aangekocht krachtvoer

In de weideperiode wordt tenminste 1 kg krachtvoer per dag gevoerd als lokbrok. In de stalperiode wordt minimaal 2 kg droge stof kuilgras per koe per dag opgenomen. Deze eis is opgenomen om te garanderen dat kuilgras wordt opgenomen in het winterseizoen en dat gras wordt gemaaid en gekuild. Gegeven de fluctuaties in de grasproduktie tijdens de zomer is het maaien van gras noodzakelijk voor goed graslandmanagement.

In het model is verondersteld dat een koe een bepaalde voeropnamecapaciteit heeft. De belasting van de voeropnamecapaciteit door voer verschilt per voersoort. Elk voer heeft een eigen belastingfactor. Omdat de verdringing van ruwvoer door krachtvoer niet lineair is zijn voor de stalperiode vier waarden voor de belastingfactor van krachtvoer gebruikt in het model. Eerst wordt krachtvoer opgenomen met de laagste belastingsfactor; wanneer meer dan 3 kg per koe wordt gevoerd wordt krachtvoer van het tweede nivo met een wat hogere belastingsfactor opgenomen, etc. In de zomer is deze constructie niet nodig omdat dan weinig krachtvoer wordt gevoerd.

De voedingseisen voor het jongvee zijn eveneens gesplitst in weide- en stalperiode. De voedingseisen zijn gesteld voor:

- energievoorziening;
- DVE-voorziening.

Het jongvee heeft de beschikking over de volgende voedermiddelen:

Weideperiode	**Stalperiode**
weidegras	kuilgras
aangekocht krachtvoer	snijmaïs
	aangekochte snijmaïs
	aangekocht krachtvoer

In het model is aangenomen dat per jaar 1,11 kalveren worden geboren per gemiddeld aanwezige koe waarvan 10% sterft voor de leeftijd van 10 dagen. Door vrijwillige en onvrijwillige uitstoot van melkkoeien wordt aangenomen dat per jaar 25% van de melkkoeien wordt vervangen. Voor het vervangen van deze melkkoeien wordt jongvee aangehouden. Eén activiteit wordt gebruikt om een vrouwelijk kalf plus 0,96 pink aan te geven. Deze activiteit produceert 0,883 kalfvaarzen voor het vervangen van de melkkoeien. Dit jongvee vraagt net zoals de melkkoeien stalcapaciteit.
Om het LP-model geschikt te maken voor De Marke zijn aanpassingen wat betreft de volgende punten nodig:

- extra voorwaarden die het voederrantsoen bepalen;
- vervangingspercentage van de melkkoeien;
- siestabeweiding van de melkkoeien;
- afkalfpatroon van de melkkoeien;
- droogstaande koeien apart opnemen.

4.1.2 Organische mest

In het model zijn een aantal rijen opgenomen die de verliezen registreren van N, P_2O_5 en K_2O naar de omgeving. Balansen op bedrijfsnivo registreren nutriënten aanvoer en afvoer en het nutrientenverlies. Om inzicht te krijgen in de efficiëntie van het gebruik van nutriënten door dieren en gewassen zijn ook balansen opgenomen op veestapel- en bodemnivo. Voor N zijn er rijen die de NH_3-emissie en de uitspoelingsverliezen registreren.
De aanvoer van nutriënten op bedrijfsnivo vindt in het model plaats door de aankoop van voer, de aankoop van kunstmest en door depositie. Nutrientenafvoer op bedrijfsnivo gebeurt door het leveren van melk, vlees, eigen geteelde maïs die wordt verkocht en mest die wordt afgevoerd. De concentratie van nutriënten in mest hangt af van het voederrantsoen van de dieren, omdat de mineralenafvoer in mest is berekend als de aanvoer door voer minus de mineralenafvoer in melk en vlees. Omdat de rantsoenen bepaald worden in de optimalisatie zijn de coefficienten die de mineralenconcentraties in mest weergeven vooraf onbekend. Dit probleem is opgelost door een schatting van deze coefficienten voor optimalisatie, een check naderhand en wanneer het noodzakelijk blijkt een correctie van deze schatting en opnieuw een optimalisatie.
De balans op veestapelnivo registreert de mineralenefficiëntie door de dieren. Aanvoer vindt plaats door eigen geteeld en aangekocht voer, afvoer door melk, vlees en mest.
De balans op bodemnivo registreert de mineralenefficiëntie door de gewassen. Aanvoer vindt plaats door kunstmest, mest en depositie. Met de oogst van gewassen worden de mineralen afgevoerd.
De N in mest bestaat uit organische en minerale N. In het model is de concentratie van organische N vast verondersteld. Dit betekent dat bij een vaste melk- en vleesproduktie, elke verandering in de N inhoud van het voederrantsoen leidt tot een verandering in minerale N van de mest. Minerale N wordt hoofdzakelijk gevonden in urine, terwijl organische N wordt gevonden in vaste mest. Wanneer de urine in contact komt met de lucht verdwijnt een deel van de minerale N als NH_3. Dit betekent dat op een melkveebedrijf NH_3 verdwijnt uit de stal, uit de mestopslag, wanneer de mest wordt toegediend op het land en tijdens beweiding. Alle N van de mest uit de stal die niet via NH_3 emissie verdwijnt wordt geleverd aan de bodem. Minerale N die niet via emissie is verdwenen wordt door de planten met dezelfde efficiëntie benut als N uit kunstmest. Deze minerale N is dus een vervanger voor de N van kunstmest.
Van de minerale N die uitgescheiden is tijdens beweiden verdwijnt 12% via NH_3-emissie en 22% via bovengrondse denitrificatie. De overblijvende minerale N wordt zeer inefficiënt gebruikt door het gras vanwege de hoge N-gift in de urineplekken. De efficiëntie hangt af van het N nivo op het grasland. Alle N (inclusief organische) die uitgescheiden is door de koeien die weiden en die niet via emissie of

denitrificatie is verdwenen wordt toegevoegd aan de bodem balans.
In het model worden de N verliezen door uitspoeling berekend door de potentiele uitspoelingsverliezen op te tellen en deze te corrigeren voor denitrificatie in de grond (Goossense en Van den Ham, 1992). De N die overblijft nadat N verliezen door uitspoeling en denitrificatie afgetrokken zijn van N grond surplus wordt toegevoegd aan organische N in de bodem.
In Nederland bestaat milieuwetgeving een aantal jaren. In het model is opgenomen de P_2O_5-norm per hectare, het verbod van uitrijden van mest in bepaalde perioden en de verplichtstelling van injecteren van mest. De P_2O_5 -limiet beperkt de toediening van dierlijke mest op het bedrijf. Volgens deze wet produceren alle dieren op het bedrijf een bepaalde hoeveelheid P_2O_5. Op elke hectare mag niet meer dan een bepaalde hoeveelheid P_2O_5 worden gebruikt. Mest die teveel is dient afgevoerd te worden van het bedrijf. De uitrijbeperking betekent dat dierlijke mest alleen mag worden toegediend in het groeiseizoen. Daarom is het voor melkveebedrijven noodzakelijk een opslag te hebben voor mest. In het model is deze investering in mestopslag verplicht. Vanwege de wettelijke verplichting is het injecteren van mest eveneens verplicht gesteld in het model.
Om het LP-model passend te maken voor De Marke zijn aanpassingen wat betreft de volgende punten nodig:

- het aanwenden van mest op grasland gebeurt met behulp van zodebemesting;
- voor het aanwenden van mest op bouwland vindt mestinjectie plaats, de vaste mest van het bedrijf wordt bovengronds uitgereden over het bouwland en onmiddellijk ondergeploegd;
- op De Marke zijn de melkkoeien gehuisvest in een emissie-arme stal.

4.1.3 Bodem en gewas

Het grondareaal kan in het model gebruikt worden voor:

- Gras: Dit kan gebruikt worden voor beweiden of voor voederwinning.
- Maïs: Gebruikt voor inkuilen; kan gevoerd worden in de weide- en stalperiode.
- Voederbieten: Deze worden alleen gevoerd in de stalperiode.

De drogestofproduktie per jaar van het grasland hangt voornamelijk af van de beschikbare hoeveelheden water en voedingsstoffen en van de groeiomstandigheden (o.a. lengte van het groeiseizoen). Een lage oogstfrequentie (maaien) resulteert in een hogere droge stof produktie dan een hoge oogstfrequentie (beweiden). Gras voor beweiden heeft een hogere energiewaarde dan kuilgras.
De energieproduktie van het gras is voornamelijk afhankelijk van grondsoort, grondwatertrap en stikstofbemestingsnivo. Het maaipercentage, dat afhankelijk is van de veebezetting, en het graslandgebruik hebben minder invloed. Daarom wordt bij een gegeven type grond en grondwatertabel één curve gebruikt om de energieproduktie per hectare als functie van N-nivo weer te geven. In het model zijn vijf N-nivo's onderscheiden (100, 200, 300, 400 en 500 kg N per ha). De energieproduktie is gebaseerd op berekeningen met het model Normen voor de Voedervoorziening van het PR (PR publikatie nr. 70).
Voor maïs en voederbieten wordt de bruto energie produktie per hectare berekend gegeven een gemiddelde droge stof produktie en gemiddelde energie inhoud. Er is aangenomen dat verbouwen en oogsten van bieten en snijmaïs in loonwerk plaatsvindt. Wanneer voederbieten worden gevoerd is een bijkomende investering vereist in voedermachines. Wanneer een bedrijf teveel ruwvoer heeft bestaat de mogelijkheid om snijmaïs te verkopen.
Om het LP-model passend te maken voor De Marke zijn aanpassingen wat betreft de volgende punten nodig:

- er zijn verschillende kavels waarop bepaalde gewassen geteeld kunnen worden (huiskavel, veldkavel);
- op De Marke gelden vaste vruchtwisselingseisen;
- onder een gedeelte van de snijmaïs die geteeld wordt, wordt gras gezaaid;

- verdeling van de N-nivo's op gras;
- de opbrengsten van de gewassen zoals deze op De Marke gelden.

4.2 Het model voor De Marke

De vaste kosten waar in het model mee wordt gerekend bestaan uit normatieve jaarlijkse vaste kosten voor een melkveebedrijf met een omvang zoals De Marke. Hierbij opgeteld worden de jaarlijkse vaste kosten van de extra investeringen die op De Marke zijn gedaan om te kunnen voldoen aan de specifieke milieunormen. De jaarlijkse vaste kosten zijn weergegeven in bijlage 1.
Als basis voor het model gelden de gegevens van het boekjaar 1994-1995. In overleg met de bedrijfsleider van De Marke is dit boekjaar gekozen. Het is het meest recente jaar waarvan gegevens beschikbaar zijn. Het areaal bieten is in dit jaar aangepast en ook de veevoeding en de bemesting komen beter overeen met de huidige en toekomstige bedrijfsvoering. Berekeningen op basis van het jaar 1994-1995 kunnen hierdoor het beste voldoen aan de gestelde onderzoeksvraag. Volgens de bedrijfsleider van De Marke wijkt dit boekjaar niet dusdanig af van andere jaren voor wat betreft prijzen en hoeveelheden inputs en outputs, opbrengsten van de dieren en gewassen en weersomstandigheden dat een vertekend beeld zou kunnen ontstaan en de onderzoeksvraag niet voldoende kan worden beantwoord.
In de volgende paragrafen wordt ingegaan op de verschillende onderdelen van het model. Hierbij worden weer de volgende onderdelen onderscheiden:

- veestapel en veevoeding;
- organische mest;
- bodem en gewas.

4.2.1 Veestapel en veevoeding

Het afkalfpatroon van de koeien op De Marke is vrij vlak over het jaar verdeeld. Het gevolg hiervan is dat de energiebehoefte, de droge stofopnamecapaciteit en de DVE-voorziening van de melkkoeien in het model evenredig over het jaar verdeeld kunnen worden. De berekening van de energiebehoefte, de drogestofopnamecapaciteit en de DVE-behoefte is weergegeven in bijlage 2. Deze bijlage bestaat uit drie delen. Het eerste deel geeft de berekening van de voederbehoefte van de melkkoeien volgens de voedernormen gebaseerd op Groen (1988). Het tweede deel geeft de berekening van de voederbehoefte van de melkkoeien op basis van de geregistreerde voergift op De Marke. Het blijkt dat de energiebehoefte berekend op basis van de voergift 6,9% hoger ligt dan de berekende normatieve energiebehoefte. In het model wordt nu gerekend met de voederbehoefte op basis van de gerealiseerde voergift op De Marke (derde deel van bijlage 2). Ook de normatieve droge stof opnamecapaciteit berekend in bijlage 2a wordt daarom in het model met 6,9% verhoogd. Voor de DVE-behoefte wordt de normatief berekende waarde gehandhaafd.
Er zijn aparte voereisen geformuleerd voor de stal- en weideperiode voor de lacterende dieren en het jongvee. Hierbij is de lengte van de stal- en weideperiode aangepast aan die van De Marke. Dat wil zeggen dat de dieren 1 oktober worden opgestald en dat de stalperiode 213 dagen duurt en de weideperiode 152 dagen. Voor de droogstaande dieren zijn aparte voereisen geformuleerd omdat deze dieren het gehele jaar door op stal staan en omdat ze over andere voedermiddelen beschikken dan de lacterende dieren. De droogstand duurt gemiddeld twee maanden maar de laatste twee weken worden de dieren met de groep melkkoeien meegevoederd, ze beschikken dan dus over dezelfde voedermiddelen dan de lacterende dieren. Hieruit volgt dat gemiddeld over het jaar ongeveer 13% (1,5 maanden / 12 maanden = 12,5 %) van de melkkoeien als gevolg van droogstand een ander voederrantsoen opneemt.
Er wordt aangenomen dat de grasopname van de melkkoeien op De Marke met het siësta-beweidingsysteem overeenkomt met de grasopname zoals die wordt bereikt wanneer het beweidingssysteem beperkt

weiden is. De totale beweidingsduur blijft namelijk ongeveer acht uur per dag.
De beschikbare voedermiddelen op De Marke zijn:

	Weideperiode	**Stalperiode**
-melkkoeien:		
	kuilgras*	kuilgras
	weidegras	maïs
	maïs	maïs-bieten*
	maïs-bieten*	MKS*
	MKS*	bieten
	aangekocht krachtvoer	sojaschroot*
		raapschroot*
		aangekocht krachtvoer
-jongvee:		
	weidegras	kuilgras
	aangekocht krachtvoer	herfstgras-maïs-MKSstro-bietenblad*
		maïs
		maïs-bieten*
		hooi*
		aangekocht krachtvoer
		voerresten van de melkkoeien*

-droogstaande melkkoeien:
Deze hebben geen weide- en stalperiode. Deze dieren hebben het gehele jaar door de beschikking over:
kuilgras*
herfstgras-maïs-MKSstro-bietenblad*
maïs*
maïs-bieten*
hooi*
voerresten van de melkkoeien in de weideperiode*

Uit de combinaties van voedermiddelen blijkt dat De Marke gebruik maakt van het gemengd inkuilen van voedermiddelen. In het model zijn hiervoor koppelingsrijen gemaakt zodat wanneer er voederbieten worden opgenomen in het rantsoen er automatisch een vaste hoeveelheid snijmaïs wordt opgenomen. De voedermiddelen met een * zijn toegevoegd aan het model. Er zijn geen koppelingsrijen gemaakt voor het samenstellen van de kuil met herfstgras, maïs, MKS-stro en bietenblad omdat deze voedermiddelen niet in een vaste verhouding in de kuil terecht komen. Deze kuil wordt samengesteld door de beschikbare hoeveelheden van de verschillende voedermiddelen samen in te kuilen.
Het jongvee en de droogstaande melkkoeien eten de voerresten van de melkgevende koeien op. In het model wordt dit bereikt door ervoor te zorgen dat wanneer bijvoorbeeld het voedermiddel maïs wordt opgenomen voor de melkkoeien er automatisch 3% van deze hoeveelheid naar het jongvee of de droogstaande koeien gaat. Van deze voerresten wordt 97% opgegeten door het jongvee of de droogstaande melkkoeien. Het gevolg voor de mineralenbalans van deze maatregel is dat de afvoer van mineralen hoger wordt voor alle voedermiddelen die aan de melkkoeien worden gevoerd.
In het jaar 1994-1995 waren gemiddeld aanwezig 81,2 melkkoeien, 28,8 vrouwelijk fokvee boven 1 jaar en 29,1 kalveren voor opfok (LEI jaarverslag). Een jongvee-activiteit levert 0,883 kalfvaarzen voor het vervangen van de melkkoeien. Hieruit volgt het vervangingspercentage in het model (29,1*0,883)/81,2 = 0,316. Dit houdt in dat het vervangingspercentage op De Marke in het model 31,6% bedraagt. Doordat het vervangingspercentage van het model verandert, verandert ook de berekening van de N, P_2O_5 en K_2O behoefte. Deze berekening is weergegeven in bijlage 2.

De krachtvoergift van jongvee wijkt af van die in het bestaande model. De aanpassingen die zijn gemaakt wat betreft het jongvee zijn weergegeven in bijlage 3.
De kosten van veestapel en veevoeding zijn weergegeven in bijlage 4.

4.2.2 Organische mest

In het jaar '94-'95 is alle mest emissie-arm aangewend. De Marke beschikt over een mestopslag van 1400 m^3 en een emissie-arme ligboxenstal. Dit houdt in dat de emissiepercentages van de stal en de mestopslag aangepast zijn. De stalemissie van het oorspronkelijke model, met een ligboxenstal bedroeg 13%. De verwachte stalemissie van de ligboxenstal op De Marke bedraagt 5,2% (Biewinga e.a., 1992). De emissie van de opslag bedroeg voor een afgedekte opslag 1,74% in het oorspronkelijke model. De verwachte emissie bij de mestopslag van De Marke bedraagt 1,0% (Biewinga e.a., 1992).
Doordat op De Marke op de graslandpercelen ook klaver is gezaaid vindt er naast depositie van stikstof ook stikstofbinding plaats. Deze stikstofbinding is gekoppeld aan het aantal hectaren gras en bedraagt 7,68 kg N/ha (Bedrijfsverslag 1994, 1995).
De volgende bemestingsnormen in kg P_2O_5 per ha waren van kracht in 1994-1995:

	1994	1995
maisland	150	110
grasland	200	150
bouwland	125	110

De kengetallen die van belang zijn voor het model worden in bijlage 5 berekend.
De aktiviteiten die betrekking hebben op het aanwenden van de organische mest zijn:

- zodebemesting op grasland vanuit een afgedekte opslag;
- mest injecteren op bouwland vanuit een afgedekte opslag.

De kosten van aanwending van organische mest zijn weergegeven in bijlage 4.

4.2.3 Bodem en gewas

De opbrengsten van de verschillende voedergewassen zijn op De Marke nauwkeurig bepaald. De enige onzekere factor hierin is de opbrengst van het grasland, de hoeveelheid weidegras wordt namelijk geschat. Om ervoor te zorgen dat in de behoefte van het vee kan worden voorzien door de produktie van eigen ruwvoer en aangekocht voer wordt de graslandopbrengst berekend uit de eigen gegevens van De Marke. Deze berekening is weergegeven in bijlage 6. Hierin wordt eerst de totale energieproduktie van de eigen produktie van ruwvoer zonder grasland bepaald. Vervolgens wordt bepaald hoeveel voer is aangekocht en wat de voorraadmutaties waren in het jaar 1994-1995. Er is bekend hoeveel jongvee en melkkoeien op het bedrijf aanwezig zijn en wat de energiebehoefte ervan is. Hieruit volgt de totale energiebehoefte van het vee. Het verschil tussen de totale energiebehoefte van het vee en de eigen produktie gecorrigeerd voor de voorraadmutaties en aangekocht voer is de totale netto graslandproduktie. Door deze totale netto graslandproduktie te delen door het totale aantal hectaren grasland ontstaat de netto graslandproduktie per ha. Omdat in het model wordt gerekend met bruto graslandproduktie wordt deze op basis van de verliespercentages van respectievelijk weide- en kuilgras en de verhouding weide-/kuilgras omgerekend naar bruto produktie.
De gegevens die nodig zijn in het model van de gewassen die worden verbouwd op De Marke zijn weergegeven in bijlage 7. MKS, MKS-stro, voederbieten, voederbietenblad en verschillende bemestingsnivo's van gras zijn toegevoegd aan het model. De opbrengst- en bemestingsgegevens zoals die gelden op De Marke zijn ingebracht in het model.
Voor de gewassen waar van één hectare twee voedermiddelen komen zoals bij MKS en MKSstro zijn extra beperkingen opgenomen. Deze beperkingen zorgen ervoor dat wanneer een hectare MKS wordt

opgenomen er ook een vaste opbrengst MKS-stro ontstaat. Ditzelfde is gedaan voor voederbieten en voederbietenblad. De betreffende beperkingen zijn een gelijkheid, dat wil zeggen dat wanneer er een hectare MKS opgenomen wordt er verplicht ook precies een hectare MKSstro wordt opgenomen.
Om het bouwplan te kunnen sturen zijn aparte regels opgenomen in het model voor de hoeveelheid gras, maïs, voederbieten en mks.
De kosten met betrekking tot bodem en gewas zijn weergegeven in bijlage 4.

4.3 Validatie van het model

Voor de validatie van het model zijn eerst een aantal modelaanpassingen gedaan. Daarna zijn de resultaten van het gevalideerde model vergeleken met de werkelijkheid.

4.3.1 Modelaanpassing voor de validatie

Om de opbrengsten van de voedergewassen en de voereisen van de dieren op elkaar af te kunnen stemmen worden de voorraadmutaties van het ruwvoer die in het jaar 1994-1995 zijn opgetreden opgenomen in het model. Deze voorraadmutaties zijn de volgende (Hilhorst, 1995):

- kuilgras	33610 KVEM
- snijmaïs	-52859 KVEM
- bieten	3317 KVEM
- MKS	-30056 KVEM
- MKS-stro	4789 KVEM
- bietenblad	3914 KVEM

In totaal is er een voorraadafname geweest van 37285 KVEM. Een voorraadafname kan worden gezien als een aankoop van het voorgaande boekjaar en een voorraadtoename als een verkoop van voer aan het volgende boekjaar. In het model zijn hiervoor vijf activiteiten opgenomen die vastgezet worden:

- Een activiteit voorraadtoename kuilgras. Deze activiteit is dezelfde als de activiteit maaisnede grasland behalve dat deze geen voer levert aan de dieren en daardoor dus ook geen N, P_2O_5 en K_2O levert aan de stal of aan de weide. De arbeid die nodig is voor de voorraadtoename van kuilgras is lager omdat er geen arbeid nodig is om het te voeren aan de dieren. Er wordt wel een hoeveelheid stikstof onttrokken aan de stikstofbalans. De kosten zijn dezelfde als die voor een activiteit maaisnede grasland.
- Een activiteit voorraadafname snijmaïs. Deze activiteit (uitgedrukt in hectaren) levert voer aan de dieren en vraagt arbeid die nodig is om de dieren te voeren. Er wordt een hoeveelheid stikstof geleverd aan de stikstof-, fosfaat- en kali-balans.
- Een activiteit voorraadtoename bieten. Deze activiteit is soortgelijk aan de activiteit voorraadtoename kuilgras maar dan uitgedrukt in hectaren.
- Een activiteit voorraadafname MKS. Deze activiteit is soortgelijk aan die van de voorraadafname snijmaïs.
- Een activiteit voorraadtoename MKS-stro en bietenblad. Door de toename van de voorraadbieten ontstaat door de koppeling van bieten en bietenblad ook een toename van de voorraad bietenblad. Hiervoor wordt de totale voorraadtoename bietenblad gecorrigeerd. De overgebleven voorraadtoenamen van MKS-stro en bietenblad worden opgeteld. Deze activiteit is soortgelijk aan de activiteit voorraadtoename bieten, maar dan uitgedrukt in totalen.

De totale voorraadafname is in de resultaten op dezelfde wijze gewaardeerd als in het LEI-jaarverslag van De Marke. De kosten van de voorraadafname komen dan op:

37284,9 KVEM * (fl. 5781,-/19268 KVEM) = fl. 11186,63

Dit bedrag is rechtstreeks opgenomen in de resultatenberekening van het model.

In het jaar 1994-1995 is er op De Marke een voorraadafname van de organische mest geweest. Om de mineralenstroom in het model hetzelfde te krijgen als op De Marke is een extra activiteit voorraadafname organische mest opgenomen. Deze activiteit is uitgedrukt in totale hoeveelheden. Er wordt stikstof, fosfaat en kalium geleverd aan de betreffende balansen.
Om nu het model het bedrijfsplan van De Marke op te leggen zijn de volgende aanpassingen aan het model gedaan:

- Om het bouwplan hetzelfde te krijgen als op De Marke is op minimaal op te nemen gezet:

gras	34,97 ha
snijmaïs	12,21 ha
bieten	4,35 ha
MKS	7,11 ha
herfstgras	19,01 sneden

  Daarnaast is om het stikstofnivo van 287,9 kg N/ha te halen het gras met bemestingsnivo 300 kg N/ha vastgezet op 26,50 ha. Hiernaast kan alleen nog grasland bemest met 250 kg N/ha worden opgenomen.
- De verschillende activiteiten voor de voorraadverschillen zijn allemaal vastgezet op de betreffende hoeveelheid.
- Om de voederrantsoenen in het model gelijk te krijgen met die op De Marke:
  - is kuilgras 300 kg N/ha voor de melkkoeien in de stalperiode op minimaal 56,42 sneden op te nemen gezet.
  - zijn weidegras 250 kg N/ha en 300 kg N/ha voor de melkkoeien in de weideperiode op resp. maximaal 41,91 sneden en 0 sneden op te nemen gezet.
  - is snijmaïs voor de melkkoeien in de weideperiode op maximaal 0,44 ha op te nemen gezet. Snijmaïs voor de mengkuil met bieten is op maximaal 5,7 ha op te nemen gezet.
  - is hooi voor de pinken in stalperiode op maximaal 500 kg gesteld en hooi voor de droogstaande koeien op maximaal 1000 kg.
  - zijn de hoeveelheden soja- en raapschroot voor de melkkoeien in de stalperiode vastgezet op respectievelijk 1685 kg sojaschroot en 900 kg raapschroot.
  - zijn verschillende soorten krachtvoer voor de melkkoeien op maximaal op te nemen gesteld.
- Het maaien op De Marke gebeurt in eigen mechanisatie, daarom is het maaien in loonwerk in het model op 0 hectare gezet. Het kuilen gebeurt op De Marke in loonwerk, daarom is het kuilen in eigen mechanisatie in het model op 0 hectare gezet.
- Op De Marke wordt geen ruwvoer verkocht, daarom wordt in het model de verkoop van ruwvoer op 0 gesteld.
- De hoeveelheid P_2O_5-kunstmest (kg) voor bouwland is vastgezet op 0. Hierdoor wordt de aanwending van dierlijke mest afgestemd op fosfaat in plaats van op kalium waardoor een realistischer beeld ontstaat.

4.3.2 Resultaten van de validatie

Wanneer nu het model geoptimaliseerd wordt geeft het de volgende resultaten:

- Technische resultaten:

Tabel 4.2 Technische resultaten De Marke 1994-1995

	Model	LEI-gegevens
Veebezetting		
melkkoeien (st)	80,80	81,20
pinken (st)	27,90	28,80
kalveren (st)	29,10	29,10
Gebruik van het land		
oppervlakte grasland (ha)	34,97	34,97
N-nivo/ha (kg N/ha)	288,00	288,00
snijmaïs (ha)	12,21	12,21
voederbieten (ha)	4,35	4,35
MKS (ha)	7,11	7,11
totale oppervlakte (ha)	58,64	58,64
Aankoop voer		
krachtvoer (KVEM)	64800,00	67731,00
oliehoudende produkten (KVEM)	17892,00	18840,00
hooi (KVEM)	824,00	825,00
Voorraadverandering		
Voorraadafname ruwvoer (KVEM)	37284,90	
Voorraadafname organische mest (m^3)	709,00	

Uit tabel 4.2 blijkt dat de veebezetting en het gebruik van het land in het model en op De Marke goed overeen komen. Ook de aankoop van voedermiddelen blijkt in het model redelijk overeen te komen met de werkelijkheid op De Marke. De voorraadverandering van ruwvoer en organische mest is niet bekend volgens het LEI, wel zijn deze veranderingen gegeven door Hilhorst, hiermee komt het model overeen.

De verschillen tussen de hoeveelheden mineralen van het model en De Marke komen doordat de bovenstaande hoeveelheden van De Marke exclusief vaste mest zijn. In het model wordt verondersteld dat er geen vaste mest ontstaat, alle in het model ontstane mest is drijfmest. Hierdoor zijn tevens de concentraties van N, P_2O_5 en K_2O lager op De Marke.

Tabel 4.3 Mestaanwending en concentraties De Marke 1994-1995

	Model	Hilhorst
Totaal uitgereden drijfmest (m^3)	2981,0	2988,0
Aangewend op grasland (m^3)	1995,5	2330,64
Aangewend op bouwland (m^3)	985,5	657,36
N-concentratie (kg N/ton)	4,44	4,0
P_2O_5-concentratie (kg P_2O_5/ton)	1,37	1,3
K_2O-concentratie (kg K_2O/ton)	5,72	5,8
Totale hoeveelheid N (kg)	13235,6	11952,0
Totale hoeveelheid P_2O_5 (kg)	4084,0	3884,0
Totale hoeveelheid K_2O (kg)	17051,3	17330,0

- Milieuresultaten

  De milieuresultaten van het model worden vergeleken met de mineralenbalans van De Marke zoals die is opgenomen in het LEI-jaarverslag van De Marke. Ook worden de resultaten vergeleken met de mineralenbalans van De Marke zoals deze is opgenomen in het jaarverslag 1994 (Hilhorst, 1995). In de mineralenbalans uit het LEI-jaarverslag zoals die in tabel 4.4 is weergegeven zijn de voorraadmutaties geschat. Opgemerkt dient hierbij te worden dat de mineralenbalans van de Marke uit het LEI-jaarverslag gebaseerd is op 58,64 hectare terwijl de mineralenbalans van De Marke volgens Hilhorst gebaseerd is op 56,5 hectare grondoppervlakte. De resultaten van het model zijn gebaseerd op een grondoppervlakte van 58,64 hectare.

  Uit tabel 4.4 blijkt dat het stikstofoverschot in het model overeenkomt met het stikstofoverschot volgens Hilhorst. De voorraadafname van N-ruwvoer volgens het LEI-jaarverslag kon niet zo goed worden vastgesteld omdat het LEI-jaarverslag alleen de totale voorraadverandering in KVEM geeft. De voorraadverandering van organische mest wordt niet vernoemd. Wat betreft de aanvoer van stikstof met ruwvoer valt op dat volgens Hilhorst 11,11 kg N/ha is aangevoerd terwijl volgens het model en het LEI-jaarverslag vrijwel geen ruwvoer is aangevoerd. De gegevens van Hilhorst zijn gebaseerd op een grondoppervlakte van 56,6 ha. Een perceel ter grootte van 2,14 ha wordt niet als van het bedrijf zijnde beschouwd, omdat dan de hoeveelheid melkquotum per hectare niet overeenkomt met het doel van De Marke. De voedergewassen die van het perceel van 2,14 ha komen worden beschouwd als aanvoerpost op het bedrijf. Wat betreft de afvoer van stikstof komt het model overeen met de gegevens volgens het LEI-jaarverslag en Hilhorst.

Tabel 4.4 Milieuresultaten De Marke 1994-1995 (Gegevens in kg N, P of K per ha)

	Stikstof-balans Model	Stikstof-balans LEI-gegevens	Stikstof-balans Hilhorst	Fosfor-balans Model	Fosfor-balans LEI-gegevens	Fosfor-balans Hilhorst	Kalium-balans Model	Kalium-balans LEI-gevens	Kalium-balans Hilhorst
Aanvoer									
krachtvoer	61,9	69,0	69,7	7,8	9,0	9,3	21,9	23,0	25,9
melkprodukten		1,0							
ruwvoer	3,5	1,0	11,1	0,5		1,5	5,2	1,0	14,4
voorraadafn. ruwvoer	-4,1	34,8	-16,7	-0,3	3,9	-0,8	-12,0	36,8	-29,3
kunstmest	101,4	90,0	96,3	2,3			7,9	8,0	
voorraadafn. org. mest	47,9		50,2	6,1		6,4	47,9		50,2
depositie en N-binding	53,3	47,0	53,2		1,0	0,9		4,0	4,3
strooisel		2,0	0,5			0,0		1,0	0,2
diversen			4,0					1,0	
Totale aanvoer	264,0	244,8	268,3	16,5	13,9	17,4	70,9	74,8	65,8
Afvoer									
vee	7,6	8,0	9,2	2,3	2,0	2,7	0,3	1,0	0,6
melk	61,5	61,0	63,9	10,2	10,0	10,6	17,3	17,0	18,0
Totale afvoer	69,2	69,0	73,1	12,5	12,0	13,3	17,7	18,0	18,7
Overschot	194,7	175,8	195,1	4,0	1,9	4,1	53,2	56,8	47,1

Wat betreft de fosforbalans blijkt uit tabel 4.4 blijkt dat in het model meer kunstmest wordt aangekocht dan volgens het LEI-jaarverslag en Hilhorst. Het verschil met Hilhorst komt doordat het model is gebaseerd op 58,64 ha en Hilhorst gebaseerd is op 56,6 ha. De aangevoerde kunstmest is nodig om het verschil van 2,14 ha te kunnen bemesten. De afvoer van fosfor in het model komt overeen met die volgens het LEI-jaarverslag en Hilhorst.
Wat betreft de kaliumbalans blijkt uit tabel 4.4 blijkt dat de aanvoer van kalium door kunstmest in het model veel groter is dan volgens Hilhorst. Hier is van hetzelfde probleem sprake als bij de fosforbalans. Het overschot volgens het model komt redelijk overeen met dat van De Marke.

- Financiële resultaten

De financiële resultaten van het model worden vergeleken met de financiële resultaten volgens het LEI-jaarverslag.

Tabel 4.5 Financiële resultaten De Marke 1994-1995

	Model	LEI-gegevens
Opbrengsten		
melk	*f* 511.439,00	*f* 510.974,00
omzet en aanwas melkvee	*f* 59.320,00	*f* 58.841,00
Kosten		
krachtvoer	*f* 38.934,00	*f* 41.443,00
aangekocht ruwvoer	*f* 5.109,00	*f* 5.916,00
aangekochte meststoffen	*f* 6.283,00	*f* 6.251,00
loonwerkkosten injecteren	*f* 29.873,00	*f* 29.946,00
voorraadafname	*f* 11.187,00	
Totale opbrengsten	*f* 570.760,00	*f* 590.764,00
Totale kosten excl. arbeid	*f* 540.660,00	*f* 648.973,00
Arbeidsopbrengst	*f* 30.100,00	*f* -36.696,00

1. Voor de jaarlijkse vaste kosten is in het model gerekend met normatieve vaste kosten voor een melkveebedrijf zoals De Marke (bijlage 1).
2. De optelling in deze tabel klopt niet omdat een selectie is gemaakt uit de kosten en opbrengsten.

Uit bovenstaande tabel blijkt dat de opbrengsten uit het model van de melk en de omzet en aanwas van het melkvee overeen komen met die van De Marke. De kosten van de posten uit het model die vergelijkbaar zijn met die van De Marke blijken overeen te komen. Voor de validatie van het model is uitgegaan van de technische- en milieuresultaten. De financiële resultaten worden gezien als een gevolg van de technische- en milieugegevens. Daarom wordt in tabel 4.5 volstaan met een verkort overzicht van de financiële resultaten volgens het model en volgens het LEI-jaarverslag.

4.3.3 Aanvullende aanpassingen van het model

Om het model geschikt te maken om berekeningen uit te voeren voor De Marke zijn een aantal aanvullende aanpassingen aan het model gedaan:

- De DVE-behoefte van de melkkoeien in het model is gebaseerd op de normbehoefte van de gemiddelde koe (zie bijlage 2). Bij de validatie van het model blijkt dat gemiddeld ruim boven deze behoefte gevoerd wordt. Gemiddeld boven de behoefte voeren is noodzakelijk omdat de voeropname van individuele koeien niet te controleren is. Hierdoor kunnen er koeien zijn die teveel DVE opnemen met als gevolg dat er bij precies op de norm voeren te weinig DVE overblijft voor de rest. Het boven de norm voeren verkleint het risico dat er koeien zijn die te weinig DVE krijgen. Omdat de Marke als doelstelling heeft de milieuverliezen te minimaliseren wordt in het model aangenomen dat de waar-

genomen overschrijding van de DVE-behoefte noodzakelijk is. Deze problematiek speelt alleen in de stalperiode. In de weideperiode wordt veel goedkoop gras opgenomen. Hierdoor is de veiligheidsmarge voor DVE groot genoeg. De nieuwe DVE-norm voor de stalperiode wordt nu:

DVE-behoefte/melkkoe stalperiode:	0,2895
aantal opgenomen melkkoeien:	80,79
totale DVE-behoefte melkkoeien stal:	0,2895*80,79 = 23,389
boven de norm gevoerd (model)	1,35
In procent:	(1,35/23,389)*100% = 5,77%

De nieuwe DVE-behoefte voor de melkkoeien in de stalperiode wordt nu:

0,2895 + 5,77% = 0,3062

- Om dezelfde reden wordt de OEB-behoefte van de melkkoeien gesteld op de OEB zoals deze geldt in de validatie. In het stalrantsoen van de melkkoeien bedraagt de OEB 0,4 kg/koe/dag.

5 Resultaten

Het model is nu klaar om berekeningen mee uit te voeren. Eerst worden de door te rekenen alternatieven toegelicht. Vervolgens worden de resultaten van de berekeningen gepresenteerd. De belangrijkste resultaten worden aan het einde van dit hoofdstuk samengevat.

5.1 Door te rekenen alternatieven

Het doel van het milieu-economisch model van De Marke is om de invloed van milieumaatregelen op het bedrijfsresultaat van De Marke te bepalen. Hierbij wordt steeds de mineralenbalans in het oog gehouden. De invloed van de volgende milieumaatregelen op het bedrijfsresultaat zijn berekend:

- De vruchtwisseling en de rantsoenen zoals deze gelden op De Marke zijn ontstaan uit oogpunt van mineralenbenutting en gewasbescherming. In het bouwplan volgen na een aantal jaren gras altijd bieten gevolgd door een of enkele jaren maïs. Om de invloed van deze milieu-maatregelen op de arbeidsopbrengst te bepalen wordt de arbeidsopbrengst van het gevalideerde model vergeleken met de arbeidsopbrengst van hetzelfde model maar dan zonder vaste vruchtwisselingseisen en rantsoenen. Om de resultaten beter te kunnen analyseren worden de berekeningen in een aantal stappen uitgevoerd.

  Stap 1: Eerst wordt het model zo ingesteld dat de aanwezige dieren alle beschikbare voedermiddelen kunnen opnemen, ze zijn niet meer gebonden aan een vast voederrantsoen. Het bouwplan zoals dat geldt op De Marke blijft vaststaan. De voorraadverandering van de voedermiddelen worden op nul gesteld, in plaats daarvan is er de mogelijkheid tot het aan- en verkopen van snijmaïs. De voorraadverandering van de organische mest blijft bestaan. De voorraadverandering van ruwvoer en met name het verschil in de samenstelling van de voorraad tussen het begin en eind van het jaar leidt tot een toename van de mineralenvoorraad op het bedrijf en dus tot afvoer op de bedrijfsbalans. Het laten vervallen van de voorraadverandering betekent dat deze afvoer niet meer mogelijk is. In het model wordt hiervoor gecorrigeerd door de voorraadafname van de organische mest te verminderen op basis van kalium, omdat de toename van de mineralenvoorraad het grootst was voor kalium. De opname van oliehoudende produkten wordt maximaal gesteld op de in het gevalideerde model opgenomen hoeveelheid, omdat anders teveel van deze produkten in het rantsoen terecht kunnen komen, dit is niet realistisch.

  Stap 2: Nu wordt het model de mogelijkheid geboden zelf het bouwplan te bepalen. Binnen de oppervlakte van 58,64 hectare kan het model zelf bepalen welke gewassen worden verbouwd.

  Stap 3: Doordat de vruchtwisselingseisen in stap 2 zijn losgelaten is het niet meer reëel om de bemestingseisen zoals die gelden op De Marke in het model te handhaven. Deze eisen zijn slechts geldig bij de vaste vruchtwisseling op De Marke. Daarom worden in deze stap de oorspronkelijke bemestingseisen van de gewassen teruggezet in het model. Dit houdt in dat er voor de P_2O_5 en K_2O bemesting van grasland niets verandert, deze bemesting is afhankelijk van het aantal sneden.

Wel aangepast zijn de bemestingseisen voor:

		Van:	Naar:
Snijmais:	N-bemesting:	102 kg N/ha	150 kg N/ha
	P_2O_5-bemesting:	60 kg P_2O_5/ha	90 kg P_2O_5/ha
	K_2O-bemesting:	280 kg K_2O/ha	300 kg K_2O/ha
Bieten:	N-bemesting:	83 kg N/ha	100 kg N/ha
	P_2O_5-bemesting:	46 kg P_2O_5/ha	100 kg P_2O_5/ha
	K_2O-bemesting:	182 kg K_2O/ha	300 kg K_2O/ha
MKS:	N-bemesting:	102 kg N/ha	150 kg N/ha
	P_2O_5-bemesting:	60 kg P_2O_5/ha	90 kg P_2O_5/ha
	K_2O-bemesting:	280 kg K_2O/ha	300 kg K_2O/ha

- Op de Marke is de weideperiode vergeleken met 'normale melkveebedrijven' een maand korter. Het weideseizoen wordt relatief vroeg beëindigd, omdat de N in de laatste urineplekken het slechtste wordt benut en omdat herfstgras minder smakelijk is (Biewinga e.a., 1992). Urineplekken in de weide leveren een flinke bijdrage aan de emissie van ammoniak, nitraat (uitspoeling en denitrificatie) en kalium. Om de invloed van deze milieumaatregel op de arbeidsopbrengst te bepalen wordt de arbeidsopbrengst uit stap drie (zie bovenstaand) vergeleken met de arbeidsopbrengst van hetzelfde model maar dan met een normale lengte van de stal- en weideperiode.

	De Marke	'Normale melkveebedrijf'
Stalperiode	213 dagen	183 dagen
Weidepeiode	152 dagen	182 dagen

Het bedrijfsresultaat van De Marke volgt uit de bedrijfsvoering zoals deze plaatsheeft op het bedrijf. De bedrijfsvoering is het gevolg van enerzijds de milieudoelstellingen en anderzijds het management van de Marke. Het is mogelijk dat het management suboptimaal is. Het onderzoeksdoel is het bepalen van de invloed van milieumaatregelen op het bedrijfsresultaat van de Marke. De invloed van een eventueel suboptimaal management op het bedrijfsresultaat moet daarom buiten beschouwing gelaten worden. Bij de berekening in stap drie zijn de milieu-eisen losgelaten maar wordt ook het management geoptimaliseerd. Om het management-effect te kunnen bepalen wordt in de laatste berekening het model van stap drie nogmaals geoptimaliseerd maar nu met de gerealiseerde milieuresultaten als minimum-eis. Wanneer het niet mogelijk blijkt met behulp van dit model deze milieuresultaten te bereiken zal stap twee voor deze berekening worden gebruikt. Aan dit model wordt dan een beperking toegevoegd om de vruchtwisseling vast te zetten zodat de bemestingseisen van het gevalideerde model kunnen blijven gelden. Deze beperking houdt in dat de verhouding van snijmaïs en MKS ten opzichte van voederbieten hetzelfde gelijk blijft aan de verhouding zoals deze in het gevalideerde model is. Vergelijking van de resultaten van deze berekening met de resultaten van het gevalideerde model levert het management-effect.

5.2 Resultaten berekeningen

Om te beoordelen wat de gevolgen zijn van deze milieumaatregelen op het bedrijfsresultaat van De Marke is het van belang om te zien wat er gebeurt in de verschillende stappen van de berekeningen. Er wordt achtereenvolgens gekeken naar de technische resultaten, de milieuresultaten en de financiële resultaten.

5.2.1 Vruchtwisselingseisen

5.2.1.1 Technische resultaten

Uit tabel 5.1 blijkt dat de veebezetting in alle stappen hetzelfde is. Hieruit blijkt dat het voor dit bedrijf economisch gezien interessant is om het beschikbare melkquotum volledig te gebruiken. Gras bemest met 300 kg N/ha wordt verkozen boven gras bemest met 250 kg N/ha. Wanneer de verplichte vruchtwisselingseisen niet meer gelden, zoals in stap twee en drie, blijkt dat er zoveel mogelijk gras wordt verbouwd met daarbij nog een klein areaal voederbieten en (snij-)maïs. Omdat gras in de zomer relatief goedkoop is neemt het model hiervan zoveel mogelijk op. Ook is de graslandproduktie op de Marke relatief hoog vergeleken met snijmaïs. Bij beperkt weiden is aangenomen dat in de zomer niet meer dan 14 kg ds weidegras per dier per dag kan worden opgenomen. In stap twee en drie is hiervoor het model aangepast.

In stap één wordt 6191 KVEM voer meer aangevoerd van buiten het bedrijf of uit het vorige jaar dan in het gevalideerde model, terwijl op basis van het N-nivo/ha grasland verwacht zou worden dat er minder voer nodig is door een hogere grasopbrengst per hectare. De oorzaak is (1) dat de voorraadafname een netto hoeveelheid is, terwijl de aankoop bruto is en (2) de hogere verliezen van ruwvoer dan van krachtvoer. Opvallend hierbij is dat er in verhouding in stap één veel minder krachtvoer wordt gevoerd dan in het gevalideerde model, blijkbaar is krachtvoer te duur en is ruwvoer hiervoor een goed alternatief. In de stappen twee en drie wordt doordat er meer grasland in het bouwplan is opgenomen 20000 KVEM voer meer aangekocht dan in stap één.

Wat betreft de technische resultaten blijken er vrijwel geen verschillen te zijn tussen stap twee en stap drie. In stap drie zijn de bemestingseisen van de bouwlandgewassen aangepast. Het gevolg hiervan voor het bouwplan is vrijwel nihil, er vindt een kleine verschuiving plaats van snijmaïs naar MKS.

Tabel 5.1 Technische resultaten

	Gevalideerd model	stap 1	stap 2	stap 3
Veebezetting				
melkkoeien (st)	80,80	80,80	80,80	80,80
pinken (st)	27,90	27,90	27,90	27,90
kalveren (st)	29,10	29,10	29,10	29,10
Gebruik van het land				
oppervlakte grasland (ha)	34,97	34,97	52,80	53,10
N-nivo/ha (kg N/ha)	288,00	300,00	300,00	300,00
snijmaïs (ha)	12,21	12,21	0,50	
voederbieten (ha)	4,35	4,35	5,40	5,20
MKS (ha)	7,11	7,11		0,29
totale oppervlakte (ha)	58,64	58,64	58,64	58,64
Aankoop voer				
totaal (KVEM)	120801,00	126992,00	146992,00	147592,00
krachtvoer (KVEM)	64800,00	45500,00	71500,00	71100,00
ruwvoer (KVEM)		63600,00	57600,00	58600,00
voorraadafn. Ruwvoer (KVEM)	37285,00			
oliehoudende produkten (KVEM)	17892,00	17892,00	17892,00	17892,00
hooi (KVEM)	824,00			

In tabel 5.2 zijn de voederrantsoenen van de melkkoeien in de verschillende stappen weergegeven. In de stalperiode blijkt dat wanneer het model zelf kan bepalen welke voedermiddelen aan de dieren worden gevoerd (stap één) er minder kuilgras, minder MKS, meer snijmaïs en meer voederbieten worden gevoerd. Er wordt minder kuilgras gevoerd omdat vrijwel al het beschikbare gras wordt gebruikt voor het voeren

van de koeien in de weideperiode, weidegras is goedkoper dan kuilgras. Meer snijmaïs wordt gevoerd omdat dit het enige ruwvoer is voor melkkoeien dat kan worden aangekocht. Wanneer ook de laatste hectaren voor de voedermiddelen worden losgelaten (stap twee) blijkt dat er meer kuilgras, minder snijmaïs, minder MKS en meer voederbieten worden gevoerd. Er wordt nu zoveel gras verbouwd dat ook in de winter van dit relatief goedkope voedermiddel kan worden gevoerd. Gevolg hiervan is dat er minder van de andere voedermiddelen nodig is, deze worden allemaal minder opgenomen dan in stap één met uitzondering van voederbieten. Het rantsoen van de melkkoeien in de stalperiode van stap twee en drie is ongeveer hetzelfde. In de zomerperiode blijkt in alle stappen dat het rantsoen zoveel mogelijk wordt gevuld met het goedkope weidegras, aangevuld met snijmaïs en krachtvoer.

Tabel 5.2 Voederrantsoen melkkoeien (in kg ds/dier/dag)

	Gevalideerd model	Stap 1	Stap 2	Stap 3
Stalperiode				
kuilgras 250 kg N/ha				
kuilgras 300 kg N/ha	7,40	5,50	12,20	12,10
snijmaïs	6,20	7,90	1,60	1,70
MKS	1,83	0,93		
voederbieten	1,40	2,10	3,20	3,10
standaard krachtvoer	1,31		2,12	2,19
kernbrok	0,80	2,60		
sojaschroot	1,09	1,09	1,09	1,09
raapschroot	0,06	0,06	0,06	0,06
OEB stalrantsoen	0,40	0,40	0,70	0,70
Weideperiode				
gras 250 kg N/ha	5,67			
gras 300 kg N/ha		12,30	14,00	14,00
kuilgras 250 kg N/ha	0,02			
kuilgras 300 kg N/ha	0,88			
snijmaïs	5,60	3,60	3,60	3,60
MKS	4,33	3,10		0,18
voederbieten	1,02	0,70		
standaard krachtvoer	1,01		2,66	2,54
kernbrok	1,20			
OEB weiderantsoen	0,10	0,80	1,00	1,00

Wat betreft de mestaanwending en concentraties blijkt uit tabel 5.3 dat de aangewende hoeveelheid drijfmest in het gevalideerde model hoger is dan in de stappen één tot en met drie, terwijl de veebezetting in alle stappen gelijk is. De oorzaak hiervan is de correctie van de voorraadafname van organische mest voor de afvoer van mineralen via de voorraadverandering van ruwvoer. De concentraties van de mest verschillen nogal. Door het voeren van meer gras en aangekocht krachtvoer en daardoor een eenzijdiger voederrantsoen voor de melkkoeien worden de concentraties van N, P_2O_5 en K_2O hoger, zoals blijkt in stap twee en drie.

Tabel 5.3 Mestaanwending en concentraties

	Gevalideerd model	stap 1	stap 2	stap 3
Totaal uitgereden drijfmest (m^3)	2981,30	2811,10	2811,10	2811,10
Aangewend op grasland (m^3)	1995,80	1867,00	2657,30	2595,70
Aangewend op bouwland (m^3)	985,50	944,10	153,80	215,40
N-concentratie (kg N/ton)	4,44	4,91	5,58	5,60
P_2O_5-concentratie (kg P_2O_5/ton)	1,37	1,43	1,79	1,80
K_2O-concentratie (kg K_2O/ton)	5,72	6,23	7,69	7,70
Totale hoeveelheid N (kg)	13236,97	13802,50	15685,90	15742,20
totale hoeveelheid P_2O_5 (kg)	4084,38	4019,90	5031,90	5060,00
Totale hoeveelheid K_2O (kg)	17053,03	17513,20	21617,40	21645,50

5.2.1.2 Milieu resultaten

De milieuresultaten van de verschillende stappen zijn weergegeven in tabel 5.4. Het stikstofoverschot in stap één is hoger dan in het gevalideerde model. In stap één is de aanvoer van stikstof door krachtvoer hoger, terwijl er minder KVEM krachtvoer is aangekocht. De aanvoer van stikstof door krachtvoer is afhankelijk van het soort krachtvoer. In stap één is doordat er meer ruwvoer is aangekocht ook de aanvoer van stikstof door ruwvoer hoger. Er is minder kunstmest nodig doordat de totale hoeveelheid N uit organische mest hoger is in stap één. De afvoer van stikstof door melk en vlees blijft gelijk doordat de veebezetting niet verandert. In stap twee en drie stijgt het stikstofoverschot verder door een hogere aanvoer van stikstof door kunstmest (groter oppervlakte grasland) en ruwvoer en een lagere aanvoer van stikstof door krachtvoer.

Het fosforoverschot is in stap één lager dan op de Marke. Oorzaak hiervan is de lagere aanvoer via krachtvoer en kunstmest, wel is er een hogere aanvoer door ruwvoer. In de stappen twee en drie loopt het fosforoverschot weer op door de hogere krachtvoeraankopen.

Het kaliumoverschot is in stap één, twee en drie groter dan in het gevalideerde model. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de hogere aanvoer van ruwvoer en lagere aanvoer van kunstmest.

Tabel 5.4 Milieuresultaten

	N-balans (kg N/ha)				P-balans (kg P/ha)				K-balans (kg K/ha)			
	Gevalideer-de model	stap 1	stap 2	stap 3	Gevalideer-de model	stap 1	stap 2	stap 3	Gevalideer-de model	stap 1	stap 2	stap 3
Aanvoer												
krachtvoer	61,9	64,4	48,9	48,6	7,8	6,9	7,5	7,5	21,9	19,9	21,1	20,8
ruwvoer	3,5	17,6	15,9	16,2	0,5	2,5	2,3	2,3	5,2	16,3	14,8	15,0
voorraanafn. ruwvoer	-4,1				-0,3				-12,0			
kunstmest	101,4	93,7	123,0	126,5	2,3			1,2	7,9	4,4		
voorraadafn. org. mest[1]	47,9	36,3	36,3	36,3	6,1	4,7	4,7	4,7	47,9	36,3	36,3	36,3
depositie	48,7	48,7	48,7	48,7								
N-binding	4,6	4,6	6,9	7,0								
Totale aanvoer	264,0	265,3	279,7	283,3	16,5	14,1	14,5	15,7	70,9	76,9	72,2	72,1
Afvoer												
vee	7,6	7,6	7,6	7,6	2,3	2,3	2,3	2,3	0,3	0,3	0,3	0,3
melk	61,5	61,5	61,5	61,5	10,2	10,2	10,2	10,2	17,3	17,3	17,3	17,3
Totale afvoer	69,2	69,2	69,2	69,2	12,5	12,5	12,5	12,5	17,7	17,7	17,7	17,7
Overschot	194,7	196,0	210,5	214,0	4,0	1,6	1,9	3,1	53,3	59,2	54,4	54,4

[1]= De aangevoerde hoeveelheden mineralen door organische mest is in stap een, twee en drie lager dan in het gevalideerde model omdat deze voorraadafname op basis van kalium is gecorrigeerd voor de voorraadafname van ruwvoer.

5.2.1.3 Financiële resultaten

Uit tabel 5.5 blijkt dat de opbrengsten in alle stappen gelijk zijn. Het melkquotum wordt volledig gebruikt en de veebezetting blijft hetzelfde.

De kosten in stap één zijn fl. 14797,- lager dan in het gevalideerde model. Deze lagere kosten zijn het gevolg van lagere kosten voor het grasland, voor het krachtvoer, de meststoffenaankoop en loonwerkkosten injecteren, en hogere kosten voor het aankopen van ruwvoer. Daartegenover staat dat de kosten van de voorraadafname vervallen. De lagere kosten voor het grasland zijn het gevolg van dat een groter deel van het grasland wordt beweid wat goedkoper is dan maaien en kuilen.

Tabel 5.5 Financiële resultaten (in guldens)

	Gevalideerde model	stap 1	stap 2	stap 3
Opbrengsten				
melk	511439	511439	511439	511439
omzet en aanwas melkvee	59320	59320	59320	59320
Totale opbrengsten	570760	570760	570760	570760
Kosten				
ruwvoervoorziening:				
- grasland	37589	27375	53633	54178
- maisland	27084	27084	1066	
- bietenland	13972	13972	17293	16835
- MKSland	19540	19540		790
voerkosten:				
- krachtvoer	38934	33480	37893	37720
- aangekocht ruwvoer	5109	19728	17867	18170
- voorraadafname	11187			
aangekochte meststoffen	6283	5427	6868	7204
loonwerkkosten injecteren	29873	28168	28168	28168
ov. var. kosten melkvee	87278	87278	87278	87278
vaste kosten	263812	263812	262403	262403
Totale kosten excl. arbeid	540660	525863	512468	512745
Arbeidsopbrengst	**30100**	**44897**	**58292**	**58015**

De kosten in stap twee zijn fl. 13395,- lager dan in stap één. Deze lagere kosten zijn het gevolg van hogere kosten voor het grasland, voor de voederbieten, de aankoop van het krachtvoer en de meststoffen en van lagere kosten voor het maisland, de MKS en de aankoop van ruwvoer. Door het (vrijwel) niet meer verbouwen van snijmaïs en MKS is de extra investering voor een sleufsilo voor MKS niet meer nodig.

De kosten in stap drie zijn fl. 277,- hoger dan in stap twee. Dit is het gevolg van hogere kosten voor het grasland, MKS-land, de aankoop van ruwvoer en meststoffen en van lagere kosten voor snijmaïs, voederbieten en de aankoop van krachtvoer.

Uit tabel 5.5 blijkt dat de kosten voor de ruwvoedervoorziening het patroon volgen van de hectare-indeling naar voedergewassen. De kosten voor het aangekochte voer volgen het patroon van de hoeveelheid aangekocht voer. Het blijkt dat naarmate er meer vrij wordt gelaten in het model, de arbeidsopbrengst stijgt.

5.2.2 Lengte stal- en weideperiode

5.2.2.1 Technische resultaten

Tabel 5.6 Technische resultaten

	Gevalideerd Model	Stap 3	Na aanpassing stal/weide per.
Veebezetting			
melkkoeien (st)	80,80	80,80	80,80
pinken (st)	27,90	27,90	27,90
kalveren (st)	29,10	29,10	29,10
Gebruik van het land			
oppervlakte grasland (ha)	34,97	53,10	53,40
N-nivo/ha (kg N/ha)	288,00	300,00	300,00
snijmaïs (ha)	12,21		
voederbieten (ha)	4,35	5,20	5,30
MKS (ha)	7,11	0,29	
totale oppervlakte (ha)	58,64	58,64	58,64
Aankoop voer			
totaal (KVEM)	120801,00	147592,00	149092,00
krachtvoer (KVEM)	64800,00	71100,00	63700,00
ruwvoer (KVEM)		58600,00	67500,00
voorraadafn. ruwvoer (KVEM)	37285,00		
oliehoudende produkten (KVEM)	17892,00	17892,00	17892,00
hooi (KVEM)	824,00		

Bij de aanpassing van de lengte van de stal- en weideperiode wordt verondersteld dat de benutting van in de weide uitgescheiden stikstof in de laatste maand van de weideperiode volledig verloren gaat. Dit is het gevolg van het ten einde lopende groeiseizoen.

De aanpassing van de lengte van de stal- en weideperiode heeft geen invloed op de veebezetting van het bedrijf (tabel 5.6). Het blijkt dat volledig gebruik van het melkquotum nog steeds economisch interessant is. Wat het gebruik van het land betreft blijkt dat vrijwel het gehele areaal wordt gebruikt voor grasland bemest met 300 kg N/ha, slechts enkele hectaren worden gebruikt voor voederbieten.

Tabel 5.7 Voederrantsoen melkkoeien (in kg ds/dier/dag)

	Gevalideerd model	Stap 3	Na aanpassing stal/weideper.
Stalperiode			
kuilgras 250 kg N/ha			
kuilgras 300 kg N/ha	7,40	12,10	11,60
snijmaïs	6,20	1,70	2,10
MKS	1,83		
voederbieten	1,40	3,10	3,70
standaard krachtvoer	1,31	2,19	1,58
kernbrok	0,80		
sojaschroot	1,09	1,09	1,26
raapschroot	0,06	0,06	0,07
OEB stalrantsoen	0,40	0,70	0,60
Weideperiode			
gras 250 kg N/ha	5,67		
gras 300 kg N/ha		14,00	14,00
kuilgras 250 kg N/ha	0,02		
kuilgras 300 kg N/ha	0,88		
snijmaïs	5,60	3,60	3,60
MKS	4,33	0,18	
voederbieten	1,02		
standaard krachtvoer	1,01	2,51	2,66
kernbrok	1,20		
OEB weiderantsoen	0,10	1,00	1,00

Na aanpassing van de stal- en weideperiode stijgt de aankoop van het voer, dit is het directe gevolg van de langere weideperiode. In de weideperiode is de voederbehoefte per dier per dag hoger dan in de stal-periode door de toeslag voor beweiden.

Het voederrantsoen van de melkkoeien in de stal- en weideperiode is wat betreft de keuze van de voedermiddelen niet veel veranderd ten opzichte van stap drie. Dit was verwacht omdat de economisch meest aantrekkelijke voedermiddelen ook in stap drie zijn opgenomen en dus ook in deze stap worden opgenomen. Alleen de hoeveelheden zijn ten opzichte van elkaar iets verschoven. In de stalperiode wordt wat minder kuilgras en krachtvoer gevoerd, terwijl er wat meer snijmaïs en voederbieten worden gevoerd.

Uit tabel 5.8 blijkt dat er na aanpassing van de stal- en weideperiode minder drijfmest is uitgereden dan ten opzicht van stap drie, dit is het gevolg van de langere weideperiode waarin de dieren zelf hun mest op het land brengen. De concentraties zijn na de aanpassing hoger dan in stap drie. Hierdoor komt de totale hoeveelheid N, P_2O_5 en K_2O ongeveer gelijk uit zoals in stap drie.

Tabel 5.8 Mestaanwending en concentraties

	Gevalideerd model	stap 3	Na aanpassing stal/weideper.
Totaal uitgereden drijfmest (m^3)	2981,30	2811,10	2772,80
Aangewend op grasland (m^3)	1995,80	2595,70	2568,30
Aangewend op bouwland (m^3)	985,50	215,40	204,50
N-concentratie (kg N/ton)	4,44	5,60	5,62
P_2O_5-concentratie (kg P_2O_5/ton)	1,37	1,80	1,78
K_2O-concentratie (kg K_2O/ton)	5,72	7,70	7,76
Totale hoeveelheid N (kg)	13237,00	15742,20	15583,10
Totale hoeveelheid P_2O_5 (kg)	4084,38	5060,00	4935,60
Totale hoeveelheid K_2O (kg)	17053,00	21645,50	21516,90

5.2.2.2 Milieuresultaten

Door de aanpassing van de stal- en weideperiode blijft het stikstofoverschot, het fosforoverschot en het kaliumoverschot ongeveer gelijk ten opzichte van stap drie (tabel 5.9).

Tabel 5.9 Milieuresultaten

	N-balans (kg N/ha)			P-balans (kg P/ha)			K-balans (kg K/ha)		
	Gevalideerde model	Stap 3	Aanpassing stal/weide	Gevalideerde model	Stap 3	Aanpassing stal/weide	Gevalideerde model	Stap 3	Aanpassing stal/weide
Aanvoer									
krachtvoer	61,9	48,6	46,9	7,8	7,5	6,9	21,9	20,8	20,4
ruwvoer	3,5	16,2	18,6	0,5	2,3	2,7	5,2	15,0	17,3
voorraadafn. ruwvoer	-4,1			-0,3			-12,0		
kunstmest	101,4	126,1	129,7	2,3	1,2	1,2	7,9		
voorraadafn. org. mest	47,9	36,3	36,3	6,1	4,7	4,7	47,9	36,3	36,3
depositie	48,7	48,7	48,7						
N-binding	4,6	7,0	7,0						
Totale aanvoer	264,0	283,3	287,2	15,6	15,7	15,5	70,9	72,1	74,0
Afvoer									
vee	7,6	7,6	7,6	2,3	2,3	2,3	0,3	0,3	0,3
melk	61,5	61,5	61,5	10,2	10,2	10,2	17,3	17,3	17,3
Totale afvoer	69,2	69,2	69,2	12,5	12,5	12,5	17,7	17,7	17,7
Overschot	194,7	214,0	218,0	4,0	3,1	3,0	53,3	54,4	56,3

5.2.2.3 Financiële resultaten

Doordat de veebezetting na aanpassing van de stal- en weideperiode gelijk is gebleven zijn de opbrengsten van het bedrijf niet veranderd (tabel 5.10). De totale kosten zijn afgenomen met fl.5849,-. Deze kostenafname is het gevolg van lagere kosten van het grasland (minder inkuilen), het MKS-land, aankoop krachtvoer en het injecteren van de mest en van hogere kosten voor de voederbieten, de ruwvoeraankoop en de aankoop van meststoffen. Doordat de stalperiode nu een maand korter duurt hoeft ook de opslag van mest niet zo groot te zijn. Hierdoor wordt fl. 816,- per jaar bespaard.

Tabel 5.10 Financiële resultaten (in guldens)

	De Marke	Stap 3	Na aanpassing stal/weideper.
Opbrengsten			
melk	511439	511439	511439
omzet en aanwas melkvee	59320	59320	59320
Totale opbrengsten	570760	570760	570760
Kosten			
ruwvoervoorziening:			
- grasland	37589	54178	50089
- maisland	27084		
- bietenland	13972	16835	16991
- MKSland	19540	790	
voerkosten:			
- krachtvoer	38934	37720	34849
- aangekocht ruwvoer	5109	18170	20934
- voorraadafname	11187		
aangekochte meststoffen	6283	7204	7384
loonwerkkosten injecteren	29873	28168	27784
ov. var. kosten melkvee	87278	87278	87278
vaste kosten	263812	262403	261587
Totale kosten excl. arbeid	540660	512745	506896
Arbeidsopbrengst	**30100**	**58015**	**63864**

5.2.3 Management-effect

Het management-effect is bepaald door het vergelijken van de resultaten van het gevalideerde model met de resultaten die ontstaan wanneer in het model van stap drie de gerealiseerde milieuresultaten van het gevalideerde model als minimumeisen worden opgenomen. Tijdens de berekeningen is gebleken dat het model van stap drie, met de hoge bemestingseisen niet kan voldoen aan de milieuresultaten van het gevalideerde model. Voor deze berekeningen is daarom overgegaan op stap twee. In de tabellen wordt een vergelijking gemaakt met stap drie omdat deze het uiteindelijke effect weergeeft van het loslaten van bouwplan en rantsoenen.

5.2.3.1 Technische resultaten

Het beperken van stap twee met de mineralenverliezen en de ammoniak-emissie van het gevalideerde model heeft geen invloed op de veebezetting (tabel 5.11). Wat betreft het gebruik van het land worden in de geoptimaliseerde stap twee met daarin de milieueisen alle voedergewassen opgenomen. Uit tabel 5.11 blijkt dat het model in de geoptimaliseerde stap twee met daarin de milieueisen zoveel mogelijk grasland op wil nemen, om toch te kunnen voldoen aan de milieueisen wordt het stikstofbemestingsnivo verlaagd naar 276 kg N/ha.

Tabel 5.11 Technische resultaten

	Gevalideerde model	stap 3	Stap 2 + milieu-eisen
Veebezetting			
melkkoeien (st)	80,80	80,80	80,80
pinken (st)	27,90	27,90	27,90
kalveren (st)	29,10	29,10	29,10
Gebruik van het land			
oppervlakte grasland (ha)	34,97	53,10	45,07
N-nivo/ha (kg N/ha)	288,00	300,00	276,00
snijmaïs (ha)	12,21		6,80
voederbieten (ha)	4,35	5,20	2,50
MKS (ha)	7,11	0,29	4,28
totale oppervlakte (ha)	58,64	58,64	58,64
Aankoop voer			
totaal (KVEM)	120801,00	147592,00	153656,00
krachtvoer (KVEM)	64800,00	71100,00	123500,00
ruwvoer (KVEM)		58600,00	25600,00
voorraadafn. ruwvoer (KVEM)	37285,00		
oliehoudende produkten (KVEM)	17892,00	17892,00	4556,00
hooi (KVEM)	824,00		

Uit tabel 5.12 blijkt dat in de geoptimaliseerde stap twee met de milieueisen in de stal- en weideperiode zoveel mogelijk goedkoop (kuil)gras wordt gevoerd. Daarnaast valt het op dat ten opzichte van het gevalideerde model in de stalperiode veel meer standaard krachtvoer wordt gevoerd, terwijl in de weideperiode geen krachtvoer wordt gevoerd in de geoptimaliseerde stap twee met de milieueisen.

Tabel 5.12 Voederrantsoen melkkoeien (in kg ds/dier/dag)

	Gevalideerd model	Stap 3	Stap 2 + milieu-eisen
Stalperiode			
kuilgras 250 kg N/ha			
kuilgras 300 kg N/ha	7,40	12,10	9,20
snijmaïs	6,20	1,70	2,00
MKS	1,83		
voederbieten	1,40	3,10	1,10
standaard krachtvoer	1,31	2,19	6,64
kernbrok	0,80		
sojaschroot	1,09	1,09	0,23
raapschroot	0,06	0,06	0,06
OEB stalrantsoen	0,40	0,70	0,40
Weideperiode			
gras 250 kg N/ha	5,67		
gras 300 kg N/ha		14,00	14,00
kuilgras 250 kg N/ha	0,02		
kuilgras 300 kg N/ha	0,88		
snijmaïs	5,60	3,60	2,60
MKS	4,33	0,18	2,65
voederbieten	1,02		0,51
standaard krachtvoer	1,01	2,51	
kernbrok	1,20		
OEB weiderantsoen	0,10	1,00	1,00

Doordat de veebezetting gelijk is is de totale hoeveelheid uitgereden drijfmest ook gelijk (tabel 5.13). De concentraties van de mineralen in de mest liggen door de wijzigingen in het rantsoen hoger in de geoptimaliseerde stap twee met de milieueisen.

Tabel 5.13 Mestaanwending en concentraties

	Gevalideerd model	Stap 3	Stap 2 + milieu-eisen
Totaal uitgereden drijfmest (m^3)	2981,30	2811,10	2811,10
Aangewend op grasland (m^3)	1995,80	2595,70	2333,90
Aangewend op bouwland (m^3)	985,50	215,40	474,60
N-concentratie (kg N/ton)	4,44	5,60	4,69
P_2O_5-concentratie (kg P_2O_5/ton)	1,37	1,80	1,63
K_2O-concentratie (kg K_2O/ton)	5,72	7,70	6,51
Totale hoeveelheid N (kg)	13237,00	15742,20	13184,06
Totale hoeveelheid P_2O_5 (kg)	4084,38	5060,00	4582,09
Totale hoeveelheid K_2O (kg)	17053,00	21645,50	18300,26

5.2.3.2 Milieuresultaten

Uit tabel 5.14 blijkt dat het stikstofoverschot en het kaliumoverschot in de geoptimaliseerde stap twee met milieueisen gelijk zijn aan de overschotten van het gevalideerde model. Dit betekent dat deze beide overschotten beperkend zijn in het optimale plan. Het optimale plan in stap twee met milieueisen wordt bepaald door het stikstofoverschot en het kaliumoverschot.

Uit de milieuresultaten blijkt dat de totale aanvoer van stikstof gelijk blijft in het gevalideerde model en in de geoptimaliseerde stap twee met milieueisen. Hierbij valt op dat uit tabel 5.11 blijkt dat in de geoptimaliseerde stap twee meer krachtvoer wordt aangekocht terwijl dit niet terug te zien is in de aanvoer van stikstof via krachtvoer. Dit komt doordat de samenstelling van het krachtvoer niet dezelfde is. In de geoptimaliseerde stap twee met milieueisen wordt meer stikstof aangevoerd door ruwvoer en kunstmest.

Er wordt minder stikstof aangevoerd door de voorraadafname van organische mest en door krachtvoer.
De totale aanvoer van fosfor is in de geoptimaliseerde stap twee met milieueisen lager dan in het gevalideerde model De aanvoer van fosfor door krachtvoer en ruwvoer is hoger, dit wordt ook meer aangekocht. De aanvoer van fosfor door kunstmest en voorraadafname organische mest is lager dan in het gevalideerde model.
De totale aanvoer van kalium is in de geoptimaliseerde stap twee met milieueisen gelijk aan het gevalideerde model. Er wordt meer kalium aangevoerd door ruwvoer. Minder kalium wordt aangevoerd door krachtvoer, kunstmest en voorraadafname organische mest.

Tabel 5.14 Milieuresultaten

	N-balans (kg N/ha)			P-balans (kg P/ha)			K-balans (kg K/ha)		
	Gevalideerde model	Stap 3	Stap 2 + milieueisen	Gevalideerde model	Stap 3	Stap 2 + milieueisen	Gevalideerde model	Stap 3	Stap 2 + milieueisen
Aanvoer									
krachtvoer	61,9	48,6	47,3	7,8	7,5	9,7	21,9	20,8	21,6
ruwvoer	3,5	16,2	7,1	0,5	2,3	1,0	5,2	15,0	6,6
voorraadafn. ruwvoer	-4,1			-0,3			-12,0		
kunstmest	101,4	126,5	118,7	2,3	1,2		7,9		6,5
voorraadafn. org. mest	47,9	36,3	36,3	6,1	4,7	4,7	47,9	36,3	36,3
depositie	48,7	48,7	48,7						
N-binding	4,6	7,0	5,9						
Totale aanvoer	264,0	283,3	264,0	15,6	15,7	15,4	70,9	72,1	71,0
Afvoer									
vee	7,6	7,6	7,6	2,3	2,3	2,3	0,3	0,3	0,3
melk	61,5	61,5	61,5	10,2	10,2	10,2	17,3	17,3	17,3
Totale afvoer	69,2	69,2	69,2	12,5	12,5	12,5	17,7	17,7	17,7
Overschot	194,7	214,0	194,7	4,0	3,1	2,9	53,3	54,4	53,3

5.2.3.3 Financiële resultaten

De opbrengst van de geoptimaliseerde stap twee met milieueisen en het gevalideerde model zijn gelijk. De totale kosten zijn afgenomen met fl. 20117,-. Deze kostenafname is het gevolg van lagere kosten voor maisland, bietenland, MKS-land (hiervan worden allemaal minder hectaren opgenomen) en lagere kosten voor het injecteren van de mest en van hogere kosten voor grasland, aankoop krachtvoer, aangekocht ruwvoer en aangekochte meststoffen.
Uit de financiële resultaten blijkt dat het management-effect fl. 50217,- -/- fl. 30100,- = fl.20117,- bedraagt. Dezelfde milieuresultaten als in het gevalideerde model kunnen namelijk gehaald worden met een wat ander bedrijfsplan en daardoor een hogere arbeidsopbrengst.

Tabel 5.15 Financiële resultaten (in guldens)

	Gevalideerd model	Stap 3	Stap 2 + milieu-eisen
Opbrengsten			
melk	511439	511439	511439
omzet en aanwas melkvee	59320	59320	59320
Totale opbrengsten	570760	570760	570760
Kosten			
ruwvoervoorziening:			
- grasland	37589	54178	39445
- maisland	27084		15053
- bietenland	13972	16835	8009
- MKSland	19540	790	11773
voerkosten:			
- krachtvoer	38934	37720	52191
- aangekocht ruwvoer	5109	18170	7926
- voorraadafname	11187		
aangekochte meststoffen	6283	7204	6915
loonwerkkosten injecteren	29873	28168	28141
ov. var. kosten melkvee	87278	87278	87278
vaste kosten	263812	262403	263812
Totale kosten excl. arbeid	540660	512745	520543
Arbeidsopbrengst	**30100**	**58015**	**50217**

5.3 Vaste kosten

De verschillende milieumaatregelen hebben invloed op de jaarlijkse vaste kosten van De Marke. In bijlage 1 zijn de normatieve jaarlijkse vaste kosten bepaald voor een soortgelijk melkveebedrijf, daarnaast zijn de extra jaarlijkse vaste kosten bepaald voor De Marke die het gevolg zijn van de milieumaatregelen. De bepaling van de extra jaarlijkse vaste kosten van de Marke is samengevat in tabel 5.16.

Tabel 5.16 Jaarlijkse vaste kosten (in guldens)

	Normatief	De Marke	Extra jaarlijkse vaste kosten
Huisvesting, uitmestsysteem en mestopslag, groen label	55230	72909	17679
Aanvullende voeropslag		2634	2634
Bietenreiniger		3531	3531
Mechanische onkruidverdelging		952	952
Totale extra jaarlijkse vaste kosten			24796

De investeringen wat betreft de groen label stal die gemaakt zijn op De Marke hebben gevolgen voor de mineralenbalans. Door deze groenlabel stal wordt namelijk de stikstofemissie beperkt. Wanneer deze investering niet had plaatsgevonden zou de gemiddelde stalemissie 13% zijn in plaats van 5,2% zijn met het gevolg dat er minder stikstof uit de mest beschikbaar is voor de gewassen. Uit modelberekeningen blijkt dat 18,8 kg stikstof extra moet worden aangekocht in de vorm van kunstmest om dit verlies op te vangen. Hierdoor stijgt het stikstofoverschot met 18,8 kg N/ha.

5.4 Samenvatting resultaten

Uit tabel 5.17 blijken het management-effect en het milieu-effect. Het management-effect is het verschil in arbeidsopbrengst tussen het gevalideerde model en het geoptimaliseerde model in stap twee met milieueisen. Het milieu-effect is het verschil in arbeidsopbrengst tussen het geoptimaliseerde model in stap twee

met milieueisen en de geoptimaliseerde modellen zoals deze ontstaan na het loslaten van het bouwplan en de voederrantsoenen en na aanpassing van de stal- en weideperiode plus de extra jaarlijkse vaste kosten van De Marke als gevolg van milieumaatregelen (voor zover deze nog niet in het loslaten van het bouwplan en de voederrantsoenen en in de aanpassing van de stal- en weideperiode zijn opgenomen).
Het loslaten van het bouwplan en de voederrantsoenen van de dieren zorgt voor een stijging van de jaarlijkse arbeidsopbrengst van fl. 7798,- (fl. 58015,- - fl. 50217,-). Dit komt overeen met een stijging van de arbeidsopbrengst van fl. 0,0118 per kg geleverde melk. Het stikstofoverschot neemt dan toe met 19,3 kg N/ha tot 214,0 kg N/ha, het fosforoverschot neemt af met 0,9 kg P/ha tot 3,1 kg P/ha en het kaliumoverschot neemt toe met 1,1 kg P/ha tot 54,4 kg P/ha.
Door de lengte van de stal- en weideperiode vervolgens aan te passen aan die van een 'normaal melkvee-bedrijf' stijgt de jaarlijkse arbeidsopbrengst met fl. 5849,- (fl. 63864,- - fl. 58015,-). Dit komt overeen met een stijging van de arbeidsopbrengst van fl. 0,0089 per kg geleverde melk. Het stikstofoverschot neemt hierdoor toe met 4,0 kg N/ha tot 218,0 kg N/ha, het fosforoverschot neemt af met 0,1 kg P/ha tot 3,0 kg P/ha en het kaliumoverschot neemt toe met 1,9 kg K/ha tot 56,3 kg K/ha.
In het milieu-effect zijn de extra jaarlijkse vaste kosten opgenomen voorzover deze nog niet zijn opgenomen in de arbeidsopbrengst van vruchtwisseling en rantsoenen en de aanpassing van de stal-/weideperiode. De extra jaarlijkse vaste kosten van De Marke volgens tabel 5.16 (paragraaf 5.3) bedragen fl. 24796,-. In het vrijlaten van de vruchtwisseling en rantsoenen zit de investering voor een sleufsilo voor MKS (fl. 1409,- per jaar) niet meer. In het aanpassen van de stal- en weideperiode zit een lagere investering voor de opslag van mest (fl. 816,- per jaar). De totale extra jaarlijkse vaste kosten die nog moeten worden opgenomen in het milieu-effect bedragen dus fl. 24796,- - fl. 1409,- - fl. 816,- = fl. 22571,-. Deze extra investeringen hebben invloed op het stikstofoverschot van het bedrijf. Dit stikstofoverschot stijgt met 18,8 kg N/ha naar 236,8 kg N/ha.
In de laatste regel van de tabel is het milieu-effect toegerekend aan de bereikte daling in kg stikstof als gevolg van de milieumaatregelen. Het totale milieu-effect bedraagt fl. 7798,- + fl. 5849,- + fl. 22571,- = fl. 36218,-. Het milieu-effect per kg N bedraagt:

fl. 36218,- / ((236,8 - 194,7)*58,64) = fl. 14,67

Dit betekent dat het gemiddeld fl. 14,67 per kg N kost om het totale stikstofoverschot op het bedrijf met 42,1 kg/ha te doen afnemen van 236,8 naar 194,7 kg N/ha.
De totale kosten van de milieumaatregelen van De Marke bedragen fl. 0,055 per kg geleverde melk.

Tabel 5.17 Samenvatting

	Arbeids-opbrengst	Stikstosfoverschot (kg N/ha)	Fosforoverschot (kg P/ha)	Kaliumoverschot (kg K/ha)
Gevalideerde model	f 30.100,00	194,7	4,0	53,3
Geoptimaliseerde model met milieueisen	f 50.217,00	194,7	2,9	53,3
Management-effect	f 20.117,00			
Vruchtwisseling en rantsoenen	f 58.015,00	214,0	3,1	54,4
Aanpassing stal-/weide periode	f 63.864,00	218,0	3,0	56,3
Extra jaarlijkse vaste kosten	f 86.435,00	236,8	3,0	56,3
Milieu-effect	f 36.218,00	42,1	-1,0	3,0
Milieu-effect per kg N	f 14,67			

6 Discussie en conclusies

De discussie wordt opgesplitst in twee delen. In de eerste paragraaf worden de uitgangspunten van het model besproken, vervolgens worden de resultaten van de berekeningen besproken. Tot slot volgen de conclusies.

6.1 Uitgangspunten van het model

Een melkveebedrijf heeft in werkelijk een van jaar tot jaar veranderende voorraad ruwvoer, dit geldt wat betreft hoeveelheid maar ook wat betreft samenstelling. Dit is het gevolg van fluctuerende gewasopbrengsten. In het model is dit opgelost door het mogelijk maken van de aan- en verkoop van snijmaïs voor melkkoeien. Het model heeft echter de mogelijkheid tot het verbouwen van verschillende gewassen: gras, snijmaïs, MKS en voederbieten. Doordat in het model als het ware slechts één soort voorraad gemaakt of gebruikt kan worden (snijmaïs) wordt het model gedwongen andere voedermiddelen te verbouwen dan snijmaïs. Wanneer het model een tekort aan voer heeft kan alleen krachtvoer of snijmaïs worden aangekocht. De rantsoeneisen dwingen het model vervolgens andere, goed bij snijmaïs en krachtvoer passende gewassen te verbouwen. Hierdoor wordt snijmaïs niet zo snel opgenomen in het model, terwijl het financieel gezien toch een interresant gewas kan zijn. Om dit probleem op te lossen zou het mogelijk moeten zijn voor alle zelf verbouwde gewassen om deze te kunnen aan- en verkopen. Voor de resultaten kan het betekenen in de huidige situatie dat een duurder gewas verbouwd moet gaan worden, omdat het goedkopere gewas niet in het voederrantsoen past. Het resultaat wordt hierdoor dus ongunstiger.

In het oorspronkelijke model was het zo dat de jaarlijkse kosten van sommige werktuigen gekoppeld waren aan het gebruik ervan. De jaarlijkse kosten van een maaier werden dan alleen opgenomen als er zelf werd gemaaid, hetzelfde gold voor de voerdoseerbak en de bietenreiniger. In het model voor de Marke is een vast werktuigenpark aangenomen. Hierdoor blijven alle werktuigen ook aanwezig als ze niet gebruikt worden en wordt afschrijving, onderhoud en rente berekend. Wanneer geen voederbieten zijn opgenomen is een bietenreiniger overbodig. Hierdoor dalen in werkelijkheid de jaarlijkse vaste kosten met fl. 3531,-. Gevolg voor de resultaten is dat in het model de opname van voederbieten gunstiger wordt voorgesteld dan het in werkelijkheid is.

Uit de resultaten van de berekeningen blijkt dat grasland erg aantrekkelijk is om op te nemen in het bouwplan en in het rantsoen van de dieren. De graslandopbrengst per hectare is in het model relatief hoog vergeleken met de andere gewassen. Voor de graslandopbrengst in het model is de werkelijke graslandopbrengst van de Marke gebruikt. Bij het bepalen van de gemiddelde grasopbrengst van De Marke is geen onderscheid gemaakt tussen een veldkavel of een huiskavel. Grasland wordt op De Marke veel intensiever beregend dan andere gewassen (vooral de huiskavels) dus is het logisch dat de graslandopbrengst relatief hoog is vergeleken met de andere gewassen. De kosten van de regeninstallatie zijn opgenomen in de vaste kosten. Een toerekening van de variabele kosten voor beregening aan de verschillende gewassen naar rato van de beregeningsintensiteit heeft niet plaatsgevonden. Hiervoor ontbraken de gegevens. Dit betekent dat de kosten van grasland te gunstig voorgesteld worden en die van andere gewassen te ongunstig.

Het blijkt uit de optimalisaties dat opname van grasland aantrekkelijk is. Naarmate het model vrijer wordt gelaten wordt dan ook meer grasland opgenomen. Wanneer vaste vruchtwisselingseisen niet meer gelden is steeds opnieuw inzaaien van grasland niet meer nodig en is het percentage herinzaai grasland dus lager dan in het model is aangenomen. De aangenomen kosten voor een hectare grasland zijn in dat geval te hoog en het opnemen van grasland wordt te ongunstig voorgesteld.

6.2 Resultaten van de berekeningen

In hoofdstuk vijf is gesteld dat de bedrijfsvoering op de Marke wordt beïnvloed door enerzijds de milieueisen en anderzijds het management. Op grond van deze redenering is het management-effect bepaald. Het management van het bedrijf moet handelen op basis van verwachte gegevens (weer, gewasopbrengsten, etc.). Met behulp van deze verwachte gegevens wordt het bedrijfsplan opgesteld. Wanneer de werkelijke gegevens bekend zijn kan dit opgestelde bedrijfsplan suboptimaal blijken. In het model wordt het management-effect achteraf bepaald. Deze bepaling vindt plaats op basis van de werkelijke, gerealiseerde gegevens. Hieruit volgt dat het als management-effect aangeduide effect bestaat uit een vooraf niet te voorzien managementeffect, immers er is altijd verschil tussen de verwachte prijs- en gewasopbrengsten en de werkelijke prijs- en gewasopbrengsten, en vooraf wel te voorzien management-effect.

Om het management-effect te bepalen wordt in de berekening het model van stap twee gebruikt met daarin de milieueisen van het gevalideerde model. Hierbij is het noodzakelijk dat er een beperking wordt toegevoegd om de vaste vruchtwisseling te handhaven zodat de lage bemestingseisen van de Marke kunnen worden gehandhaafd. Wanneer deze vaste vruchtwisseling niet geldt en er gebruik gemaakt moet worden van de normatieve bemestingsnormen kan het model de milieu-eisen van het gevalideerde model niet halen, tenminste niet met handhaving van de veebezetting. Hieruit blijkt dat als de lage bemestingsnormen op de Marke alleen mogelijk zijn door de toegepaste vruchtwisseling, de vaste vruchtwisseling zoals deze geldt op de Marke noodzakelijk is om de beoogde milieuresultaten te behalen.

In bijlage 1 is de berekening van de jaarlijkse vaste kosten voor de Marke opgenomen, met daarbij een berekening van de jaarlijkse vaste kosten voor de extra milieu-investeringen van de Marke. De totale jaarlijkse kosten van het groen label systeem van huisvesting, uitmesten en mestopslag op De Marke zijn hoger dan de normatieve kosten. Daarnaast zijn er nog extra jaarlijkse kosten voor de voeropslag, bietenreiniger en mechanische onkruidverdelging. De totale extra jaarlijkse vaste kosten voor de milieumaatregelen op de Marke bedragen fl. 24796,-. Dit is 9,4% van de totale jaarlijkse vaste kosten. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat de arbeidskosten hierin niet zijn opgenomen.

Uit de resultaten bij de berekening van het management-effect blijkt dat door aanpassing van het voederrantsoen van de melkkoeien in de weideperiode lagere kosten kunnen worden gerealiseerd bij een gelijk blijvend stikstofoverschot. Er is dus een goedkopere manier om de minimumeisen wat betreft de mineralenbalans te behalen dan de manier die op De Marke wordt gebruikt. Door de melkkoeien in de weideperiode zoveel mogelijk gras te laten opnemen (14 kg ds/dier/dag) met een lager stikstofbemestingsnivo (276 kg N/ha in plaats van 288 kg N/ha) kan een hogere arbeidsopbrengst gehaald worden. Hieruit blijkt dat het voor de Marke gunstiger zou kunnen zijn het stikstofnivo van het grasland te verlagen dan de gehele hoeveelheid grasland te verlagen. Een verdere stap hierin kan zijn om de melkkoeien in de zomer dag en nacht te laten weiden, hierdoor zijn de melkkoeien in staat meer gras op te nemen (18 kg ds/dier/dag in plaats van 14 kg/dier/dag). Gevolg hiervan zal zijn dat er meer goedkoop gras wordt verbouwd, waardoor de arbeidsopbrengst nog verder zal stijgen. Het stikstofbemestingsnivo van dit grasland zal door de minimumeisen voor het stikstofoverschot wel lager liggen.

Uit de verschillende stappen die zijn gedaan om het milieu-effect te bepalen blijkt dat de voederrantsoenen nogal wat verschillen. Een ander voederrantsoen voor de melkkoeien kan leiden tot andere gehalten van de melk. Hiermee is geen rekening gehouden. Door de rantsoenveranderingen die in deze berekeningen hebben plaatsgevonden, namelijk een verschuiving naar meer gras, zal het gemiddelde vetgehalte van de melk stijgen en zal het gemiddelde eiwitgehalte van de melk dalen. Dit is een ongunstige situatie. Doordat het vetgehalte van de melk stijgt kunnen er minder kilogrammen melk worden geleverd met daarin minder kilogram eiwit waardoor de jaarlijkse melkopbrengsten dalen. Daarnaast is het ongunstig omdat er minder melk kan worden geleverd. Daardoor kan er ook minder eiwit worden geleverd. Hierdoor ontstaat een lagere afvoer van stikstof op de mineralenbalans waardoor het stikstof-

overschot van het bedrijf stijgt. Een voordeel wat hieruit ontstaat is dat er om het melkquotum vol te melken minder melkkoeien nodig zijn waardoor de kosten kunnen dalen. Doordat de rantsoenverschuivingen het meest in het management-effect zitten zal het milieu-effect niet zo veel veranderen.
In het model staat de maximale stikstofbemesting van het grasland op 300 kg N/ha. Het kan in de optimalisaties dus zo zijn dat de optimale bemesting van het grasland hoger ligt dan 300 kg N/ha. Wanneer dit zo is is er in de berekeningen een onderschatting gemaakt van het milieu-effect. Wanneer grasland met een hogere bemesting optimaal is ontstaat een hogere aanvoer van stikstof door kunstmest waardoor het stikstofoverschot van het bedrijf stijgt. Het effect van de milieumaatregel op de mineralenbalans is dan dus hoger dan deze in de berekeningen is bepaald.

6.3 Conclusies

Op grond van de in dit onderzoek gedane berekeningen kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De kosten van milieumaatregelen die betrekking hebben op het bouwplan en de veevoeding voor De Marke bedragen fl. 7798,- per jaar. Het effect van deze milieumaatregel op de mineralenbalans is een daling van het stikstofoverschot met 19,3 kg N/ha, een stijging van het fosforoverschot met 0,9 kg P/ha en een daling van het kaliumoverschot met 1,1 kg K/ha.
- De kosten van de kortere weideperiode zoals op de Marke bedragen fl. 5849,- per jaar. Het effect van deze milieumaatregel op de mineralenbalans is een daling van het stikstofoverschot met 4,0 kg N/ha, een stijging van het fosforoverschot met 0,1 kg P/ha en een daling van het kaliumoverschot met 1,9 kg K/ha.
- De totale extra jaarlijkse vaste kosten voor de milieumaatregelen op de Marke bedragen fl. 24796,-. Deze milieumaatregelen bestaan uit een groen label systeem voor huisvesting, uitmesten en mestopslag, een ruimere voeropslag voor meerdere soorten voer, een bietenreiniger en mechanische onkruidverdelging.
- De totale kosten van de milieumaatregelen van De Marke bedragen fl. 36218,-. Dit komt overeen met fl. 0,055 per kg geleverde melk.
- De kosten voor het verlagen van het stikstofoverschot bedragen fl. 14,67 per kg stikstof. Hierbij gaat het om een verlaging van het stikstofoverschot van 236,8 kg N/ha naar 194,7 kg N/ha.
- Om te kunnen voldoen aan de scherpe milieu-stikstof-eisen die De Marke zichzelf stelt is het financieel aantrekkelijker om meer grasland met een lager stikstofbemestingsnivo op te nemen in het bouwplan dan om het rantsoen van de melkkoeien rond te zetten met minder grasland met een hoger bemestingsnivo zoals nu gebeurt.

Literatuurlijst

Anonymous (1991). Normen voor de voedervoorziening. Lelystad, Werkgroep Normen Voor de Voedervoorziening van Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij. Publikatie nr. 70.

Bastiaensen, E. (1993). Bedrijfseconomische en milieutechnische gevolgen van de matregelen ter beperking van stikstofuitspoeling op melkveebedrijven. Wageningen, Vakgroep Agrarische Bedrijfseconomie, Landbouwuniversiteit.

Berentsen, P.B.M. en G.W.J. Giesen (1995). An environmental-economic model at farm level to analyse institutional and technical change in dairy farming. Agricultural systems 49, 153-175.

Biewinga, E.E., e.a. (1992). Melkveehouderij bij stringente milieunormen; Bedrijfs- en onderzoeksplan van het Proefbedrijf voor Melkveehouderij en Milieu. Hengelo, De Marke rapport nr. 1.

Boer, de J. en R. Geschiere (1990). Ontwerp van een LP-model voor de melkveehouderij. Wageningen, Landbouwuniversiteit, Vakgroep Agrarische Bedrijfseconomie, januari 1990.

Goossensen, F.R. en A. van den Ham (1992). Rekenregels voor het vaststellen van de nitraatuitspoeling. Informatie en Kennis Centrum Veehouderij. Publikatie nr. 23.

Handleiding Rumigame versie 2.0 (1993). Uitgave van Prof. H.C. van Hall Instituut, Produktgroep Simulaties, Groningen, 1993.

Hilhorst, G.J. (1995). Bedrijfsverslag 1994, Uitgave van De Marke, Hengelo.

Informatie en Kennis Centrum (IKC) Veehouderij (1994). Kwantitatieve informatie veehouderij 1994-1995. Ede: IKC Veehouderij, publikatie nr. 6.

Jong, de L. (1994). Economische en milieutechnische mogelijkheden van krachtvoerverbouw op het melkveebedrijf, Vakgroep Argrarische Bedrijfseconomie, Landbouwuniversiteit Wageningen.

Lent, van A.J.H. en P.P.H. Kant (1993). Investeringen en jaarkosten van maatregelen in de stal om de emissie van ammoniak te verlagen, PR rapport 149, december 1993.

Mandersloot, F. en M.A. van der Meulen, (1991). Het Melkveemodel; Uitgangspunten en werkwijze bij het nabootsen van de samenstelling van een veestapel, publikatie nr. 71, Lelystad.

Mandersloot, F., A.T.J. van Scheppingen en J.M.A. Nijssen, (1991). Modellen rundveehouderij; Overzicht en onderlinge samenhang modellen voor simulatie van melkveebedrijven, publikatie nr. 72, Lelystad.

Tussenbalans 1992-1994, Uitgave van De Marke, Rapport nr. 10, Hengelo, 1994.

Verduyn, C. (1990). De effecten van stringenter milieubeleid op de arbeidsopbrengst en mineralenbalans van een melkveebedrijf, Vakgroep Agrarische Bedrijfseconomie, Landbouwuniversiteit Wageningen.

Weide- en voederbouw op De Marke: op zoek naar de balans tussen produktie en emissie, Uitgave van De Marke, Rapport nr. 12, Hengelo, 1995.

Bijlagen

Bijlage 1 Jaarlijkse vaste kosten van De Marke

De jaarlijkse vaste kosten waarmee in het model wordt gerekend bestaan uit normatieve kosten voor een soortgelijk rundveehouderijbedrijf zoals De Marke, met daarbij extra jaarlijkse vaste kosten voor de milieu-investeringen zoals die op De Marke zijn gedaan.

- De normatieve vaste kosten zijn bepaald met behulp van het oorspronkelijke model en Kwantitatieve informatie veehouderij, 1994-1995.

	eenheden	vervangings-waarde per eenheid	% afsch.	%onder-houd	%rente
pacht (fl.700,-/ha)	58,64 ha				
ligboxenstal	80 st	6575	5	2	7
jongveestal 0-6 mnd	0,45*80 st	2800	5	2	7
jongveestal 6-22 mnd	0,50*80 st	3100	5	2	7
werktuigenberging	200 m^3	250	5	1	7
erfverharding	741	60	3	1,5	7
kavelpad	4398 m	40	3	1,5	7
kuilopslag	1205 m^2	50	5	1,5	7
trekker (40-50KW,4w)	1	69200	7,5	4	7
krachtvoercomputer	1	5000	15	5	7
zenders en boxen	1	40198	15	5	7
krachtvoervijzel	1	10000	9	2,5	7
krachtvoersilo	3	8900	9	2,5	7
kunstmeststrooier	1	7400	9	2,5	7
kuilvoersnijvork	1	11600	9	3	7
behandelbox	1	1600	7,5	2	7
kunstmestsilo	1	7200	5	3,5	7
greppelfrees	1	5300	9	3	7
transportwagen	1	6900	4,5	2,5	7
mengmestmixer	1	9000	7,5	3	7
circelschudder	1	14600	9	4	7
circelhark	1	11200	9	4	7
weidesleep	1	1200	6	2,5	7
weilandbloter	1	8700	11,3	4	7
klein gereedschap	1	10000	9	3	7
melkstal(2*6 visgraat)	1	40700	10	5	7
meetglazen	12	1400	15	5	7
afneemapparatuur	12	950	15	5	7
reiniging en spray	1	4050	10	5	7
compressor	1	3550	10	5	7
elektrische boiler	1	1500	8	2	7
melktank (6300)	1	47547	8	3	7
regeninstallatie	1	60463	11,3	2,5	7
regeninstallatie (put)	1	55480	9	2,5	7
afdekking mestopslag	10	1500	5	2,5	7
algemene kosten		7318			

De totale jaarlijkse normatieve vaste kosten voor De Marke komen daarmee op fl. 239016,-

- Hierbij komen extra jaarlijkse vaste kosten voor de specifieke milieu-investeringen:

  - Normatief is gerekend met een ligboxenstal voor 80 stuks melkkoeien met een roostervloer en 6 maanden mestopslag onder de roosters. De totale jaarlijkse kosten hiervan bedragen:
    Stal: fl. 6575,-*80*(5+2+7*0,5)*0,01 = fl. 55230,- (KWIN)

    Voor De Marke wordt gerekend met een ligboxenstal voor 80 stuks melkvee'groen label'. De jaarlijkse kosten hiervan zijn bepaald met behulp van een artikel van A.J.H van Lent en P.P.H. Kant (van Lent en Kant, 1993) en met behulp van KWIN.

    Kosten bestaan uit:
    Ligboxenstal voor 80 stuks melkkoeien met dichte vloer en mestschuif. De totale jaarlijkse kosten hiervan bedragen:
    Jaarlijkse kosten fl. 5362,50*80*(5+2+7*0,5)*0,01= fl. 45045,- (KWIN)

    Dichte hellende vloer van prefab-elementen inclusief giergoot. Drie mestgangen (twee gangen van 3m*50m en één gang van 2,2m*50m) totaal 410 m^2 *fl. 80,-
    Jaarlijkse kosten fl. 80,-*410*(5+2+7*0,5)*0,01= fl. 3444,- (van Lent & Kant)

    Coating. De aanbrengkosten hiervan bedragen fl. 80,-/m^2.
    Jaarlijkse kosten fl. 80,-*410*(20+2+7*0,5)*0,01 = fl. 8364,- (Biewinga , 1992)

    Spoelschuif. De extra kosten voor een spoelschuif bedragen fl. 10000,- per mestgang.
    Jaarlijkse kosten fl. 10000,-*3*(9+10+7*0,5)*0,01 = fl. 6750,- (van Lent & Kant)

    Mestsilo. Capaciteit 1800 m^3
    Jaarlijkse kosten fl. 47,-*1800*(5+2,5+7*0,5)*0,01 = fl. 9306,- (KWIN)

    De totale jaarlijkse kosten van een 'groen label' melkveestal bedragen fl. 72909,-. De extra jaarlijkse kosten van een 'groen label'-stal ten opzichte van een normatieve stal bedragen:
    fl. 72909,- - fl. 55230,- = fl. 17679,-

  - Opgenomen is nu een normatieve voeropslag. Op de Marke is aanvullend nodig een vaste plaat voor de bieten en een sleufsilo voor mks.
    Vaste plaat bieten (35 * 7 m):
    Vervangingswaarde: 35 * 7 * fl. 50,- = fl. 12250,-
    Afschrijvingspercentage = 5%
    Onderhoud en verzekering = 1,5%
    Totale extra jaarlijkse kosten: 12250*(5+1,5+7*0,5)*0,01 = fl. 1225,-
    Sleufsilo voor mks (35*4 *0,75 m^2):
    Vervangingswaarde: (35 * 4 * fl. 50,-) + (35 * 2 * 0,75 * fl. 135,-) = fl. 14087,-
    Afschrijvingspercentage = 5%
    Onderhoud en verzekering = 1,5%
    Totale extra jaarlijkse kosten: 14087,50*(5+1,5+7*0,5)*0,01 = fl. 1409,-
    De totale extra jaarlijkse kosten van de voeropslag op De Marke = fl. 2634,-

  - Op De Marke is voor het schoonmaken van de bieten een bietenreiniger aanwezig.
    Vervangingswaarde: fl. 23538,- (LEI-boekhouding)
    Afschrijvingspercentage = 9%
    Onderhoud en verzekering = 2,5%
    Totale extra jaarlijkse kosten: 23538*(9+2,5+7*0,5)*0,01 = fl. 3531,-

  - Op De Marke vindt mechanische onkruidverdelging plaats. Hiervoor is een onkruideg nodig.
    Vervangingswaarde: fl. 8652,- (LEI-boekhouding)
    Afschrijvingspercentage = 6%
    Onderhoud en verzekering = 1,5%
    Totale extra jaarlijkse kosten: 8652*(6+1,5+7*0,5)*0,01 = fl. 952,-

Hiermee komen de totale jaarlijkse vaste kosten van De Marke op: fl. 263812,-

Bijlage 2 Berekening voederbehoefte melkkoeien

2a Berekening volgens model

Gegeven de gemiddelde melkproduktie en de bijbehorende vet en eiwitpercentages per melkkoe wordt met behulp van een rekenprogramma de maandelijkse produktie, de energiebehoefte, de droge stof opnamecapaciteit en de eiwitbehoefte per melkkoe bepaald. Dit rekenprogramma gaat uit van een melkkoe die in Februari afkalft en een weideperiode van 182 dagen waarbij de koeien 1 november worden opgestald.
De volgende gegevens zijn met behulp van het rekenprogramma gebaseerd op Groen (1988) bepaald, hierbij geldt als uitgangspunt een melkkoe met een produktie van 8150 kg melk per jaar met 4,36 vet% en 3,51 eiwit%.

Maand	Kg melk	Energiebehoefte beperkt weiden (kVEM)	Energiebehoefte stalv. (kVEM)	Droge-stof-opname-capaciteit	Eiwitbehoefte (DVE)
Februari	1094	622	622	487	59796
Maart	1157	684	684	583	62754
April	1084	675	675	619	60867
Mei	1008	673	657	612	58987
Juni	931	647	630	605	56416
Juli	855	618	601	588	53326
Augustus	779	590	573	537	49788
September	514	417	405	383	33778
Oktober	417	381	368	357	29849
November	312	328	328	320	24928
December	0	188	188	245	7994
Januari	0	218	218	245	11226
Totaal	**8150**	**6039**	**5948**	**5581**	**509709**

Met behulp van de energiebehoefte voor beperkt weiden en de energiebehoefte voor stalvoedering kan de extra energie-behoefte voor beperkt weiden per dag bepaald.
Energie-behoefte voor beweiden/dag = (6039 - 5948)/182 dagen = 0,5 kVEM per dag.

De gegevens uit bovenstaande tabel kunnen nu worden omgerekend naar de gewenste stal- en weideperiode en ook kunnen aparte energie- en eiwitbehoeften voor de droogstaande melkkoeien worden bepaald.

Voor de melkgegevende koeien:
Voor het bepalen van de energiebehoefte, de drogestofopnamecapaciteit en de eiwitbehoefte van de melkgevende koeien, dus exclusief de droogstaande koeien worden de perioden 1 tot en met 10 en de helft van periode 12 gesommeerd. In periode 11 en in de eerste helft van periode 12 hebben de koeien als gevolg van droogstand een ander voerrantsoen.
- Energiebehoefte: (622+..+328+0,5*218) = 5652 kVEM
- Droge-stofopnamecapaciteit: (487+..+320+0,5*245) = 5213,5 kg
- Eiwitbehoefte: (59796+..+24928+0,5*11226) = 496102 DVE

Een evenredige verdeling van deze gegevens over de stal- en weideperiode (resp. 213 dagen en 152 dagen) levert de volgende resultaten op:

In de stalperiode:
- Melkproduktie: 8150 * (213/(213+152) = 4756 kg melk
- Energiebehoefte: 5652 * (213/(213+152)) = 3298,3 kVEM
- Drogestofopnamecapaciteit: 5213,5 * (213/(213+152)) = 3042 kg
- Eiwitbehoefte: 496102 * (213/(213+152)) = 289506 DVE

In de weideperiode:
- Melkproduktie: 8150 * (152/(213+152)) = 3394 kg melk
- Energiebehoefte: 5652 * (152/(213+152)) = 2354 + (0,5 kVEM * 152 dagen) = 2430 kVEM
- Drogestofopnamecapaciteit: 5213,5 * (152/(213+152)) = 2171 kg
- Eiwitbehoefte: 496102 * (152/(213+152)) = 206596 DVE

Voor de droogstaande koeien:
Voor de droogstaande koeien hoeft geen onderscheid gemaakt te worden in stalperiode en weideperiode omdat deze dieren het gehele jaar door op stal staan. De verschillende behoeften worden berekend door periode 11 en de helft van periode 12 te sommeren:
- Energiebehoefte: 188 + 0,5*218 = 297 kVEM
- Drogestofopnamecapaciteit: 245 + 0,5*245 = 367,5 kg
- Eiwitbehoefte: 7994 + 0,5*11226 = 13607 DVE

Volgens deze berekening is de totale energiebehoefte van het melkvee 6024 KVEM/dier.

2b Berekening volgens De Marke

In bijlage 2a is een normatieve berekening gemaakt van de voederbehoefte van de melkkoeien. In bijlage 2b wordt de voederbehoefte van de melkkoeien berekend op basis van de gerealiseerde voergift op De Marke.

Omdat een melkkoe een gemiddelde droogstand heeft van 6,5 weken en de afkalvingen evenredig over het jaar plaatsvinden wordt de weide- en de stalperiode evenredig verdeeld in een aantal dagen droogstand en een aantal dagen melkgift.

	Weidedagen	Staldagen
46 dagen droogstand (dit komt overeen met 6,5 weken)	19,156	26,844
319 dagen melkgift	132,844	186,156
	152 dagen	213 dagen

De bruto voergift VEM/dier/dag is op De Marke bekend voor de stal- en weideperiode. De voederverliezen waar mee gerekend wordt bedragen 3%. De bruto voergift is met behulp van de voederverliezen omgerekend naar netto energieopname, deze wordt gelijk gesteld aan de netto energiebehoefte. De netto energiebehoefte/dier/dag is vervolgens vermenigvuldigd met het aantal dagen. Zo ontstaat de totale netto energiebehoefte per periode en per diercategorie voor de melkkoeien.

Zomerperiode van 152 dagen

	VEM/dier/dag		
	Bruto	Netto	Totaal
Droge koeien	7042	6830,7	6830,7*19,156 = 130,9 KVEM
Melkkoeien	19161	18586,2	18586,2*132,844 =2469,1 KVEM

Winterperiode van 213 dagen

	VEM/dier/dag		
	Bruto	Netto	Totaal
Droge koeien	7634	7405,0	7405,0*26,844 = 198,8 KVEM
Melkkoeien	20166	19561,0	19561,0*186,156 =3641,4 KVEM

			6440,1 KVEM/dier

Voor:

Droge melkkoeien	130,9 + 198,8 = 329,6 KVEM
Melkkoeien	2469,1 + 3641,4 = 6110,5 KVEM

2c In het model opgenomen

De voederbehoefte berekend op basis van de voeropname (bijlage 2b) is ((6440,1-/- 6024)/6024)*100% = 6,9% hoger dan die berekend volgens het model (bijlage 2a). Met dit percentage worden de in bijlage 2a berekende voederbehoefte en droge stof opnamecapaciteit verhoogd.
De berekende DVE-behoefte uit 3a blijft gehandhaafd.

De voereisen zoals die in het model worden opgenomen zijn dan de volgende:
Melkkoeien:

- Energiebehoefte (KVEM)	6110,5
In stalperiode	3565,8
In weideperiode	2620,6
- DS opnamecapaciteit (kg ds referentievoer/koe)	5573,6
In stalperiode	3252,1
In weideperiode	2320,9
- Eiwitbehoefte (KDVE)	496,1
In stalperiode	289,5
In weideperiode	206,6
Droogstaande melkkoeien:	
- Energiebehoefte (KVEM)	329,6
- Eiwitbehoefte (KDVE)	13,6

Berekening N, K_2O en P_2O_5 afvoer door uitstoot van melkvee (Verduyn, 1990):
Uitstoot per koe: 31,6% * 614 kg (Hilhorst, 1995) = 194 kg
Vlees bevat (Hilhorst, 1995): 2,5% N
0,74% P, dit wordt: 1,7 % P_2O_5
0,17% K, dit wordt: 0,205% K_2O
Dus : 4,85 kg N
3,279 kg P_2O_5
0,397 kg K_2O
Deze getallen staan rechtstreeks in het model.

Bijlage 3 Jongvee

Een eenheid jongvee bestaat uit:
- één kalf ouder dan 14 dagen;
- 0,96 pink

Een jongvee-aktiviteit levert: 0,96*0,92 = 0,8832 vaars (KWIN)

Benodigde stalcapaciteit: 0,987+(0,96*0,863) = 1,8155

Mestquotum: 9 + 0,96*18 = 26,28

Voedering:

Opfok volgens de kunstmelkmethode

Kunstmelk (kg/kalf)	35	
Opfokbrok (eerste drie maand)	60,6	
Krachtvoer weide (kg/dier)	30,82	(Uit voederoverzicht De Marke 1994-1995)
Krachtvoer stal (kg/dier)	67,99	(Uit voederoverzicht De Marke 1994-1995)

Stalperiode:	ongeveer 6 maanden per jaar
Weideperiode:	ongeveer 6 maanden per jaar

Totale voederbehoefte stal:

	KVEM:	1809,779	**kDVE**:	102,3397	(Berentsen en Giesen)
af:	kunstmelk	58,275		3,745	
	opfokbrok	60,6*0,87 = 52,722		60,6*0,12 = 7,272	
	krachtvoer	67,996*1,00 = 67,996		67,996*0,13 = 8,839	
voederbehoefte stal uit ruwvoer		1630,786		82,484	

Totale voederbehoefte weide:

	KVEM:	2106,757	**kDVE**:	101,2783	(Berentsen en Giesen)
af:	krachtvoer	30,819*1,04 = 32,052		30,819*0,10 = 3,0819	
voederbehoefte weide uit ruwvoer		2074,705		98,1964	

Arbeid:

variabele arbeid	14 uren per jongvee-eenheid (De Boer en Geschiere, 1990)
vaste arbeid	103,2 uren (wordt verwerkt in het arbeidsaanbod)

Bijlage 4 Kosten en opbrengsten (Z-c)

Gegevens van LEI-boekhouding van De Marke.

Nuka vaars

Totaal voor verkoop van 11 vaarskalveren ontvangen fl. 5076,-. Dus per vaarskalf: 5076/11 = fl. 461,-

Nuka stier

Totaal voor verkoop van 37 stierkalveren ontvangen fl. 15463,-. Dus per stierkalf: 15463/37 = fl. 418,-

Vervangingswaarde melkkoeien

Op De Marke is aanwwezig melkvee van de klasse 1 (LEI,1996).

Melk- en kalfkoeien 1x gekalfd:	fl. 2050,-
Melk- en kalfkoeien 2x en meer gekalfd:	fl. 2150,-
Bij een vervangingspercentage van 31,6%:	(0,316*2050 + 0,684*2150) = fl. 2118,-

Vervangingswaarde pinken

Gust of minder dan 7 maanden drachtig:	fl. 1550,-
Meer dan 7 maanden drachtig:	fl. 1925,-
Op De Marke:	5/12*1925 + 7/12*1550 = fl. 1706,-

Vervangingswaarden kalveren

Na 1 januari geboren:	fl. 700,-
Voor 1 januari geboren:	fl. 900,-
Op De Marke:	2/3*700 + 1/3*900 = fl.767,-

Uitstootprijs melkkoeien

Volgende rekeningen:

Melkkoeien verkocht: 20 stuks		ontvangen fl. 29517,-
Melkkoeien ziek verkocht:	4 stuks	ontvangen fl. 1229,-

Totaal 24 stuks verkocht voor fl. 30746,-. Dus per koe: fl. 1281,-

Uitstootprijs pink (1 jaar)

Rekening koekalveren verkocht: 7 stuks voor totaal fl. 6089,-. Dus per pink: 6089/7 = fl. 870,-

Uitstootprijs pink (bij afkalven)

Rekening pinken verkocht: 3 stuks voor fl. 4705,-. Dus 4705/3 = fl.1568,- per pink.

Melkprijs

Opbrengst per 100 kg melk: fl. 77,67 (LEI-jaarverslag De Marke).

Kosten grasland

De kosten per ha grasland zijn samengesteld uit:

- overige bemestingskosten		26	(LEI, De Marke)
- afrastering		70	(KWIN, 1994-1995)
- onkruid- en plaagbescherming			
Totaal voor grasland	fl. 291,-		
Per ha:	291/34,97 =	8,32	(LEI, De Marke)

Totaal zonder herinzaai		104,32	

Kosten 1 ha herinzaai:

werk door derden graslandvernieuwing 1994-1995:	fl. 3896,-
zaaizaad en pootgoed:	fl. 1578,-
	---
totaal voor 8,44 ha	fl. 5474,-
Dus kosten herinzaaien 1 ha:	5474/8,44 = 649,60

% herinzaai op De Marke: 8,44/34,97 * 100% = 24,14 %

Kosten maaisnede grasland

De kosten van het oorspronkelijke model zijn blijven staan.

Kosten inkuilen per maaisnede kuilgras

Uitgaven 1994-1995:

werk door derden grashakselen/kneuzen	fl. 8797,-
werk door derden inkuilen grasl.	fl. 5121,-
totaal (maaipercentage 278% = 97,32 ha)	fl. 13918,-

Kosten per ha: 13918/97,32 = fl. 143,01

Kosten weidesnede grasland

De kosten van het oorspronkelijke model zijn blijven staan.

Kosten maaisnede herfstgras

Hiervoor zijn dezelfde kosten genomen als voor een normale maaisnede gras.

Snijmais

Kosten 1994-1995:

			Per ha	
Werk door derden grondbewerken	fl. 7067,-/17,18	=	fl. 411,35	(LEI)
Werk door derden zaaien	fl. 2668,-/17,18	=	fl. 155,30	(LEI)
Werk door derden spuiten	fl. 1992,-/17,18	=	fl. 115,95	(LEI)
Werk door derden hakselen./kuilen	fl. 11671,-/10,07	=	fl. 1159,-	(LEI)
Maiszaad	fl. 6409,-/17,18	=	fl. 373,05	(LEI)
Bestrijdingsmiddelen	fl. 1019,-/10,07	=	fl. 101,20	(LEI)
Rente en verzekering			fl. 80,-	(KWIN,94-95)
Totaal per ha snijmais			fl. 2396,-	

Plus afdekmateriaal en brandstof en smeermiddelen, volgens oorspronkelijke model (normatief).
Minus fl. 361,- hectaretoeslag.

MKS

Kosten 1994-1995:

			Per ha	
Werk door derden grondbewerken	fl. 7067,-/17,18	=	fl. 411,35	(LEI)
Werk door derden zaaien	fl. 2668,-/17,18	=	fl. 155,30	(LEI)
Werk door derden spuiten	fl. 1992,-/17,18	=	fl. 115,95	(LEI)
Werk door derden hakselen./kuilen	fl. 12085,-/7,11	=	fl. 1700,-	(LEI)
Maiszaad	fl. 6409,-/17,18	=	fl. 373,05	(LEI)
Bestrijdingsmiddelen	fl. 722,-/7,11	=	fl. 101,55	(LEI)
Rente en verzekering			fl . 70,-	(KWIN,94-95)
Totaal per ha MKS inclusief MKSstro			fl.2927,-	

Plus afdekmateriaal en brandstof en smeermiddelen, volgens oorspronkelijke model (normatief).
Minus fl. 361,- hectaretoeslag.

Voederbieten inclusief bietenblad

Kosten 1994-1995:

		Per ha	
werk door derden ploegen/culti.	fl. 1591,-/4,35 =	fl. 365,75	(LEI)
werk door derden zaaien	fl. 1474,-/4,35 =	fl. 338,85	(LEI)
werk door derden spuiten	fl. 1039,-/4,35 =	fl. 238,85	(LEI)
werk door derden oogsten	fl. 4936,-/4,35 =	fl. 1134,70	(LEI)
werk door derden overig	fl. 660,-/4,35 =	fl. 151,75	(LEI)
bietenzaad	fl. 1458,-/4,35 =	fl. 335,17	(LEI)
bestrijdingsmiddelen	fl. 1411,-/4,35 =	fl. 324,37	(LEI)
rente en verzekering		fl. 100,-	(KWIN,94-95)

Totaal per ha voederbieten incl. bietenblad		fl. 2989,-	

Excl. kosten voor afdekmateriaal, bemesting diversen en brandstof en smeermiddelen, deze zijn berekend zoals in het oorspronkelijke model. Minus fl. 361,- hectaretoeslag.

Kosten zodebemesting loonwerk

Kosten 1994-1995:

voor 2988 m^3 fl. 29946,- Dus fl. 10,02 per m^3.

Kosten aankoop stikstof

Kosten voor K.a.s. 27% voor 19550 kg K.a.s. fl. 5023,-

Dus per kg K.a.s. 5023/19550 = fl. 0,2569309 per kg K.a.s.

Dit komt overeen met (0,2569309/27)*100 = fl. 0,95 per kg N

Kosten aankoop Kali

Kosten voor Kali 60 voor 900 kg fl.340,-

Dus per kg Kali 60 340/900 = fl. 0,3778

Dit komt overeen met (0,37777/60)*100 = fl. 0,63 per kg K_2O

Kosten melkkoeien

Gezondheidszorg:		
Totale kosten van jaarrekening: fl. 24207,-/139,1 stuks vee =		fl. 174,-
Stro en strooisel		
Totale kosten van jaarrekening: fl. 13870/139,1 stuks vee =		fl. 100,-
Veeverbetering KI e.d.		
Totale kosten van jaarrekening: fl. 14159/110 stuks vee =		fl. 129,-
Electrische melkwinning:		
koeling	fl. 22,-	
warm water	fl. 22,-	
ov. energie	fl. 13,-	
	---	fl. 57,-
Rente vee:	0,07*fl. 2125,- =	fl. 148,-
Uitvalrisico:	0,02*fl. 2125,- =	fl. 42,50
Algemeen (model)		fl. 103,-
		---
		fl. 753,- per melkkoe

Kosten jongvee eenheid

Kunstmelk (model)		fl. 93,-
Gezondheidszorg:	fl. 174,- * 1,96 =	fl. 341,-
Stro en strooisel:	fl. 100,- * 1,96 =	fl. 196,-
Dekgeld:	0,96 * fl.53,- =	fl. 51,-
Uitvalrisico:		fl. 63,44
Rente vee:		fl. 168,-
		---
		fl. 908,40 per jongvee eenheid

Bijlage 5 Organische mest

Volgens Toelichting bij de mestboekhouding (Uitgave van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1994) zijn de landelijke gebruiksnormen vanaf 1 januari 1995:

- grasland 150 kg P2O/ha/jaar
- bouwland 110 kg P2O/ha/jaar

De gemiddelde samenstelling van de drijfmest was (Hilhorst, 1995):

- 4,0 kg N/ton
- 1,3 kg P_2O_5/ton
- 5,8 kg K_2O/ton

Deze waarden zijn in deze bijlage gebruikt als uitgangspunt, in het model worden ze door het model zelf bepaald en kunnen daardoor afwijken van de hier vermelde waarden.

Het verwachte emissienivo voor het mestafvoersysteem op het proefbedrijf in procenten van de uitgescheiden stikstof bedraagt (Biewinga e.a., 1992):

- ligboxenstal 5,2%
- ingestrooide loopstal 9,8%

Effekt van concentraties op coefficienten mestuitrijactiviteiten:

Stikstof:
Uitgangspunt concentratie N in verse mest (kg/ton): 4,0

Stalemissie(5,2%) 4,0*5,2*0,01 = 0,208
Concentratie na opslag (100-5,2)*0,01*4,0 = 3,792

Verwacht emissienivo voor mestopslag op het proefbedrijf, in procenten van de opgeslagen stikstof (Biewinga e.a., 1992):

- kelder/silo 1%
- vaste mest 2%

Emissiepercentage De Marke 1%
Berekende opslag emissie 0,01*1*3,792 = 0,03792

N-concentratie voor uitrijden 3,792 - 0,03792 = 3,75408
Nm voor uitrijden 3,75408 - 2,2 = 1,55408
(Deze 2,2 wordt vast verondersteld)
(Handboek voor de rundveehouderij)

Werkzame N per m^3 mest bij afgedekte mestopslag (uitrij emissie is 1%):

N-beschikbaar 0,01*(100-1)*1,55408 = 1,53854
N-emissie (totaal) 0,208+0,03792+(0,01*1,55408*1)) = 0,2615
N-bodem (totaal) 4,0-0,2615 = 3,7385

Fosfaat:
Uitgangspunt concentratie in verse mest (kg/m^3): 1,3

- P_2O_5 beschikbaar 1,3
- P_2O_5 bodem 1,3

Kalium:
Uitgangspunt concentratie in verse mest (kg/m^3): 5,8

- K_2O beschikbaar (injecteren:100%) 5,8
- K_2O bodem 5,8

Effekten van beweidingssysteem op verdeling van de mineralenaanvoer in stal en weide.
Afhankelijk van het beweidingssysteem komt ook in de weideperiode een deel van de mineralen in de stal terecht. Bij siestabeweiden is dit percentage gelijk aan dat van beperkt weiden namelijk 60% van de weidemineralen komt terecht in de stal.

Bijlage 6 Berekening grasopbrengst model

- Netto voorraadmutaties (Hilhorst, 1995)

kuilgras	33610,3 KVEM
snijmais	-52859,0 KVEM
bieten	3317,0 KVEM
mks	-30056,3 KVEM
mks-stro	4789,2 KVEM
bietenblad	3913,8 KVEM
Totaal	-37284,9 KVEM

- Netto aangekocht voer (LEI-jaarverslag)

melkveebrok	67731 KVEM
oliehoudende produkten	18840 KVEM
hooi	825 KVEM
melkpoeder	2138 KVEM
Totaal	89534 KVEM

- Eigen produktie (Hilhorst, 1995)

	KVEM	voerverlies	netto KVEM
Snijmais	112619,2	3%	109240,6
MKS	55025,1	3%	53374,3
Bieten	43540,7	3%	42234,5
MKS-stro	12987,7	5%	12338,3
Bietenblad	5003,0	5%	4752,9
Voerresten			12654,6
Totaal			234595,2 KVEM

- Behoefte vee (LEI-jaarverslag en voeroverzicht De Marke)

		Aantal stuks	KVEM/dier	Totaal KVEM
Melkkoeien		81,2	6440,1	522935
Jongvee:	- kalveren	29,1	3916,5	113971
	- pinken	28,8		
Totaal				636906 KVEM netto

Met behulp van bovenstaande gegevens wordt nu de netto grasopbrengst bepaald. Deze netto grasopbrengst is de behoefte van het vee minus de eigen produktie, de hoeveelheid aangekocht voer en de voorraadmutaties.

Eigen produktie	234595,2 KVEM
Aangekocht	89534,0 KVEM
Voorraadafname	37284,9 KVEM
	361414,1 KVEM netto, deze hoeveelheid is beschikbaar voor het vee.

Het vee heeft nodig	636906 KVEM netto
-/- beschikbaar voor vee	361414,1 KVEM netto
Door grasland geproduceerd	275492,4 KVEM netto

275492,4/34,97 ha = 7877,965 KVEM/ha grasland netto

In het model wordt gerekend met bruto graslandopbrengst. De netto opbrengst moet daarom worden omgerekend naar bruto graslandopbrengst. Hiervoor zijn nodig de verliespercentages voor respectievelijk weide- en kuilgras en de verhouding weide-/kuilgras. De verhouding weide-/kuilgras volgt uit de geregis-

treerde produktie van het grasland op De Marke.

Opbrengst grasland De Marke (Hilhorst, 1995):

	Kg ds	voederverlies	Kg ds netto	KVEM/kg ds	KVEM
Weidegras	124976		124976	0,993	124101,2
Kuilgras	147637	3%	143207,9	0,8743	125206,4
Herfstgras	48162	5%	45753,9	0,809	37024,99
					286332,59/34,97 = 8187,95

Blijvend grasland	9,64 ha	251 kg N/ha
Tijdelijk grasland	25,33 ha	302 kg N/ha
		287,9 kg N/ha gemiddeld

De berekende netto produktie van het grasland is 7877,965 KVEM/ha netto, deze wordt volgens bovenstaande verhouding weidegras/kuilgras verdeeld.

	KVEM/ha	weide/kuilverliezen	voederverliezen	bruto KVEM/ha
Weidegras	3414,438	15%		4016,986
Kuilgras	4463,527	15%	3%	5413,617
Totaal				9430,603 KVEM/ha bruto

Dit is de opbrengst van grasland bemest bij een stikstofnivo van 288 kg N/ha. In het model zijn ook de grasopbrengsten nodig van gras bemest bij andere stikstofnivo's. Deze grasopbrengsten zijn bepaald met behulp van een formule afgeleid uit het programma Normen voor de Voedervoorziening van het PR.

Deze formule voor grasland ziet er als volgt uit:

Bruto KVEM opbrengst = $a_0 + a_1 * \text{N-gift} + a_2 * (\text{N-gift})^2$

Met: $a_0 = 4920$
$a_1 = 26,37$
$a_2 = -0,02686$

De bruto grasopbrengst op De Marke bedraagt 9430,603 kVEM per hectare bij een stikstofnivo van 287,9 kg N per hectare. Wanneer bij dit stikstofnivo de grasopbrengst wordt bepaald met behulp van bovenstaande formule dan zou de bruto kVEM opbrengst 10286,04 kVEM/ha bedragen. Daarom wordt de nieuwe curve voor het bepalen van de grasopbrengst in het LP-model:

Bruto KVEM opbrengst = $a_0 + a_1 * \text{N-gift} + a_2 * (\text{N-gift})^2$

Met: $a_0 = 4920 - (10286,04 - 9430,603) = 4064,563$
$a_1 = 26,37$
$a_2 = -0,02686$

N-gift	Bruto KVEM opbrengst
100	6433,0
150	7415,7
200	8264,2
250	8978,3
300	9558,2
400	10315,0
500	10534,6

Deze bruto KVEM grasopbrengsten worden in het model opgenomen.

Bijlage 7 Voedermiddelen

Op De Marke wordt verbouwd:
- grasland;
- mais;
- MKS en MKS-stro;
- voederbieten en bietenblad.

Daarnaast kan wordt aangekocht:
- diverse soorten krachtvoer;
- hooi;
- sojaschroot;
- raapschroot.

Eigen verbouwd voer:

Snijmais:

Bruto opbrengst (1000 kg ds/ha)	10,846	(Hilhorst, 1995)
Inkuilverliezen (%)	8	
Netto opbrengst ingekuild (1000 kg ds/ha)	(100-8)*10,846*0,01 = 9,978	
Voederverliezen (%)	3 (Alle voederverliezen worden vervoederd aan jongvee en droogstaand melkvee)	
Netto ds (1000 kg ds/ha)	9,679	
KVEM/kg ds	0,924	(Hilhorst, 1995)
Netto Energie (1000 KVEM)	0,924*9,679 = 8,947	
KDVE/kg ds	0,049	(Hilhorst, 1995)
Netto DVE (1000)	0,049*9,679 = 0,474	
KOEB/kg ds	-0,0279	(Hilhorst, 1995)
Netto OEB (1000)	-0,0279*9,679 = -0,27	
Belastingfactor verdringing	1,13*9,679 = 10,937	(Jarrige)
Structuurwaarde per kg ds	0,6	(Handboek rundveehouderij)
Structuurwaarde (1000)	0,6*9,679 = 5,807	
N-gehalte (%)	1,339	(Hilhorst, 1995)
N-afvoer per ha bij zelf vervoederen	1,339*9,679*0,01*1000 = 129,601	
P_2O_5-gehalte (%)	0,4811	(Hilhorst, 1995)
P_2O_5-afvoer per ha bij zelf vervoederen	0,4811*9,679*0,01*1000 = 48,007	
K_2O-gehalte (%)	1,6268	(Hilhorst, 1995)
K_2O-afvoer per ha bij zelf vervoederen	1,6268*9,679*0,01*1000 = 157,453	

Bemesting van snijmais (Hilhorst, 1995):

N-bemesting:	102 kg N/ha
P_2O_5-bemesting:	59,6 kg P_2O_5/ha
K_2O-bemesting:	279,6 kg K_2O/ha

MKS:

MKS-kolf:

Bruto opbrengst (1000 kg ds/ha)	7,418	(Hilhorst, 1995)
Inkuilverliezen (%)	8	
Voederverliezen (%)	3	(Zie snijmais)
Netto ds (1000 kg/ha)	(100-8)*(100-3)*7,418*0,0001 = 6,620	
Bruto opbrengst KVEM (1000)	1,1340	(Hilhorst, 1995)
Netto energie	1,1340*6,620 = 7,5069	
KDVE/kg ds	0,0627	(Hilhorst, 1995)
Netto DVE	0,0627*6,620 = 0,415	
KOEB/kg ds	-0,0175	(Hilhorst, 1995)
Netto OEB	-0,0175*6,620 = 0,1158	
Belastingfactor verdringing	0,595*6,620 = 3,938	(De Jong, 1994)
Structuurwaarde per kg ds	0	(De Jong, 1994)
N-gehalte (%)	1,552	(Hilhorst, 1995)
N-afvoer per ha bij zelf vervoederen	1,552*6,620*0,01*1000 = 102,74	
P_2O_5-gehalte (%)	0,59566	(Hilhorst, 1995)
P_2O_5-afvoer per ha bij zelf vervoederen	0,59566*6,620*0,01*1000 = 39,432	
K_2O-gehalte (%)	0,6507	(Hilhorst, 1995)
K_2O-afvoer per ha bij zelf vervoederen	0,6507*6,620*0,01*1000 = 43,0752	

Bemesting van MKS (Hilhorst, 1995):

N-bemesting:	102 kg N/ha
P_2O_5-bemesting:	59,6 kg P_2O_5/ha
K_2O-bemesting:	279,6 kg K_2O/ha

MKS-stro:

Bruto opbrengst (100 kg ds/ha)	3,597	(Hilhorst, 1995)
Inkuilverliezen (%)	8	(zie MKS)
Voederverliezen (%)	5	
Netto ds (1000 kg/ha)	(100-8)*(100-5)*3,597*0,0001 = 3,144	
Bruto opbrengst KVEM (1000)	0,581	(Hilhorst, 1995)
Netto energie	0,581*3,144 = 1,8265	
KDVE/kg ds	0,016	(Hilhorst, 1995)
Netto DVE	0,016*3,144 = 0,0503	
KOEB/kg ds	-0,019	(Hilhorst, 1995)
Netto OEB	-0,019*3,144 = -0,0597	
N-gehalte (%)	1,008	(Hilhorst, 1995)
N-afvoer per ha bij zelf vervoederen	1,008*3,144*0,01*1000 = 31,6893	
P_2O_5-gehalte (%)	0,25201	(Hilhorst, 1995)
P_2O_5-afvoer per ha bij zelf vervoederen	0,25201*3,144*0,01*1000 = 7,92263	
K_2O-gehalte (%)	2,651	(Hilhorst, 1995)
K_2O-afvoer per ha bij zelf vervoederen	2,651*3,144*0,01*1000 = 83,3416	

Voederbieten:

Bieten:

Bruto opbrengst (100 kg ds/ha)	10,247	(Hilhorst, 1995)
Inkuilverliezen (%)	10	
Voederverliezen (%)	3	
Netto ds (1000 kg/ha)	(100-10)*(100-3)*10,247*0,0001 = 8,9456	
Bruto opbrengst KVEM (1000)	1,085	(Hilhorst, 1995)
Netto energie	1,085*8,9456 = 9,7089	
KDVE/kg ds	0,0765	(Hilhorst, 1995)
Netto DVE	0,0765*8,9456 = 0,684	
KOEB/kg ds	-0,0547	(Hilhorst, 1995)
Netto OEB	-0,0547*8,9456 = -0,489	
Belastingfactor verdringing	0,6*8,9456 = 5,367	(Jarrige)
Structuurwaarde per kg ds	0	(Handboek rundveehouderij)
N-gehalte (%)	1,314	(Hilhorst, 1995)
N-afvoer per ha bij zelf vervoederen	1,314*8,9456*0,01*1000 = 117,456	
P_2O_5-gehalte (%)	0,4926	(Hilhorst, 1995)
P_2O_5-afvoer per ha bij zelf vervoederen	0,4926*8,9456*0,01*1000 = 44,063	
K_2O-gehalte (%)	3,085	(Hilhorst, 1995)
K_2O-afvoer per ha bij zelf vervoederen	3,085*8,9456*0,01*1000 = 275,955	

Bemesting van voederbieten (Hilhorst, 1995):

N-bemesting:	83 kg N/ha
P_2O_5-bemesting:	45,8 kg P_2O_5/ha
K_2O-bemesting:	182 kg K_2O/ha

Blad:

Bruto opbrengst (100 kg ds/ha)	1,87	(Hilhorst, 1995)
Inkuilverliezen (%)	10	
Voederverliezen (%)	5	
Netto ds (1000 kg/ha)	(100-10)*(100-5)*1,87*0,0001 = 1,599	
Bruto opbrengst KVEM (1000)	0,917	(Hilhorst, 1995)
Netto energie	0,917*1,599 =1,4661	
KDVE/kg ds	0,069	(Hilhorst, 1995)
Netto DVE	0,069*1,599 = 0,11	
KOEB/kg ds	0,050	(Hilhorst, 1995)
Netto OEB	0,050*1,599 = 0,0799	
Belastingfactor verdringing	1,03*1,599 = 1,647	(De Jong, 1994)
Structuurwaarde per kg ds	0,3156	(De Jong, 1994)
Structuurwaarde (1000)	0,3156*1,599 = 0,50	
N-gehalte (%)	2,44	(Hilhorst, 1995)
N-afvoer per ha bij zelf vervoederen	2,44*1,599*0,01*1000 = 39,012	

P_2O_5-gehalte (%)	0,548	(Hilhorst, 1995)
P_2O_5-afvoer per ha bij zelf vervoederen	0,548*1,599*0,01*1000 = 8,754	
K_2O-gehalte (%)	3,7837	(Hilhorst, 1995)
K_2O-afvoer per ha bij zelf vervoederen	3,7837*1,599*0,01*1000 = 60,496	

Grasland:

Gehanteerd beweidingssysteem: 2 = beperkt weiden

Dit wordt gebruikt voor de verdeling van de aangevoerde mineralen in de weideperiode naar de weide en de stal.

N-nivo	250	Uit kunstmest en dierlijke mest
Brutoproduktie (1000 KVEM/ha/jaar)	8,978	(Hilhorst, 1995)
Maaien:		
Uitgangspunt bruto ds (1000 kg)	2,367	(Hilhorst, 1995)
inkuilverliezen ds (%)	15	(Model)
voederverliezen algemeen (%)	3	
Netto ds per snede (1000 kg)	2,367*(100-15)*(100-3)*0,0001 = 1,9516	
KVEM/kg ds (ingekuild)	0,8743	(Hilhorst, 1995)
netto KVEM (1000)	0,8743*1,9516 = 1,7063	
inkuilverliezen KVEM (%)	15	(Model)
bruto KVEM (1000)	10000*1,7063/(100-15)/(100-3) = 2,069	
Netto ds per jaar (1000 kg)	(8,978/2,069)*1,9516 = 8,47	
KDVE/kgds (ingekuild)	0,0667	(Hilhorst, 1995)
Netto DVE (1000)	1,9516*0,0667 = 0,13017	
KOEB/kgds (ingekuild)	0,0604	(Hilhorst, 1995)
Netto OEB (1000)	1,9516*0,0604 = 0,1179	
Belastingfactor verdringing	2,105	
Structuurwaarde per kg ds	0,900	(Model)
Structuurwaarde (1000)	2,367*(100-15)*(100-3)*0,900*0,0001 = 1,756	
RE-gehalte (%)	18,7	(Hilhorst, 1995)
N-gehalte (RE/6,25)	18,7/6,25 = 2,992	
P_2O_5-gehalte (%)	1,09968	
K2O-gehalte (%)	3,9042	

Bemesting van gras voor maaien (Hilhorst, 1995):

N-bemesting:	ligt aan N-bemestingsnivo van gras
P_2O_5-bemesting:	(45 + (aantal sneden-1) * 20)/aantal sneden = 25,76 kg P_2O_5 per snede
K_2O-bemesting:	(140 + (aantal sneden - 1) * 70)/aantal sneden = 86,1 kg K_2O per snede

Beweiden (gegevens komen van model, zijn indien nodig berekend van de beschrikbare gegevens uit het model):

Uitgangspunt bruto ds (1000 kg)	1,7
Beweidingsverliezen algemeen (%)	15
Netto ds per snede (1000 kg)	1,7*(100-15)*0,01 = 1,445

KVEM/kg ds	0,993
Bruto KVEM (1000)	1,7*0,993 = 1,688
Netto KVEM (1000)	1,688*(100-15)*0,01 = 1,435
Netto ds per jaar (1000 kg)	(8,978/1,688)*1,445 = 7,685
KDVE/kg ds	0,105
Netto DVE (1000)	0,105*1,445 = 0,1517
KOEB/kg ds	0,0800
Netto OEB (1000)	0,0800* 1,445 = 0,1156
Belastingfactor verdringing	1,319
Structuurwaarde per kg ds	0,550
Structuurwaarde (1000)	1,445*0,550 = 0,795
N-gehalte (RE/6,25)	3,18375
P2O5-gehalte (%)	1,0997
K2O-gehalte (%)	4,097

Bemesting van weidegras (Hilhorst, 1995):
- N-bemesting: ligt aan N-bemestingsnivo
- P_2O_5-bemesting: (45/aantal sneden) = 8,5 kg P_2O_5 per snede
- K_2O-bemesting: (60/aantal sneden) = 11,3 kg K_2O per snede

<u>Herfstgras:</u>

Bruto opbrengst (1000 kg ds/ha)	1,3699	(Hilhorst, 1995)
Inkuilverliezen ds (%)	15	
Voederverliezen ds (%)	3	
Netto opbrengst	(100-15)*(100-3)*1,3699*0,0001 = 1,1295	
KVEM/kg ds	0,809	(Hilhorst, 1995)
Netto energie	1,1295*0,809 = 0,914	
KDVE/kg ds	0,057	(Hilhorst, 1995)
Netto DVE	0,057*1,1295 = 0,0644	
KOEB/kg ds	0,085	(Hilhorst, 1995)
Netto OEB	0,085*1,1295 = 0,0960	
Belastingfactor verdringing	3,117	
Structuurwaarde/kg ds	0,900	
Structuurwaarde (1000)	0,9*1,1295 = 1,01655	
N-gehalte (%)	3,12	
P_2O_5-gehalte (%)	1,09968	
K_2O-gehalte (%)	3,9042	

Bemesting zoals kuilgras, alleen aangepast voor hoeveelheid KVEM/snede:
- N-bemesting: ligt aan N-bemestingsnivo van gras
- P_2O_5-bemesting: (25,76*0,91)/1,706 = 13,74 kg P_2O_5 per snede
- K_2O-bemesting: (86,1*0,91)/1,706 = 45,93 kg K_2O per snede

Aangekocht voer:

Sojaschroot:
Voederverlies 3%

Gehalten: 1,005 kVEM/kg produkt
0,235 kDVE/kg produkt
0,180 kOEB/kg produkt
0,877 kg ds/kg produkt

%N= 6,88
%P= 0,64 volgt $\%P_2O_5 = 0,64 * 2,291 = 1,46624$
%K= 2,05 volgt $\%K_2O = 2,05 * 1,205 = 2,47025$

Waarden uit: CVB verkorte tabel, 1995
Hilhorst, 1995

Raapschroot:
Voederverlies 3%

Gehalten: 1,053 kVEM/kg produkt
0,152 kDVE/kg produkt
0,152 kOEB/kg produkt
0,994 kg ds/kg produkt

%N= 5,28
%P= 1,09 volgt $\%P_2O_5 = 1,09 * 2,291 = 2,49719$
%K= 1,26 volgt $\%K_2O = 1,26 * 1,205 = 1,5183$

Waarden uit: Hilhorst, 1995

Hooi:
Voederverlies 3%

Gehalten: 0,560 kVEM/kg produkt
0,034 kDVE/kg produkt
-0,037 kOEB/kg produkt
0,850 kg ds/kg produkt

%N= 1,4035
%P= 0,189656 volgt $\%P_2O_5 = 0,189656 * 2,291 = 0,4345$
%K= 2,066669 volgt $\%K_2O = 2,066669 * 1,205 = 2,49$

Waarden uit: Hilhorst, 1995

Krachtvoer:
Er worden verschillende soorten krachtvoer gevoerd:
- krachtvoer voor jongvee;
- krachtvoer voor melkkoeien stalperiode;
- krachtvoer voor melkkoeien weideperiode;
- kernbrok voor melkkoeien in stal- en weideperiode.

- Krachtvoer voor melkkoeien:

	kv weide	kv stal	kernbrok
VEM/kg ds	1045	1073	1056
DVE/kg ds	122	108	278
OEB/kg ds	16	-7	100
kg ds/kg produkt	0,9	0,9	0,9
%N	2,736	2,06	6,143
%P	0,47	0,45	0,659
%K	1,58	0,97	1,858

- Krachtvoer voor jongvee:

%N = 2,333
%P = 0,449
%K = 1,676

Waarden uit: Hilhorst, 1995
Overzicht voeropname De Marke