

Proefstation voor de
Rundveehouderij,
Schapenhouderij en
Paardenhouderij (PR)

Waiboer-
hoeve

Regionale
Onderzoek
Centra
(ROC's)

Model energieverbruik melkveebedrijf

I. Hageman
F. Mandersloot

Inhoudsopgave

Blz.

1	Inleiding	3
2	Energieverbruik..	4
2.1	Belangrijke begrippen	4
2.2	Literatuuroverzicht berekeningen energieverbruik..	4
3	Plaats en opzet energiemodule..	6
3.1	Het BedrijfsBegrotingsProgramma Rundveehouderij (BBPR)	6
3.1.1	Bedrijfsbegroting	6
3.1.2	Normen Voor de Voedervoorziening	6
3.1.3	Economische deelprogramma's..	6
3.1.4	Milieutechnische deelprogramma's	8
3.2	Opzet energiemodule..	8
3.2.1	Direct energieverbruik: dieselolie en elektriciteit	8
3.2.2	Indirect energieverbruik: aangekochte goederen	9
3.2.3	Indirect energieverbruik: gebouwen en machines	10
3.2.4	Indirect energieverbruik: diensten	11
4	Uitgangspunten berekenen energieverbruik..	12
4.1	Direct energieverbruik: dieselolie en elektriciteit	12
4.2	Indirect energieverbruik: aangekochte goederen..	12
4.2.1	Krachtvoer..	13
4.2.2	Kunstmest	14
4.2.3	Overige goederen..	15
4.3	Indirect energieverbruik: gebouwen en machines	17
4.4	Indirect energieverbruik: diensten..	17
5	Uitvoer energiemodule	18
5.1	De invoer..	18
5.2	De uitvoer..	18
	Literatuurlijst..	19
	Bijlagen	20

1 Inleiding

In het kader van de milieu- en energiedoelstellingen van de overheid staat het energieverbruik opnieuw in de belangstelling. De belangrijkste onderdelen voor de landbouw zijn het algeheel terugdringen van de CO₂ uitstoot met 3 tot 5 % en verbetering van de energie-efficiëntie door de agrarische sector met 30 % in 2000 ten opzichte van 1989/90. Bij deze laatste doelstelling is echter de verwachting uitgesproken dat het directe verbruik zal toenemen van 15 PJ¹ in 1989 tot 35 PJ in 2000 als geen maatregelen genomen worden om het energieverbruik terug te dringen. Dit als gevolg van de mestverwerking en maatregelen ten behoeve van het terugdringen van de ammoniakemissie.

De Nederlandse Onderneming Voor Energie en Milieu BV (NOVEM) heeft een aantal projecten geïnitieerd om vast te stellen of de doelstellingen worden gehaald. Bij het Landbouw Economisch Instituut (LEI-DLO) is een project gefinancierd om jaarlijks met behulp van het LEI-boekhoudnet het energieverbruik in de landbouw te kunnen volgen. Als onderdeel hiervan zijn energie-inhouden van produkten en produktiemiddelen voor de veehouderij uit 1982 door het Instituut voor Milieu- en Energietechnologie TNO (IMET)

geactualiseerd. Tevens is in opdracht van NOVEM een samenwerkingsproject tussen het Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen (IMAG-DLO) en het Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij (PR) gestart. Dit betreft een onderzoek naar het energieverbruik op melkveebedrijven en de mogelijkheden voor besparing bij de ruwvoerteelt en -winning. De eerste fase van het project bestond uit twee onderdelen. IMAG-DLO heeft voor de veehouderij voor verschillende bewerkingen en werkzaamheden met werktuigen het dieselolieverbruik bepaald. Daarnaast is door het PR een energiemodule ontwikkeld die aansluit op het BedrijfsBegrotingsProgramma Rundveehouderij (BBPR) van het PR. Het doel van de energiemodule is het berekenen van het energieverbruik op melkveebedrijven. In deze publikatie staat een toelichting van deze energiemodule. In hoofdstuk 2 staat enige algemene informatie ten aanzien van het energieverbruik op melkveebedrijven. Hoofdstuk 3 geeft een algemene beschrijving van de energiemodule. In hoofdstuk 4 staan de uitgangspunten en in hoofdstuk 5 een beschrijving van de resultaten van de energiemodule.

¹ 1 PJ = 10¹⁵ Joule

2 Energieverbruik

Het energieverbruik op melkveebedrijven heeft door de oliecrisis begin jaren '80 sterk in de belangstelling gestaan. Dit had tot gevolg dat destijds diverse studies uitgevoerd zijn. Na een periode waarin de belangstelling voor dit onderwerp minder was, is er momenteel weer meer belangstelling.

2.1 Belangrijke begrippen

Het energieverbruik wordt in het algemeen opgesplitst in een *direct* gedeelte en een *indirect* gedeelte.

Het directe verbruik bestaat uit het verbruik van primaire en secundaire energiedragers. Primaire energiedragers zijn fossiele dan wel minerale grondstoffen die geschikt zijn voor opwekking van energie, zoals steenkool en aardgas. Secundaire energiedragers zijn via één of meer omzettingen afgeleid van primaire energiedragers. Het betreft bijvoorbeeld elektriciteit en dieselolie (Brand en Melman, 1993). Het indirecte energieverbruik betreft de energie die verwerkt zit in goederen en diensten die door het bedrijf verbruikt worden, voor zover dit geen energiedragers zijn. Bij de productie en levering van deze goederen is namelijk energie verbruikt. Voorbeeld hiervan is de energie die nodig is voor het produceren van krachtvoer of de energie nodig voor de productie van werktuigen.

Het totale energieverbruik van het melkveebedrijf wordt berekend door de aangevoerde of gebruikte hoeveelheden goederen, diensten en energiedragers te vermenigvuldigen met een energie-inhoud. De energie-inhoud betreft de totale hoeveelheid energie die nodig is voor de voortbrenging en levering van goederen, diensten of energiedragers. Zo is de energie-inhoud van krachtvoer opgebouwd uit de energie die nodig is voor de teelt en verwerking van de grondstoffen en voor het transport van de grondstoffen naar Ne-

derland. In Nederland wordt daaraan nog energie voor de productie van het krachtvoer en het transport van krachtvoer van de fabriek naar het melkveebedrijf toegevoegd.

2.2 Literatuuroverzicht berekeningen energieverbruik

Om inzicht te krijgen in de omvang van het energieverbruik op melkveebedrijven en het belang van de verschillende onderdelen hierbij worden in deze paragraaf enkele studies besproken.

Snijders (1981) heeft berekeningen uitgevoerd met als doel meer inzicht te krijgen in het energieverbruik op Nederlandse melkveebedrijven onder verschillende omstandigheden. De verschillende onderdelen die door hem onderscheiden werden staan in tabel 1, ook de verdeling van het energieverbruik over deze onderdelen is vermeld. Duidelijk blijkt uit deze gegevens dat het grootste deel van iet totale energieverbruik het indirecte verbruik betreft. Bij dit indirecte verbruik spe-

len krachtvoer en kunstmest de belangrijkste rol.

Tabel 1 Verdeling (%) van het energieverbruik over verschillende onderdelen van een melkveebedrijf

Energieverbruik	%
Direct:	15
- Elektriciteit	9
- Dieselolie	6
Indirect:	85
- Krachtvoer	48
- Kunstmest	23
- Werktuigen, trekker, melkmachine	5
- Gebouwen, erfverharding, kavelpad	5
- Diensten (KI, boekhouding, ed.)	3
- Voeropslag (plastic, beton)	1

Bron: Snijders, 1981



Krachtvoer speelt een belangrijke rol bij het indirecte energieverbruik.

Tabel 2 Verdeling (%) energieverbruik melkveebedrijven

Melkveebedrijf	1	2	3
Direct:	19	10	11
- Elektriciteit	12	4	9
- Dieselolie (incl. loonwerk)	7	6	2
Indirect:	81	90	89
- Krachtvoer	54	60	66
- Kunstmest	14	23	14
- Werktuigen (incl. loonwerk)	4	2	3
- Gebouwen	3	2	4
- Aangekocht ruwvoer	3	0	0
- Vervoer	1	1	1
- Overig	2	2	1

Bron: De Graaf en Van der Wal, 1981

Ook De Graaf en Van der Wal (1981) hebben het energieverbruik van melkveebedrijven berekend. Zij onderzochten met Lineaire Programmering voor drie bedrijven hoe dit verbruik zou veranderen bij verdere prijsstijgingen voor energie. Het totale energieverbruik werd op eenzelfde wijze berekend als door Snijders (1981). Op enkele onderdelen is hier echter van afgeweken. Het dieselolieverbruik is berekend inclusief het verbruik door de loonwerker. Ook bij het indirecte energieverbruik door gebruik van machines werd rekening gehouden met de machines van de loonwerker. Verder werd het vervoer van goederen naar het bedrijf als apart onderdeel berekend. Dit laatste onderdeel werd door Snijders (1981) bij het betreffende produkt in de energie-inhoud meegenomen. De verdeling van het energieverbruik over de verschillende onderdelen volgens De Graaf en Van der Wal is voor de drie bedrijven in tabel 2 weergegeven.

Door Van Bergen (1991) is een begroting gemaakt van het energieverbruik van het proefbedrijf voor Melkveehouderij en Milieu “De Marke” voor de geplande opzet. Hierbij werd gebruik ge-

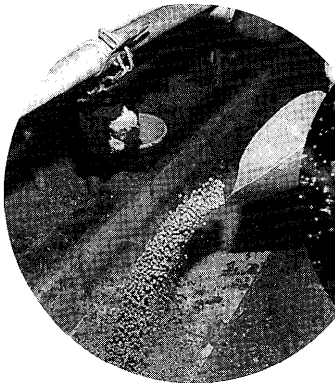
Tabel 3 Verdeling energieverbruik LEI-steekproefbedrijven op zandgrond en het proefbedrijf

	LEI-steekproefbedrijven	Proefbedrijf
Direct:	12	32
- Elektriciteit	7	12
- Dieselolie	5	20
Indirect:	88	68
- Krachtvoer	58	22
- Kunstmest	18	19
- Werktuigen, trekker, melkmachine	4	10
- Gebouwen, erfverharding, kavelpad	4	7
- Diensten (KI, boekhouding, ed.)	3	6
- Voeropslag (plastic, beton)	1	4

Bron: Van Bergen, 1991

maakt van de berekeningsmethode en de energie-inhouden van Snijders (1981). Ter vergelijking werd het energieverbruik van de LEI-steekproefbedrijven op zandgrond berekend. De verdeling over de verschillende onderdelen voor deze bedrijven is in tabel 3 gegeven.

Het energieverbruik van het proefbedrijf wijkt voornamelijk af van de andere bedrijven door de eigen teelt van tritcale (een kruising van tarwe en rogge) en voederbieten waardoor minder krachtvoer aangekocht wordt. Tevens wordt minder stikstofkunstmest aangekocht door de stikstofbemesting van 250 kg N per ha grasland. Uit deze berekeningen kan geconcludeerd worden dat het indirecte energieverbruik het grootste deel (80 tot 90 %) uitmaakt van het energieverbruik. Ook blijkt dat krachtvoer en kunstmest steeds een belangrijke bijdrage leveren aan het totale verbruik. Vandaar dat in het volgende hoofdstuk vooral deze onderdelen aan de orde komen.



Krachtvoer



Kunstmest

3 Plaats en opzet energiemodule

Door het PR is de afgelopen jaren het BedrijfsBegrotingsProgramma Rundveehouderij (BBPR) ontwikkeld (Mandersloot e.a., 1991). Met dit programma is het mogelijk om voor verschillende bedrijfssituaties technische en bedrijfseconomische kengetallen te berekenen. Voor het berekenen van milieutechnische kengetallen is een milieumodule aan BBPR gekoppeld.

In het kader van het door NOVEM gefinancierde onderzoek is nu ook een energiemodule ontworpen. Doel van deze module is het berekenen van het energieverbruik op melkveebedrijven. Daardoor kunnen veranderingen in het energieverbruik door veranderingen in de bedrijfsvoering en bedrijfsopzet begroot worden. Bespreking van de opzet van deze module staat in dit hoofdstuk centraal.

3.1 Het BedrijfsBegrotingsProgramma Rundveehouderij (BBPR)

Voor het uitvoeren van berekeningen in bedrijfsverband is bij het PR het Bedrijfsbegrotingsprogramma (BBPR) ontwikkeld. Rekening houdend met bedrijfsomstandigheden berekent BBPR technische, milieutechnische en bedrijfseconomische kengetallen. Uitgangspunt bij de berekeningen is steeds een goed management. Analyse van de huidige bedrijfsvoering met kengetallen uit BBPR geeft inzicht in de rendabiliteit van het bedrijf en de doelmatigheid op technisch en milieutechnisch gebied. Door alternatieven voor de huidige bedrijfsvoering door te rekenen is het mogelijk de gevolgen van een verandering in het bedrijf vooraf in te schatten.

BBPR is opgebouwd uit verschillende modules. Deze onderdelen zijn in figuur 1 weergegeven. Per onderdeel zal hierna een korte toelichting worden gegeven. Mandersloot e.a. (1991) geeft een uitgebreidere toelichting.

3.1.1 Bedrijfsbegroting

Bij berekeningen in bedrijfsverband speelt de bedrijfsbegroting een centrale rol. In de bedrijfsbegroting zijn alle onderdelen van het bedrijf opgenomen. Dit gebeurt vanuit een bedrijfseconomische invalshoek. De opbrengsten uit melkgeld, verkoop van vee en overige activiteiten worden

vermeld. Daarnaast staan in de bedrijfsbegroting de kosten die gemaakt moeten worden voor het realiseren van deze opbrengsten. Ook bevat de bedrijfsbegroting verschillende economische kengetallen. De belangrijkste daarvan zijn het saldo (opbrengsten min toegerekende kosten) en het netto bedrijfsresultaat. Voor het beoordelen van bedrijfsaanpassingen waarbij de duurzame produktiemiddelen niet veranderen is het saldo het meest geschikt. Zijn er investeringen in bijvoorbeeld stallen of machines nodig, dan is het netto bedrijfsresultaat een betere maatstaf voor het beoordelen van de aanpassing.

3.1.2 Normen Voor de Voedervoorziening

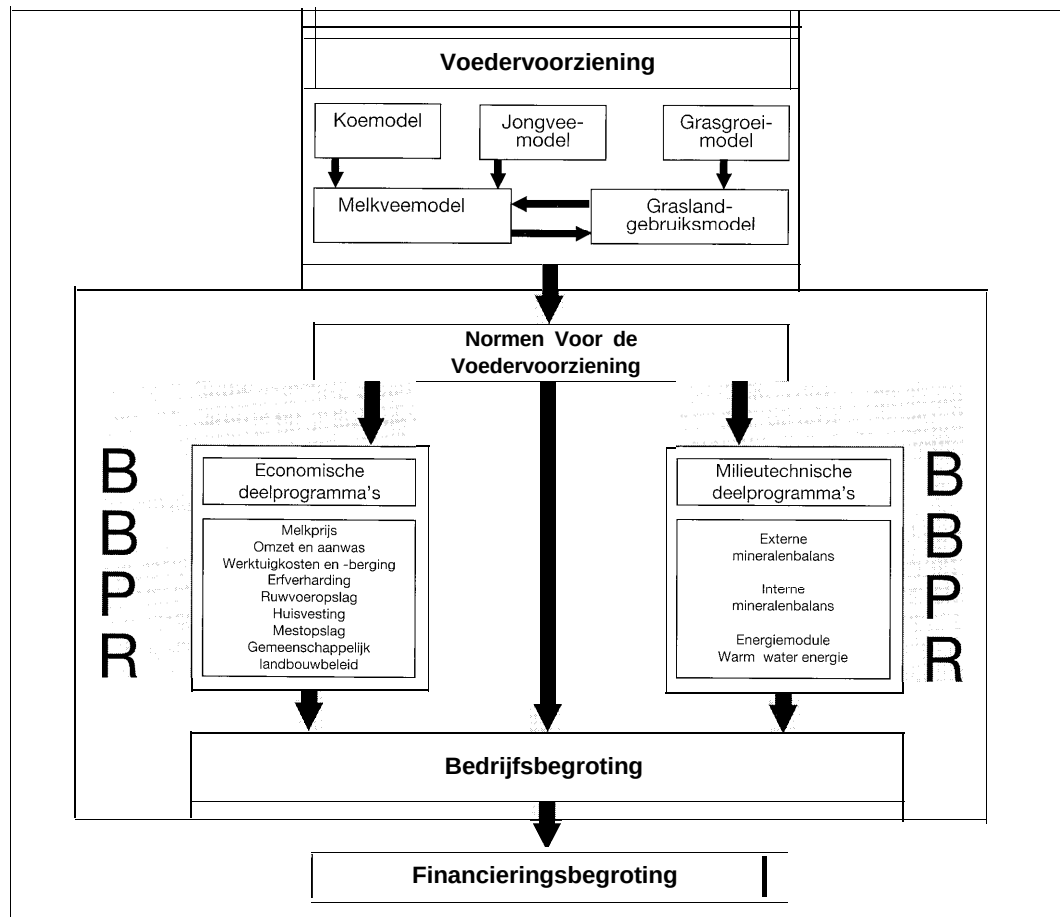
Bij het berekenen van opbrengsten en kosten speelt de voedervoorziening een belangrijke rol. Het onderdeel Normen Voor de Voedervoorziening (NW) berekent hoeveel ruwvoer op het eigen bedrijf geproduceerd kan worden (Werkgroep Normen Voor de Voedervoorziening, 1991). Het gekozen beweidingssysteem, het niveau van de stikstofbemesting en de veebezetting beïnvloeden daarbij de kosten die gemaakt moeten worden voor de produktie van dit voer. Naast de ruwvoerproduktie geeft NW ook aan hoeveel ruw- en krachtvoer door het vee wordt opgenomen en welke melkproduktie daarmee behaald wordt. Het verschil tussen de voeropname van de veestapel en de voerproduktie op het eigen bedrijf bepaalt hoeveel ruw- en/of krachtvoer aangekocht moet worden. Bij ruwvoeroverschotten is verkoop van ruwvoer mogelijk.

Aan het onderdeel NW ligt een groot aantal berekeningen met simulatiemodellen ten grondslag. In deze berekeningen is de voeding en produktie van het vee, de produktie van het grasland en het graslandgebruik nagebootst. De resultaten van deze berekeningen zijn verwerkt tot rekenregels die in NW zijn opgenomen.

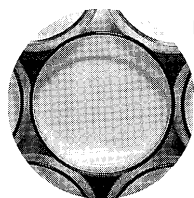
3.1.3 Economische deelprogramma's

Informatie uit Normen Voor de Voedervoorziening wordt gebruikt in het bedrijfsbegrotingsprogramma. Daarnaast is deze informatie ook nodig in een aantal **economische deelprogramma's**. Deze programma's berekenen de kosten en op-

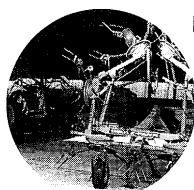
Figuur 1 Overzicht opbouw BBPR en samenhang met andere modellen



brengsten voor verschillende bedrijfsonderdelen.
De volgende programma's zijn beschikbaar.



- **Melkprijs:** programma voor het berekenen van de totale hoeveelheid melkgeld, rekening houdend met de in Nederland gangbare uitbetalingssystemen.



- **Werktuigkosten en -berging:** programma voor het berekenen van de vervangingswaarde en de jaarlijkse kosten van de aanwezige machines en voor het berekenen van de grootte, vervangingswaarde en jaarlijkse kosten van de werktuigberging.



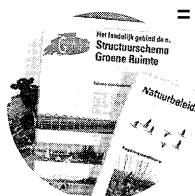
- **Omzet en aanwas:** programma dat de opbrengsten uit de verkoop van kalveren en koeien berekent, uitgaande van de veestapelopbouw en het inseminatie- en vervangingsbeleid van de veehouder.



- **Erfverharding en ruwvoeropslag:** twee programma's waarmee de oppervlakte, vervangingswaarde en jaarlijkse kosten van de erfverharding en de ruwvoeropslag berekend kunnen worden. Bij de ruwvoeropslag spelen hoeveelheid en soort ruwvoer een belangrijke rol.



■ **Huisvesting en mestopslag:** programma's voor het berekenen van de vervangingswaarde en de jaarlijkse kosten voor de huisvesting van melkvee en de opslag van mest, afhankelijk van de eisen die aan stal en opslag gesteld worden.



= **Gemeenschappelijk Landbouwbeleid:** programma waarmee het maximaal verkrijgbare premiebedrag, op basis van het Europese landbouwbeleid, voor een bedrijf kan worden berekend.

3.1.4 Milieutechnische deelprogramma's

Naast economische programma's zijn ook **milieuprogramma's** ontwikkeld. Op basis van de uitkomsten uit Normen Voor de Voeder-voorziening kan zowel een interne als een externe mineralenbalans berekend worden. De **interne mineralenbalans geeft** een overzicht van de mineralenkringloop binnen het bedrijf. Hierin staan de grootte van de mineralenverliezen, de plaats waar en de vorm waarin deze verliezen optreden. Ook wordt, op basis van NW in deze module bepaald hoeveel N, P en K nodig is als bemesting. Rekening houdend met de N, P en K uit dierlijke mest wordt de aanvulling in de vorm van kunstmest berekend. Met deze interne balans zijn effecten van maatregelen, gericht op het verminderen van de verliezen, weer te geven.

De **externe mineralenbalans geeft** een overzicht van de hoeveelheid aanvoer van mineralen van het bedrijf en de hoeveelheid afvoer in de vorm van melk, vlees, voer en/of mest. Per saldo is dan het verlies voor het betreffende bedrijf te berekenen.

Naast programma's die gericht zijn op de mineralenstromen zijn er ook twee toepassingen op het gebied van energie. De module **Warm Water Energie** berekent voor een bedrijf hoeveel water en energie voor de reiniging van melkinstallatie en melkstal nodig is. Tevens berekent het programma hoeveel afvalwater ontstaat. Diverse reinigingsmethoden kunnen worden doorgerekend. Een stap verder is het berekenen van het totale energieverbruik op melkveebedrijven. Om dit te kunnen berekenen is in het kader van dit onderzoek een **energiemodule** ontwikkeld. Deze mo-

dule berekent het directe energieverbruik (in de vorm van elektriciteit en brandstoffen als dieselolie en gas) en het indirecte energieverbruik (door aankoop van goederen waarvan voor de productie en het transport energie nodig is geweest). In de volgende paragraaf wordt deze module nader toegelicht.

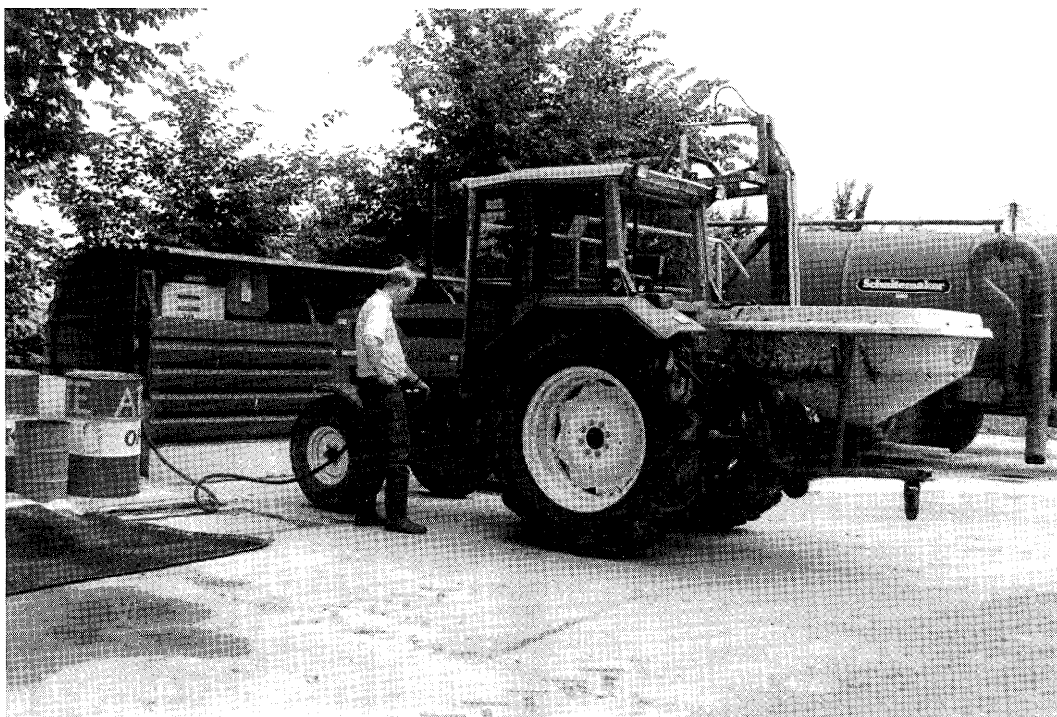
3.2 Opzet energiemodule

In figuur 2 is de opzet van de energiemodule schematisch weergegeven. In de module is onderscheid gemaakt tussen het directe en indirecte energieverbruik. Bij het directe energieverbruik worden dieselolie en elektriciteit onderscheiden, bij het indirecte verbruik wordt onderscheid gemaakt in goederen, gebouwen en machines en diensten.

3.2.1 Direct energieverbruik: dieselolie en elektriciteit

Voor het melkveebedrijf zijn dieselolie en elektriciteit de belangrijkste onderdelen van het directe energieverbruik. Dit verbruik wordt berekend in de energiemodule door de verbruikte hoeveelheid energiedragers (dieselolie, elektriciteit, gas) te vermenigvuldigen met hun energie-inhoud (zie figuur 2). De energie-inhoud van de energiedragers is uitgedrukt in MJ² per eenheid van de energiedrager. De verbruikte hoeveelheden worden berekend met gegevens van andere onderdelen van BBPR.

Het dieselolieverbruik op een melkveebedrijf is afhankelijk van de bewerkingen die op het melkveebedrijf uitgevoerd worden en de voor elke bewerking benodigde hoeveelheid dieselolie. In de energiemodule zijn rekenregels opgenomen voor het berekenen van het dieselolieverbruik. Belangrijk daarbij is te weten welke werkzaamheden met eigen machines worden uitgevoerd en welke werkzaamheden door de loonwerker. Alleen de dieselolie voor eigen machines wordt tot het directe energieverbruik gerekend. De dieselolie die nodig is voor werkzaamheden die door de loonwerker uitgevoerd worden, is verwerkt in de energie-inhoud van loonwerk (Brand en Melman, 1993). De werkzaamheden die in eigen mechanisatie worden uitgevoerd, kunnen worden ingedeeld in bewerkingen op grasland, bewerkingen op bouwland en werkzaamheden voor het voeren van het vee. In bijlage 1 is een overzicht gegeven van alle bewerkingen waarvan in BBPR verondersteld is dat ze in eigen mechanisatie kunnen wor-



Dieselolie is naast elektriciteit de belangrijkste directe energieverbruiker.

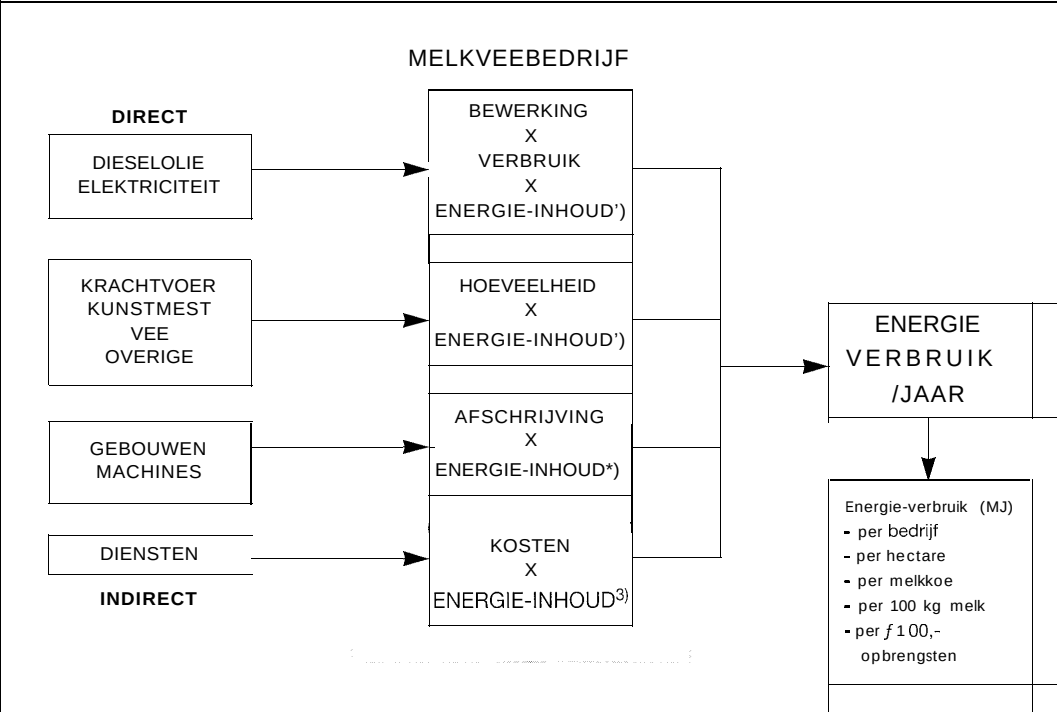
den uitgevoerd. Het aantal uit te voeren bewerkingen, de eventueel te verwerken hoeveelheden produkt en de daarvoor op het bedrijf aanwezige machines worden in andere onderdelen van BBPR bepaald. Het bijbehorende brandstofverbruik is berekend door IMAG-DLO (Bosma e.a., 1993). De koppeling van de bewerkingen, de werktuigen en het dieselolieverbruik vindt plaats in de energiemodule. Resultaat is het dieselolieverbruik voor de verschillende bewerkingen. Verder wordt nog rekening gehouden met enkele algemene werkzaamheden (bijv. afrasteren, rondpompen mest), waarvoor ook dieselolie nodig is. Het elektriciteitsverbruik heeft in BBPR betrekking op het melken en een aantal algemene werkzaamheden. Het elektriciteitsverbruik voor het melken is onderverdeeld in het verbruik voor de melkwinning (vacuümpomp), de koeling van de melk en de verwarming van het reinigingswater. Het verbruik van de vacuümpomp en de overige elektrische apparatuur in de melkstal is afhankelijk van het aantal melkstellen. De hoeveelheid energie die nodig is voor de verwarming van water voor de reiniging van de melkinstallatie wordt met het onderdeel WWE van BBPR berekend. De mogelijke energiebronnen in WWE voor

verwarming van water zijn elektriciteit, aardgas, propaan en olie. Daarnaast bepaalt WWE ook de hoeveelheid energie die nodig is voor het koelen van melk. Tevens zijn verschillende methoden voor de koeling van melk (voorkoeler en warmterugwinning) en reiniging mogelijk. Verder wordt nog elektriciteit verbruikt voor enkele algemene werkzaamheden, zoals veescheren en de verlichting van de stal. Dit deel is afhankelijk van het aantal melkkoeien.

3.2.2 Indirect energieverbruik: aangekochte goederen

De aankoop van goederen op melkveebedrijven betreffen krachtvoer, kunstmest, vee en overige grond- en hulpstoffen. Met deze goederen wordt indirect energie aangekocht door het melkveebedrijf. Het energieverbruik wordt berekend door de aangekochte hoeveelheden te vermenigvuldigen met hun energie-inhoud (zie figuur 2). De hoeveelheid krachtvoer die moet worden aangekocht wordt berekend met NW. Tevens geeft NW aan of eiwitrijk dan wel eiwitarm krachtvoer verstrekt moet worden. Voor de verschillende krachtvoerders geldt, afhankelijk van de samenstelling, een specifieke norm voor de energie-in-

Figuur 2 Schematische weergave berekening energieverbruik



1) per eenheid produkt
2) per gulden afschrijving
3) per gulden kosten

houd. In hoofdstuk 4 worden deze normen besproken. Tot de krachtvoerders wordt ook kunstmelkpoeder gerekend. De hoeveelheid kunstmelkpoeder wordt in BBPR berekend, afhankelijk van het aantal kalveren en de jaarlijkse opname per kalf.

De aangevoerde kunstmest bestaat uit stikstof-, fosfaat- en kali-kunstmest. De hoeveelheden worden in BBPR berekend. De energie-inhoud voor deze drie soorten kunstmest wordt in hoofdstuk 4 nader toegelicht.

In het algemeen worden voor de vervanging van de veestapel eigen kalveren opgefokt. Mogelijk is echter ook aankoop van vee noodzakelijk. Het aantal aan te kopen nuchtere kalveren, pinken (1 jr) en ouder vee (> 2 jr) wordt in BBPR berekend.

Tenslotte zijn er nog een aantal overige produktiemiddelen te onderscheiden die voor de bedrijfsvoering nodig zijn en aangevoerd worden (bijlage 2). Verschillende onderdelen van BBPR berekenen de hoeveelheden en daarmee gepaard gaande kosten. Zo berekent NW de tekort-

ten en overschotten aan ruwvoer. Bij een ruwvoertekort is aankoop van ruwvoer noodzakelijk. Dit kan in de vorm van snijmais, graskuil, hooi, gras op stam, stro of graszaadhooi. In de energiemodule is voor elk van deze produkten een eigen energie-inhoud opgenomen (zie hoofdstuk 4). Ook de energie-inhoud van de overige produktiemiddelen staat in hoofdstuk 4.

3.2.3 Indirect energieverbruik: gebouwen en machines

Bij aankoop van gebouwen en machines wordt een voorraad prestaties of werkeenheden aangeschaft, die geleidelijk aan de produktie worden afgestaan. Hier wordt rekening meegehouden door deze produktiemiddelen af te schrijven. De kosten van het produktiemiddel zijn daarom over de gehele gebruiksduur verdeeld.

Voor de produktie en levering van gebouwen en machines is energie nodig. Net als bij afschrijvingen is het wenselijk dat na aanschaf dit indirecte energieverbruik over de gehele gebruiksduur verdeeld wordt. Deze verdeling vindt plaats

in de energiemodule op basis van de jaarlijkse afschrijving. Hiertoe is de energie-inhoud uitgedrukt per gulden afschrijving in plaats van per eenheid produkt (zie figuur 2).

De gebouwen bestaan uit de stallen, de werktuigenberging, de externe mestopslag en de erfverharding (inclusief kavelpad). BBPR berekent de vervangingswaarde en afschrijving van deze onderdelen. Voor machines wordt naast het indirecte verbruik ook het energieverbruik voor het onderhoud berekend. BBPR berekent de jaarlijkse kosten voor afschrijving en onderhoud van het totale werktuigenpakket en de melkwinning-apparatuur. De energie-inhoud per gulden afschrijving op basis van vervangingswaarde staat in hoofdstuk 4.

3.2.4 Indirect *energieverbruik*: diensten

Ook voor verbruik van diensten is indirect energie nodig. Om dit verbruik te kunnen berekenen is de geldswaarde van de aangekochte diensten vermenigvuldigd met een energie-inhoud per gulden kosten (zie figuur 2).

Onder de diensten worden verschillende zaken gerekend. Deze staan in bijlage 2. BBPR berekent de kosten voor deze diensten.

Bij verschillende bewerkingen voor de berekening van het dieselolieverbruik kan ervoor gekozen worden om deze bewerkingen in loonwerk uit te laten voeren. Tevens kan bij een aantal bewerkingen, zoals het inkuilen van gras, een deel van het areaal in loonwerk uitgevoerd worden. BBPR berekent de totale loonwerkkosten.



De energiemodule berekent ook het indirecte energieverbruik bij loonwerk.

4 Uitgangspunten berekenen energieverbruik

In hoofdstuk 3 staan de berekeningen van het energieverbruik voor de verschillende onderdelen. In dit hoofdstuk staan een aantal uitgangspunten.

Tenzij anders weergegeven is het verbruik van dieselolie en elektriciteit berekend volgens gegevens van IMAG-DLO (1993) en onderdelen van BBPR. Voor de energie-inhoud is gebruik gemaakt van Brand en Melman (1993). De energie-inhoud staan in bijlage 3, waarbij is aangegeven welke waarden rechtstreeks overgenomen zijn uit Brand en Melman (1993). Voor enkele onderdelen zijn de gegevens van Brand en Melman aangepast, welke in dit hoofdstuk staan.

4.1 Direct energieverbruik: dieselolie en elektriciteit

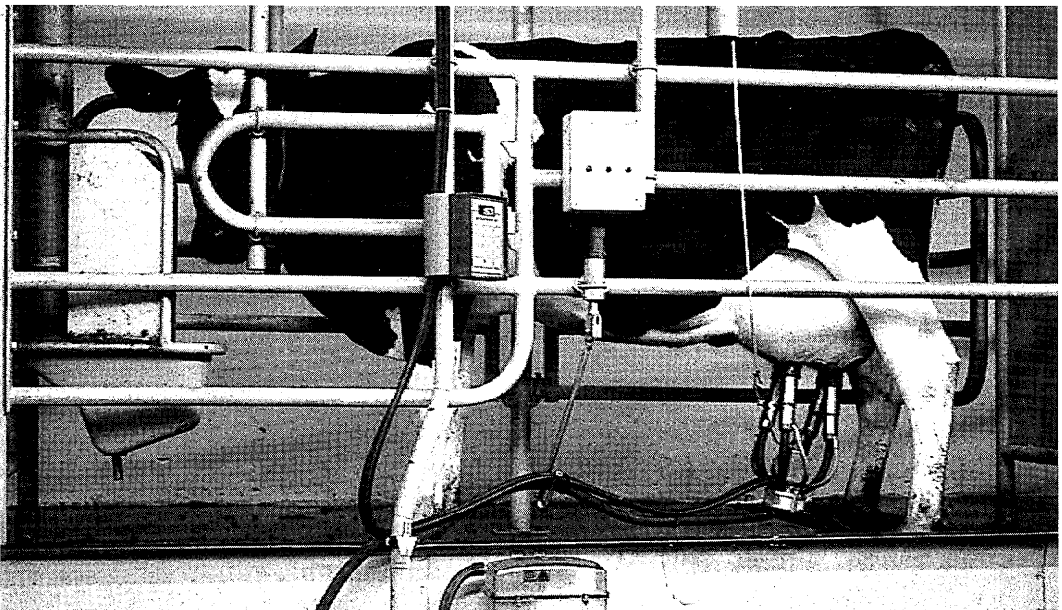
Uit hoofdstuk 3 blijkt dat naast de bewerkingen waarvan aantal en omvang in BBPR bepaald worden een aantal algemene werkzaamheden op het bedrijf voorkomen. Dit zijn het rondpompen van mest, reinigingswerkzaamheden en het afrasteren. Het dieselolieverbruik hiervan is niet door IMAG-DLO bepaald en BBPR berekent niet

de omvang van deze werkzaamheden. Snijders (1981) rekende voor deze bewerkingen 4 uur per ha bij een benodigd vermogen van 15 kW. Dit komt neer op 15 kg dieselolie per ha. Dit verbruik is als standaardwaarde per ha in de energiemodule opgenomen.

Het onderdeel WWE van BBPR bepaalt het energieverbruik voor de melkkoeling en reiniging van de melkapparatuur. Het verbruik voor de vacuümpomp, de melkpomp en de verlichting van de melkstal en het melklokaal zijn hier niet bij inbegrepen. Standaardwaarde voor dit overige verbruik in de melkstal is 800 kWh per melkstel (IKC-V, 1992). Het overige elektriciteitsverbruik op het melkveebedrijf, zoals de verlichting van de stallen en het veescheren, wordt berekend uit een vast deel van 1924 kWh en een variabel deel van 16,3 kWh per koe per jaar (IKC-V, 1992).

4.2 Indirect energieverbruik: aangekochte goederen

Dit hoofdstuk beschrijft achtereenvolgens de gehanteerde energie-inhoud voor krachtvoer, kunstmest en overige goederen.



Voor het melken is vrij veel directe energie nodig.

Tabel 4 Energie-inhoud van enkele veevoedergrondstoffen (MJ/kg)

	Brascamp(1982)	Brand en Melman(1993)
Bietenpulp	12,3	12,8
Citruspulp	13,2	8,4
Schroot	6,1	
- raapzaad		1,4
- sojabonen		3,1
Schilfers	6,1	
- kokos		3,1
- palmpit		6,6
Maisgluten	5,5	5,9

4.2.1 Krachtvoer

De energie-inhoud van krachtvoer, zoals bepaald door Snijders (1981) enerzijds en door Brascamp (1982) en Brand en Melman (1993) anderzijds, verschilt door de gebruikte berekeningsmethode. Snijders (1981) deelde de energie op in energie

voor de teelt van grondstoffen (4,7 MJ/kg), de productie (5,2 MJ/kg) en het pelletteren (1 MJ/kg) van het krachtvoer en het transport naar het melkveebedrijf (2 MJ/kg). Voor de teelt van grondstoffen ging hij uit van de energiebehoefte voor tarwe. De energie voor productie was het gewogen gemiddelde van de energiebehoefte voor het drogen van natte grondstoffen. De energie-input voor pelletteren was samengesteld uit de energie voor het pelletteren van de grondstoffen voor transport naar Nederland en voor het pelletteren van het mengvoer. Het energieverbruik voor transport werd berekend door de gemiddelde transportafstand tussen land van herkomst en Nederland te bepalen.

Brascamp (1982) en Brand en Melman (1993) berekenden de energie-inhoud van krachtvoer door eerst van de afzonderlijke grondstoffen de energie-inhoud te bepalen. Hiervoor werd per grond-

Tabel 5 De belangrijkste componenten (%) van rundveekrachtvoer en de energie-inhoud (MJ/kg)

	Snijders (1981)	Brascamp (1982)	Brand en Melman (1993)
Samenstelling (%)			
- bietenpulp	20	30	11
- citruspulp	15	10	16
- schroot		15	22
- schilfers	20 ¹⁾	3	20
- maisgluten	15	29	21
Energie-inhoud (MJ/kg)	13,2	9,2	6,4

¹⁾ Schroot en schilfers samen



Maiskolvenschroot.

Tabel 6 Energie-inhoud krachtvoerders (MJ/kg)

soort	Energie-inhoud
Eiwitarm (80 DVE)	7,4
Standaard (90 DVE)	6,3
Eiwitrijk (120 DVE)	5,2
Extra eiwitrijk (180 DVE)	3,9

stof de indirecte en directe benodigde energie voor het proces vanaf de teelt tot verwerking in het krachtvoer berekend. Vervolgens werd nog energie toegerekend voor het pelletteren van het mengvoer (0,5 MJ/kg) en het transport naar het melkveebedrijf (0,3MJ/kg, binnenlands). De energie-inhoud van de belangrijkste grondstoffen is in tabel 4 weergegeven.

Uit tabel 4 blijkt dat volgens de huidige inzichten de energie-inhoud van met name citruspulp, schroot en schilfers lager is dan in 1982 is verondersteld. Bij citruspulp wordt het verschil vooral veroorzaakt door een lager energieverbruik voor het drogen en pelletteren van de natte pulp. De energie-inhoud van het schroot en de schilfers wijkt voornamelijk af door een verschil in de toerekening van de energie. Brascamp (1982) rekende de energie toe aan de bijprodukten van de oliebereiding op basis van de economische waardering (4,5 MJ/kg). Brand en Melman (1993) daarentegen rekenden geen energie toe aan het bijprodukt zelf, maar berekenden alleen de energie-input voor het pelletteren, malen en het transport. Door de verschillen in energie-inhoud van de verschillende grondstoffen is de samenstelling van het krachtvoer van invloed op de uiteindelijke energie-inhoud. De samenstelling van de krachtvoerders voor rundvee, zoals die door Snijders, Brascamp en Brand en Melman voor de berekening van de energie-inhoud is gebruikt, staat in tabel 5. Ook is de daaruit berekende energie-inhoud weergegeven.

De samenstelling volgens Snijders (1981) komt wat betreft pulp en schilfers redelijk overeen met die volgens Brascamp (1982). Snijders rekende echter 4,7 MJ/kg voor de teelt van alle grondstof-

fen, wat in verhouding met Brascamp voor o.a. pulp nogal hoog is. Voor citruspulp verwaarloosde Brascamp de teelt en voor bietenpulp heeft hij 0,3 MJ/kg gerekend, waardoor de totale energie-inhoud lager uitkwam dan bij Snijders (1981). De energie-inhoud van krachtvoer is bij Brand en Melman (1993) lager dan bij Snijders (1981) en Brascamp (1982) door een groter aandeel schroot en schilfers met een lagere energie-inhoud dan pulp.

Omdat de samenstelling van het krachtvoer zo'n grote invloed heeft op de energie-inhoud is voor de gangbare krachtvoerdersoorten, uitgaande van de samenstelling, de energie-inhoud bepaald. Gekozen is voor krachtvoer met 80 DVE (eiwitarm), 90 DVE (standaard), 120 DVE (eiwitrijk) en 180 DVE (extra eiwitrijk). De samenstelling (over 1992) per krachtvoeder is berekend met behulp van de samenstellingen rundvee krachtvoer 1992 van het IKC (IKC-RSP, 1992). Met de energie-inhoud voor de afzonderlijke componenten volgens Brand en Melman (1993) is de energie-inhoud per krachtvoersoort-t berekend. In tabel 6 staat de energie-inhoud voor de vier hiervoor genoemde krachtvoersoorten.

De samenstelling van de verschillende krachtvoerders staat in bijlage 4. De lagere energie-inhoud van de eiwitrijkere soorten wordt veroorzaakt door een groter aandeel schroot en schilfers (eiwitrijk) met een lage energie-inhoud en een kleinere hoeveelheid pulp (eiwitarm) met een hoge energie-inhoud.

4.2.2 Kunstmest

Een andere belangrijke component van het indirecte energie-verbruik door het melkveebedrijf is kunstmest. Een overzicht van de energie-inhoud van kunstmest volgens Snijders (1981), Brascamp (1982) en Brand en Melman (1993) staat in tabel 7.

Snijders (1981) berekent de energie-inhoud van kunstmest via de energie voor de grondstoffwinning en productie. Brascamp (1982) en Brand en Melman (1993) berekenen hierbij nog energie

Tabel 7 Energie-inhoud kunstmest (MJ/kg)

	Snijders (1981)	Brascamp (1982)	Brand en Melman (1993)
N	60,0	65,0	38,9
P ₂ O ₅	14,0	15,5	4,3
K ₂ O	9,0	8,6	2,6



Ook kunstmest vormt een belangrijk onderdeel van het indirecte energieverbruik.

voor de verpakking en distributie. Voor stikstof rekende Brascamp 4,6 MJ/kg, voor kali was dit 2,3 MJ/kg en voor fosfaat 1,2 MJ/kg. Het energieverbruik voor de productie van kunstmest berekend door Snijders (1981) en Brascamp (1992) is vrijwel gelijk. Het energieverbruik voor de productie berekend door Brand en Melman (1993) is veel lager. Volgens Brand en Melman (1993) kan dit het gevolg zijn van procesverbetering en energiebesparing.

4.2.3 Overige goederen

Aangekocht ruwvoer

Brand en Melman (1993) berekenen een gemiddelde samenstelling van aangekocht ruwvoer (vers produkt) op basis van het LEI-boekhoud-

systeem en baseren hierop de energie-inhoud van aangekocht ruwvoer. BBPR rekent echter met verschillende soorten aangekocht ruwvoer. Daarom is gekozen voor een energie-inhoud per soort ruwvoer. Basis is de energie-inhoud per kg produkt van de afzonderlijke voeders van Brand en Melman (1993). Met behulp van het drogestofpercentage (KWIN-V, 1992-1993) is hieruit per ruwvoersoort de energie-inhoud per kg droge stof berekend. Voor stro en graszaadhooi werd de waarde van hooi als basis genomen. In tabel 8 is de energie-inhoud volgens Brand en Melman (1993) naast de door het PR gebruikte gegevens gezet.

Aangekocht vee

Door Brand en Melman (1993) is de energie-inhoud berekend voor aangekochte nuchtere kalveren en aangekocht jongvee van 1,5 jaar oud. In BBPR wordt echter uitgegaan van een leeftijd bij aankoop van 1 jaar. Met behulp van de energie-inhoud van nuchtere kalveren (2665 MJ/dier), de voederbehoefte van kalveren tot 1 jaar (5237 MJ/dier) en de benodigde energie voor transport (70 MJ/dier), is de energie-inhoud van aangekocht jongvee van 1 jaar bepaald op 7972 MJ/dier.

Afdekmateriaal ruwvoer

Voor het afdekmateriaal van de ruwvoeropslag

Tabel 8 De energie-inhoud (MJ/kg ds) van aangekocht ruwvoer volgens Brand en Melman (1993) en van de afzonderlijke soorten ruwvoer volgens het PR

	Brand en Melman (1993)	PR
Gemiddeld	2,9	
Snijmais		2,7
Kuilgras		2,7
Hooi		1,5
Gras op stam		3,1
Stro		1,0
Graszaadhooi		1,0

gaat BBPR uit van poly-ethyleen (PE) folie. De energie-inhoud van poly-ethyleen is 80 MJ/kg (Van Gool e.a., 1986). Bij het afdekken van ruwvoerkuilen wordt onder andere gebruik gemaakt van folie van 0,135 mm, 0,15 mm en 0,20 mm dikte. Met behulp van het soortelijk gewicht van 126, 140 en 186 g/m² (IKC, 1993) is hieruit de energie-inhoud berekend: resp. 10,1,11,2 en 14,9 MJ/m².

Strooisel

Uitgangspunt bij strooisel (zaagsel) is dat het een afvalprodukt is uit de houtverwerkende industrie. Dat wil zeggen dat alleen het energieverbruik voor de verpakking en het transport toegerekend wordt. Uitgaande van zakken van 9 MJ per stuk (Brand en Melman, 1993) met een inhoud van 20 kg, levert dit 0,23 MJ per kg produkt op (50% verpakt). Voor transport komt hierbij nog 0,28 MJ/kg (afstand 100 km) wat een totale energie-inhoud geeft van 0,51MJ/kg.

Overige bemestingskosten

Bij de overige bemestingskosten is de energie-inhoud uitgedrukt per gulden kosten. Reden hiervoor is dat het een kostenpost is waar alle overige kunstmeststoffen onder vallen. Deze post wordt niet gespecificeerd in BBPR. Uitgangspunt is de energie-inhoud voor overige meststoffen

Tabel 9 Berekening energie-inhoud machines m.b.v. prijsindexcijfers

	Brand en Melman (1993)	PR
1987	4,7	4,7
Prijsindex	106	110
BTW		6%
Energie-inhoud (MJ/gld)	4,4	4,0

van 1,6MJ/gld volgens het prijspeil van 1981/82 (Eleveld, 1984). Met behulp van de prijsindexcijfers voor de mengmeststoffen uit 1981 en 1990; resp. 108 en 95 (LEI-DLO, 1992), is de energie-inhoud per gulden voor 1990 berekend. Dit resulteert in 1,8MJ/gld.

Smeermiddelen

Als uitgangspunt wordt een hoeveelheid motorolie per liter verbruikte dieselolie berekend. Deze hoeveelheid is afgeleid uit de energie-inhoud van dieselolie volgens Sniijders (1981). Deze was namelijk opgebouwd uit 44,5MJ/kg voor dieselolie, 5,5MJ/kg voor raffinageverliezen van dieselolie en 3 MJ/kg voor motorolie. Per kg dieselolie levert dit een energie-inhoud op van 53 MJ, waarvan 5,7 % (3 MJ) voor motorolie. Deze waarde is als standaardwaarde in de energiemodule opgenomen.



BBPR berekent weidegeld voor het verbruik van indirecte energie bij het uitscharen van pinken.

4.3 Indirect energieverbruik: gebouwen en machines

Brand en Melman (1993) hebben als basis voor de energie-inhoud van machines de energie-intensiteit van de algemene machine-industrie genomen. Uitgangspunt was de energie-intensiteit uit 1987 van 4,7 MJ/gld (excl. BTW). Om deze aan te passen aan het prijspeil van 1990 is deze waarde door Brand en Melman (1993) met behulp van de producentenprijsindexcijfers van 1987 en 1990 van de machine-industrie, namelijk 102 en 108, omgerekend naar het prijspeil van 1990. Dit resulteerde in 4,4 MJ per gulden afschrijving (excl. BTW). Vergelijken we de gebruikte prijsindexen van de machine-industrie echter met de prijsindexen van landbouwmachines, resp. 107 en 118 (LEI-DLO, 1992), dan blijkt dat de prijzen van landbouwwerktuigen sterker gestegen zijn dan die van de algemene machine-industrie. Tevens wordt in BBPR gerekend met de vervangingswaarde voor werktuigen inclusief BTW. In de energie-inhoud van Brand en Melman is hiermee geen rekening gehouden. De oorspronkelijke waarde van 4,7 MJ per gulden is gecorrigeerd volgens de prijsindexen van landbouwmachines en de BTW. Dit resulteert in een energie-inhoud van 4,0 MJ per gulden afschrijving. Dit staat in tabel 9.

4.4 Indirect energieverbruik: diensten

In NW bestaat de mogelijkheid de pinken gedurende de zomer uit te scharen. Hiervoor berekent BBPR weidegeld. Uitgangspunt voor de energie-inhoud van weidegeld is de voederbehoefte van pinken van 1 tot 1,5 jaar oud. Brand en Melman (1993) berekenen hiervoor 2932 MJ per pink. Uitgaande van f 250,- weidegeld per pink (uitgangspunt BBPR) levert dit een energie-inhoud op van 11,7 MJ/gld.

Bij een overschot aan mest op het melkveebedrijf moet deze afgevoerd worden. Dit kan zowel naar een akkerbouwbedrijf als een mestverwerkingsfabriek. Het energieverbruik van de mestafzet naar een akkerbouwbedrijf wordt vooralsnog alleen bepaald door het transport. Voor de afvoer naar een akkerbouwbedrijf geldt dat de energiekosten bij benadering omgekeerd evenredig zijn met de afstand tot het overschotgebied. Voorlopig is gekozen voor mestafvoer naar het akkerbouwbedrijf, omdat betrouwbare gegevens omtrent het energieverbruik door de mestverwerkingsindustrie nog ontbreken. Voor de energie-inhoud is de waarde van transport over een afstand van 100 km als uitgangspunt genomen, wat een energie-inhoud geeft van 280 MJ/ton mest.

5 Uitvoer energiemodule

5.1 De invoer

Bij de invoer van gegevens in de energiemodule zijn drie methoden mogelijk, namelijk LANG, PRYS of NORM. Bij de LANG optie komen alle vragen aan de orde over zowel de hoeveelheden aangevoerde produkten en diensten als over de waarde van de energie-inhoud. Bij de PRYS optie worden alle vragen gesteld, behalve de vragen die betrekking hebben op prijzen. Voor de prijzen zijn dan normatieve waarden gebruikt. Bij de NORM optie zijn alleen die vragen gesteld waarvoor geen norm aanwezig is. Voor de overige antwoorden worden normatieve waarden gebruikt. Het uitgangspunt is dan de norm en de energie-inhoud wordt dan niet gevraagd. Het gemiddelde aantal vragen dat bij de verschillende methoden beantwoord moet worden staat in tabel 10.

5.2 De uitvoer

In bijlage 5 is een uitvoer weergegeven. In de onderdelen 1 t/m 8 van deze uitvoer staat een overzicht van alle ingevoerde waarden en van de berekende uitkomsten. De inhoud van de verschillende delen worden achtereenvolgens besproken.

Onderdeel 1 geeft een overzicht van de algemene invoergegevens. Het betreft het aantal dieren, de voedervoorziening, het grondgebruik, de werkzaamheden die in loonwerk worden uitgevoerd en de loonwerkstarieven.

Onderdeel 2 geeft vervolgens de bewerkingen weer die bepalend zijn voor het directe energieverbruik.

In onderdeel 3 zijn de invoergegevens en het berekende indirecte verbruik per produkt of dienst gegeven. Met behulp van deze gegevens is het totale indirecte verbruik berekend.

Onderdeel 4 geeft een overzicht van het totale energie verbruik in MJ op het melkveebedrijf. Dit wordt opgedeeld in een direct en een indirect gedeelte. Het directe energieverbruik is opgesplitst naar dieselolie en elektriciteit. Het indirecte ener-

gieverbruik is opgesplitst in aanvoer, machines en gebouwen. De aanvoer is weer opgedeeld in krachtvoer, ruwvoer, kunstmest, organische mest, vee, diensten en overige grond- en hulpstoffen. Naast de hoeveelheid in MJ is ook de procentuele verdeling weergegeven.

In onderdeel 5 staat een overzicht van de afgevoerde produkten. Het gaat hier alleen over de produkten die geld hebben opgeleverd. Zo zal organische mest hier meestal niet voorkomen, omdat de afvoer hiervan geld kost. Van ieder item wordt de hoeveelheid, prijs en totale opbrengst weergegeven.

In onderdeel 6 zijn een aantal belangrijke kengedaten voor het energieverbruik weergegeven: het energieverbruik (MJ) per bedrijf, per hectare, per melkkoe, per 100 kg melk en per f100,- opbrengsten.

In onderdeel 7 is het totale energieverbruik toegerekend aan de verschillende afgevoerde produkten. Als verdeelsleutel is de totale opbrengst in guldens van een produkt gebruikt. Als de opbrengst van een bepaald produkt 50% van de totale opbrengst uitmaakt, dan wordt aan dit produkt 50% van het totale energieverbruik toegerekend.

In onderdeel 8 zijn tenslotte de berekende energie-inhouden van de afgevoerde produkten weergegeven. Dit is het toegerekende energieverbruik, verdeeld op basis van de geldopbrengsten, van een bepaald produkt gedeeld door het aantal afgevoerde eenheden van dat produkt. Zo is de eenheid voor bijvoorbeeld melk MJ/kg en voor koeien MJ/dier.

Tabel 10 Het aantal vragen dat beantwoord moet worden bij de drie invoermethoden

Methoden	Aantal vragen
LANG	240
PRYS	216
NORM	180

Literatuurlijst

- Aalenhuis, J., J.A.M. Boerekamp en C.J.A.M. de Koning (1993) Berekening van water- en energieverbruik bij de melkwinning. PR, Lelystad, Praktijkonderzoek 6e jaargang nr. 3, p 8-10.
- Bergen, J.A.M. van (1991) Energieplan voor het proefbedrijf voor melkveehouderij en milieu. Centrum voor Landbouw en Milieu, Utrecht, rapport nr. 6.
- Bosma, A.H., G.H. Kroeze, B.P.C.M. van Straelen en A.Vink (1993) Coëfficiënten voor het brandstofverbruik bij de ruwvoerproductie. IMAG-DLO, Wageningen.
- Brand, R.A. en A.G. Melman (1993) Energie-inhoudnormen voor de veehouderij (deel 1 en 2). Instituut voor Milieu en Energietechnologie IMET TNO, Apeldoorn, rapport nr. 92-208.
- Brascamp, M.H. (1982) Direct en indirect energieverbruik in de landbouw: Basismateriaal voor de LEI-energie databank. Organisatie voor Toegest Natuurbetenschappelijk Onderzoek (TNO), Apeldoorn, rapport nr 82-010685.
- Graaf, H.J. de en H. van der Wal (1981) Energieverbruik op melkveebedrijven en de reactie van de veehouder op verdere energieprijsstijging. Vakgroep Milieubiologie, Rijksuniversiteit Leiden, Leiden.
- IKC-RSP (1992) Energie- en eiwittoeslagprijzen. Informatie en Kennis Centrum voor de Rundvee-, Schapen- en Paardenhouderij, Lelystad.
- IKC-RSP (1993) Handboek voor de rundveehouderij. Informatie en Kennis Centrum voor de Rundvee-, Schapen-, en Paardenhouderij, Lelystad.
- IKC-V (1992) Kwantitatieve Informatie Veehouderij 1992-1993. Informatie en Kennis Centrum Veehouderij, Ede, publikatie nr. 6-92.
- LEI-DLO, CBS (1992) Landbouwcijfers 1992. Landbouw-Economisch Instituut LEI-DLO, 's-Gravenhage.
- Mandersloot, F., A.T.J. van Scheppingen en J.M.A. Nijssen (1991) Modellen rundveehouderij: Overzicht en onderlinge samenhang modellen voor simulatie van melkveebedrijven. PR, Lelystad, PR-publikatie nr. 72.
- Gool, W. van, P.H.H. Leijendeckers en J.A. Over (1986) Poly-energie zakboekje. Koninklijke PBNA bv, Arnhem.
- Snijders, P.J.M. (1981) Energieverbruik op melkveebedrijven. PR, Lelystad, PR-rapport nr. 77.
- Werkgroep Normen Voor de Voedervoorziening (1991) Normen voor de Voedervoorziening. PR, Lelystad, PR-publikatie nr 70.

Bijlagen

Bijlage Mogelijke bewerkingen in eigen mechanisatie in de energiemodule

Grasland:

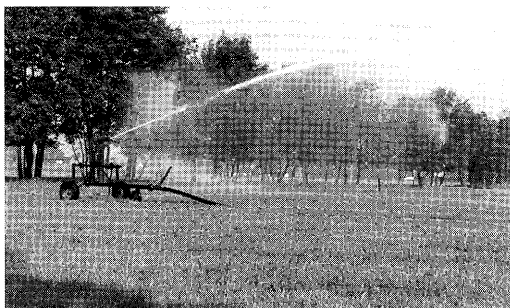
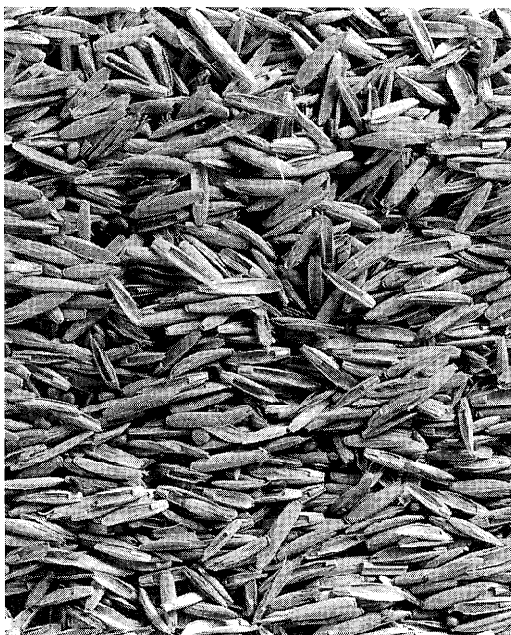
- mengmest uitrijden bovengronds
- mengmest uitrijden ondergronds
- stalmest uitrijden grasland
- kunstmeststrooien
- slepen
- rollen
- bossen maaien
- spuiten
- beregenen
- maaien met of zonder kneuzer
- cirkelschudden
- cirkelharken
- gras oprapen met opraapsnijwagen
- persen van kuilgras of hooi
- hakselen gras
- kuil aanrijden
- gras zaaien

Bouwland:

- mest uitrijden bovengronds
- mest uitrijden ondergronds
- stalmest uitrijden
- cultivateren
- frezen
- ploegen
- rotorkoepgen
- mais zaaien
- schoffelen
- spuiten
- beregenen
- voederbieten zaaien
- hakselen mais
- hakselen luzerne
- voederbieten rooien

Voeren ruwvoer:

- zomerstalvoeding
- kuilvoer uithalen met kuilvoersnijder
- snijden voederbieten met snij-inrichting
- voederbieten doseren



Bijlage 2 Indirecte energie in overige goederen en diensten

Goederen:

- gewasbeschermingsmiddelen
- zaaizaad en pootgoed
- overige meststoffen
- afdek materiaal ruwvoer
- afrastering
- strooisel
- smeermiddelen

Diensten:

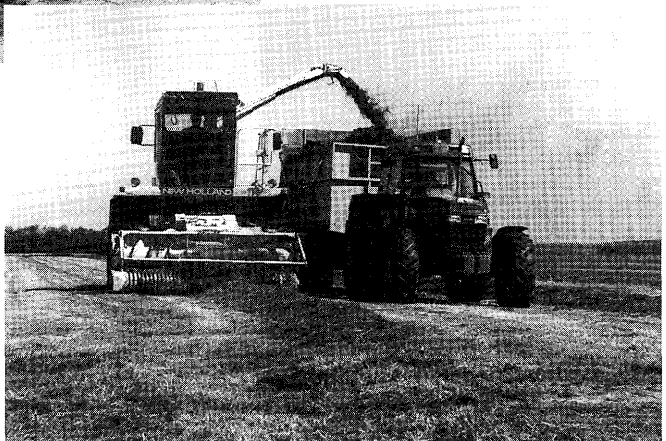
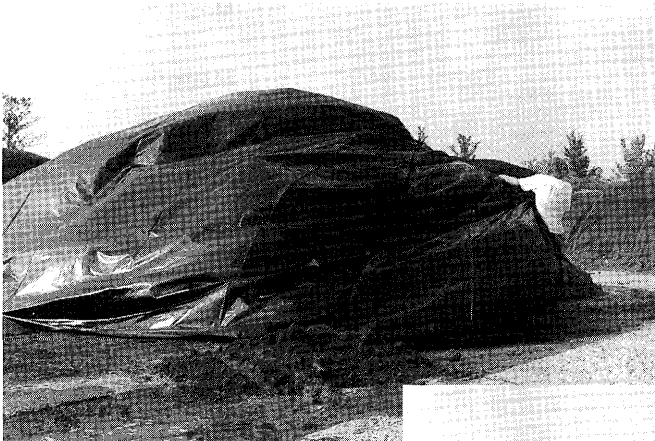
- algemene kosten
 - overige algemene kosten
 - mestafvoer
- overige produktgebonden kosten
- kosten waterverbruik
- weidegeld uitgeschaarde pinken
- kosten loonwerk

Overige algemene kosten:

- boekhouding
- auto
- standsorganisatie
- landbouwschap
- grondonderzoek
- zuiveringschap
- bedrijfsverzorging
- telefoon
- bedrijfskleding
- literatuur
- excursies
- diversen

Overige produktgebonden kosten:

- inclusief:
 - overige produktgebonden kosten gewassen
 - ziektebestrijding rundvee
 - veeverbetering rundvee
 - overige produktgebonden kosten levende have
 - overige voerkosten
- exclusief: rente



Bijlage 3 Energie-inhouden energiemodule

	Energie-inhoud	Eenheid
Dieselolie	48,2	MJ/kg ⁽¹⁾
Elektriciteit	8,7	MJ/kWh ⁽¹⁾
Aardgas	32,3	MJ/m ³ ⁽¹⁾
Propaan	26,7	MJ/l ⁽¹⁾
Olie	40,5	MJ/l ⁽¹⁾
Krachtvoer:		
• eiwitarm	7,4	MJ/kg ⁽²⁾
• standaard	6,3	MJ/kg ⁽²⁾
• eiwitrijk	5,2	MJ/kg ⁽²⁾
• extra eiwitrijk	3,9	MJ/kg ⁽²⁾
• kunstmelkpoeder	27,8	MJ/kg ⁽¹⁾
Kunstmest:		
• N	38,9	MJ/kg N ⁽¹⁾
• P	4,3	MJ/kg P ₂ O ₅ ⁽¹⁾
• K	2,6	MJ/kg K ₂ O ⁽¹⁾
• overige meststoffen	1,8	MJ/gld ⁽²⁾
Afschrijving gebouwen (excl. BTW)	3,6	MJ/gld ⁽¹⁾
Afschrijving werktuigen (incl. BTW)	4,0	M J/gld ⁽²⁾
Onderhoud werktuigen (excl. BTW)	4,0	MJ/gld ⁽¹⁾
Overige produktgebonden kosten	2,5	MJ/gld ⁽¹⁾
Overige algemene kosten	2,5	MJ/gld ⁽¹⁾
Mestafvoer	280	MJ/ton ⁽¹⁾
Loonwerk	4,8	M J/gld ⁽¹⁾
Water	2,5	MJ/gld ⁽¹⁾
Polder- en waterschapslasten	2,5	MJ/gld ⁽¹⁾
Weidegeld pinken	11,7	M J/gld ⁽²⁾
Ruwvoer:		
• snijmais	2,7	MJ/kg ds ^(1, 2)
• kuilgras	2,7	MJ/kg ds ^(1, 2)
• hooi	1,5	M J/kg ds ^(1, 2)
• graszaadhooi	1,0	MJ/kg ds ⁽²⁾
• stro	1,0	MJ/kg ds ⁽²⁾
• gras op stam	3,1	MJ/kg ds ^(1, 2)
Aankoop:		
• nuchter kalf	2665	MJ/stuk ⁽¹⁾
• jongvee (1 jr)	7985	MJ/stuk ⁽²⁾
• melkvee(> 2 jr)	13850	MJ/stuk ⁽¹⁾

⁽¹⁾ = Brand en Melman (1993)

⁽²⁾ = PR

Bijlage 3 Energie-inhouden energiemodule

	Energie-inhoud	Eenheid
Overige grond- en hulpstoffen:		
• gewasbeschermingsmiddelen	8,7	MJ/gld ⁽¹⁾
• zaaizaad en pootgoed	8,9	MJ/gld ⁽¹⁾
• afrastering	2,5	MJ/gld ⁽²⁾
• strooisel	0,51	MJ/kg ⁽²⁾
• smeermiddelen	46,6	MJ/kg ⁽¹⁾
Afdek materiaal ruwvoeropslag (PE-folie)		
• 0,135 mm	10,1	MJ/m ² ⁽²⁾
• 0,15 mm	11,2	M J/m ² ⁽²⁾
• 0,20 mm	14,9	M J/m ² ⁽²⁾

⁽¹⁾ = Brand en Melman (1993)

⁽²⁾ = PR

Bijlage 4 Berekende gemiddelde samenstelling krachtvoerders en energie-inhoud

	Samenstelling (%)	Energie-inhoud (MJ/kg)	Bijdrage totaal (MJ/kg)
• Eiwitarme brok (80 DVE)			
Bietenpulp	12,95	12,8	1,66
Citruspulp	20,00	8,4	1,68
Dierlijk vet	0,96	4,4	0,04
Maisgluten	16,14	5,9	0,95
Palmpitschilfers	10,32	6,6	0,68
Palmpitten	1,61	9,2	0,15
Melasse	4,00	1,5	0,06
Sojabonenschroot	12,72	3,1	0,39
Tarwe	8,98	8,1	0,73
Vinasse	4,00	0,1	0,00
Tatwegries	5,78	3,8	0,22
Mineralen (rest)	2,39	0,1	0,00
Totaal (incl. 0,80 productie en transport)			7,37
• Standaard brok (90 DVE)			
Bietenpulp	4,26	12,8	0,54
Citruspulp	18,10	8,4	1,52
Kokosschilfers	7,68	3,1	0,24
Maisgluten	28,57	5,9	1,69
Palmpitschilfers	14,40	6,6	0,95
Melasse	4,00	1,5	0,06
Sojabonenschroot	13,00	3,1	0,40
Lupinen	2,46	2,8	0,07
Vinasse	4,00	0,1	0,00
Mineralen (rest)	2,16	0,1	0,00
Totaal (incl. 0,80 productie en transport)			6,33
• Eiwitrijke brok (120 DVE)			
Bietenpulp	2,00	12,8	0,26
Citruspulp	6,00	8,4	0,50
Kokosschilfers	12,00	3,1	0,37
Maisgluten	17,45	5,9	1,03
Luzernemeel	1,17	2,0	0,02
Palmpitschilfers	15,00	6,6	0,99
Melasse	3,94	1,5	0,06
Sojabonenschroot	31,13	3,1	0,96
Lupinen	4,50	2,8	0,13
Vinasse	4,00	0,1	0,00
Mineralen (rest)	2,54	0,1	0,00
Totaal (incl. 0,80 productie en transport)			5,15

Bijlage 4 Berekende gemiddelde samenstelling krachtvoerders en energie-inhoud

	Samenstelling (%)	Energie-inhoud (M J/kg)	Bijdrage totaal (M J/kg)
• Extra eiwitrijke brok (180 DVE)			
Kokosschilfers	9,37	3,1	0,29
Luzernemeel	1,64	2,0	0,03
Palmpitschilfers	5,70	6,6	0,38
Melasse	3,90	1,5	0,06
Sojabonenschroot	69,88	3,1	2,17
Lupinen	1,43	2,8	0,04
Zonnebloemzaadschroot	1,13	3,0	0,03
Vinasse	4,00	0,1	0,00
Mineralen (rest)	2,24	0,1	0,00
Totaal (incl. 0,80 productie en transport)			3,89

Bijlage 5 Uitvoer energiemodule

ENERGIE
Proefstation voor de Rundvee-, Schapen- en Paardenhouderij

Versie 0.01 Augustus 1993
Pagina 1

Naam invoerset: TEST
Omschrijving : TEST omschrijving

Dinsdag 14 september 1993 16:05

1 ALGEMEEN

Melkkoeien : 33.33 Melkras pinken : 10.43 Melkras kalveren : 11.21
% vervanging mk : 25.00 % melkras pinken : 31.29 % melkras kalveren: 33.63

% melkkoeien voor kruising
Kruisling (50 %) 1e kalfskoeien :
Kruisling (50 %) 1e kalfskoeien op jaarbasis :
Kruisling (50 %) pinken op jaarbasis :
Kruisling (50 %) kalveren op jaarbasis :

1.1 VOEDERVOORZIENING

	Koeien	Pinken	Kalveren
Voedervoorziening	0 Weiden	Weiden (pi+ka)	Weiden (pi+ka)
Zomerperiode (dagen)	175	189	88
Winterperiode (dagen)	190	176	277

1.2 GROND

	Grasland	Maisland	Voeder- bieten	Luzerne	Overig voeder- gewassen
Oppervlakte (ha)	20.00				
Aantal percelen	10				
Perceelsgrootte (ha)	2.00				
Grondsoort	ZANDDIK				
Grondwatertrap	IV				

Maaipcentage grasland : 230.0 %
Maaipcentage grasland eerste snede : 67.0 %
Percentage grasland vernieuwing : 10.00 %
wv: - herinzaai : 100.00 %
- doorzaai : %
Aantal keer maaien luzerne :
Percentage luzerneland vernieuwing : %
Oppervlakte gedraineerd land : ha
Gemiddelde drainafstand : m
Oppervlakte gegreppeld land : ha

1.3 ENERGIE-INHOUDEN ENERGIEDRAGERS

	(MJ/eenh)
Dieselolie (kg)	48.2
Elektriciteit (kWh)	8.7
Aardgas (m ³)	32.3
Olie (l)	40.5
Propaangas (l)	26.7

Bijlage 5 Uitvoer energiemodule

ENERGIE	Versie 0.01 Augustus 1993
Proefstation voor de Rundvee-, Schapen- en Paardenhouderij	Pagina 2

Naam invoerset : TEST

Omschrijving : TEST omschrijving

Dinsdag 14 september 1993 16:05

1.4 PERCENTAGELOONWERK (WERK DOOR DERDEN)

	(%)
Gras maaien	0
Gras inkuilen	0
Graskuil aanrijden	0
Luzerne maaien	0
Luzerne inkuilen	0
Luzernekuil aanrijden	0
Mestuitrijden grasland tijdstip 1	100
Mestuitrijden grasland tijdstip 2	100
Mestuitrijden grasland tijdstip 3	100
Mestuitrijden maisland	100
Mestuitrijden voederbietenland	100
Mestuitrijden luzerneland	100
Mestuitrijden overige voedergewassen	100

1.5 LOONWERKTARIEVEN

Omschrijving	Tarief
Graslandonderhoud (gld/ha)	20.00
Sputten (gld/ha)	50.00
Frezen (gld/ha)	250.00
Ploegen (gld/ha)	250.00
Rotorkopeggen (gld/ha)	100.00
Cultivateren (gld/ha)	
Schoffelen (gld/ha)	
Gras zaaien (gld/ha)	105.00
Gras doorzaaien (gld/ha)	
Mais zaaien (gld/ha)	
Voederbieten zaaien (gld/ha)	
Luzerne zaaien (gld/ha)	
Overige voedergewassen zaaien (gld/ha)	
Luzerneland onderhoud (gld/ha)	
Gras/luzerne maaien (gld/ha)	
Inkuilen gras/luzerne (gld/ha)	
Aanrijden gras/luzerne (gld/ha)	
Inkuilen snijmais (gld/ha)	
Aanrijden snijmais (gld/ha)	
Oogst voederbieten (gld/ha)	
Oogst overige voedergewassen (gld/ha)	
Mest uitrijden bovengronds (gld/m ³)	
Mest uitrijden emissie-arm (gld/m ³)	7.00
Vaste mest uitrijden (gld/ha)	
Slootonderhoud (gld/ha)	40.00
Drainage reiniging (gld/m)	
Greppelen (gld/ha)	
Overige loonwerkkosten (gld/ha)	

Bijlage 5 Uitvoer energiemodule

ENERGIE	Versie 0.01 Augustus 1993
Proefstation voor de Rundvee-, Schapen- en Paardenhouderij	Pagina 3.1

Naam invoerset : TEST Dinsdag 14 september 1993 16:05
Omschrijving : TEST omschrijving

2 DIRECT ENERGIEVERBRUIK

2.1 KENMERKEN BEWERKINGEN

Bewerking	Kenmerken
Gras maaien met SCHYF	55kW 2.4m 9.0km/h
Gras schudden	55kW 6.0m 5.5km/h
Gras wiersen	55kW 6.0m 7.0km/h
Gras inkuilen met opraapsnijwagen	55kW 3.0tds/ha 45%ds 2. 0ton 7.0km/h
Graskuil aanrijden	
Bloten grasland beweiding	55kW
Kunstmeststrooien grasland	55kW 12m
Kuilvoer uithalen: winterrantsoen	55 kW 9.9(mk) 7.3(pi) 3.0(ka) kg/dg
Overige trekkerwerkzaamheden	
Verwarming (reinigings)water	
Melkkoeling	
Melken	8 melkstellen
Overige verbruik stal	1924.0 kWh constant deel

ENERGIE	Versie 0.01 Augustus 1993
Proefstation voor de Rundvee-, Schapen- en Paardenhouderij	Pagina 4.1

Naam invoerset : TEST Dinsdag 14 september 1993 16:05
Omschrijving : TEST omschrijving

2.2 ENERGIECOEFFICIENTEN BEWERKINGEN

Bewerking	Coeff ic	Eenheid (x/y)	soort	Aantal (Y)
Gras maaien met SCHYF	5.94	kglha	dies	46.0
Gras schudden	3.92	kglha	dies	138.0
Gras wiersen	3.36	kglha	dies	46.0
Gras inkuilen met opraapsnijwagen	9.59	kglha	dies	46.0
Graskuil aanrijden	5.30	kglha	dies	46.0
Bloten grasland beweiding	5.80	kglha	dies	40.0
Kunstmeststrooien grasland	3.07	kglha	dies	80.0
Kuilvoer uithalen: winterrantsoen	59	kg/blok	dies	227.8
Overige trekkerwerkzaamheden	15.00	kglha	dies	20.0
Verwarming (reinigings)water			elec	
Melkkoeling			elec	
Melken	800.00	kWh/mkst	elec	8.0
Overige verbruik stal	16.30	kWh/koe	elec	33.3

Bijlage 5 Uitvoer energiemodule

ENERGIE	Versie 0.01 Augustus 1993
Proefstation voor de Rundvee-, Schapen- en Paardenhouderij	Pagina 5.1

Naam invoerset : TEST	Dinsdag 14 september 1993 16:05
Omschrijving : TEST omschrijving	

2.3 ENERGIEVERBRUIK BEWERKINGEN

Bewerking	Energiedrager			Totaal (MJ)
	totaal	eenheid	soort	
Gras maaien met SCHYF	273.1	kg	dies	13166
Gras schudden	540.3	kg	dies	26041
Gras wiersen	154.3	kg	dies	7439
Gras inkuilen met opraapsnijwagen	440.9	kg	dies	21252
Graskuil aanrijden	243.8	kg	dies	11751
Bloten grasland beweiding	232.0	kg	dies	11182
Kunstmeststrooien grasland	245.6	kg	dies	11838
Kuilvoer uithalen: winterrantsoen	134.4	kg	dies	6477
Overige trekkerwerkzaamheden	300.0	kg	dies	14460
Verwarming (reinigings)water	6212.0	kWh	elec	54044
Melkkoeling	1800.0	kWh	elec	15660
Melken	6400.0	kWh	elec	55680
Overige verbruik stal	2467.3	kWh	elec	21465

Bijlage 5 Uitvoer energiemodule

Naam invoerset : TEST

Omschrijving : TEST

omschrijving

Dinsdag 14 september 1993 16:05

3 INDIRECT ENERGIEVERBRUIK

	Hoeveelheid	Coeff ic. (MJ/eenh)	Totaal (MJ)
Kunstmelkpoeder (kg)	437	27.8	12149
Standaard brok (kg)	51916	6.3	327071
Extra eiwit. brok (kg)	796	3.9	3104
Zuivere N (kg)	6403	38.9	249077
Zuivere P ₂ O ₅ (kg)	848	4.3	3646
Zuivere K ₂ O (kg)	1288	2.6	3349
Gewasbeschermingsmiddelen (gld)	1060	8.7	9222
Zaaizaad, plant- en pootgoed (gld)	400	8.9	3560
Overige bemestingskosten (gld)	2200	1.8	3960
Ov. produktgebonden kosten (excl rente) (gld)	10829	2.5	27073
Loonwerk graslandverzorging (gld)	1970	4.8	9456
Loonwerk mest uitrijden (gld)	4200	4.8	20160
Loonwerk slootonderhoud (gld)	840	4.8	4032
Algemene kosten (ex. rente, in. mestafv) (gld)	9153	2.5	22883
Water (gld)	1160	2.5	2900
Afdek materiaal ruwvoeropslag 0.150 mm dik (m ²)	718	11.2	8042
Afrastering (gld)	1200	2.5	3000
Zaagsel (kg)	3068	.4	1227
Stro als strooisel (kg)	2758	.8	2206
Smeermiddelen (5.7% van diesilverbruik) (kg)	146	46.6	6812
Afschrijving machines/werktuigen (gld)	19000	4.1	77900
Onderhoud machines/werktuigen (gld)	8000	4.0	32000
Afschrijving melkwinningsapparatuur (gld)	6480	4.1	26568
Onderhoud melkwinningsapparatuur (gld)	3000	4.0	12000
Afschrijving kavelpad verharding beton (gld)	1823	3.6	6563
Afschrijving stallen (gld)	11700	3.6	42120
Afschrijving werktuigenberging (gld)	600	3.6	2160
Afschrijving externe mestopslag (gld)	2730	3.6	9828
Afschrijving erfverharding beton (gld)	1335	3.6	4806
Afschrijving ruwvoeropslag (gld)	1476	3.6	5314
Polder- en waterschapslasten (gld)	3150	2.5	7875

Bijlage 5 Uitvoer energiemodule

ENERGIE	Versie 0.01 Augustus 1993
Proefstation voor de Rundvee-, Schapen- en Paardenhouderij	Pagina 7

Naam invoerset : TEST
Omschrijving : TEST

omschrijving

Dinsdag 14 september 1993 16:05

4 ENERGIEVERBRUIK MELKVEEBEDRIJF

	Energie (MJ)	%
Totale energieverbruik	1220693	100.00
Waarvan:		
- Directe energie	270455	22.16
wv:- Diesel	123606	10.13
- Elektriciteit	146850	12.03
- Aardgas		
- Olie		
- Propaangas		
- Indirecte energie	950237	77.84
wv:- Aanvoer	730979	59.88
wv:- Krachtvoer	342324	28.04
- Ruwvoer		
- Kunstmest	256072	20.98
- Organische mest		
- Vee		
- Diensten	94378	7.73
- Overige grond- en hulpstoffen	38205	3.13
- Machines	148468	12.16
- Onroerende goederen	70790	5.80

5 AFGEVOERDE PRODUKTEN

	Hoeveel heid	Opbrengst prijs (gld)	Totale opbrengst (gld)
Melk vet: 4.40 eiwit: 3.40 (kg)	199980	79.91	159804
Meetmelk (FCPM) (kg)	210259		
Vee > 2 jaar (dier)	9	1355.00	11965
Pinken (12 mnd) (dier)	1	1670.00	1052
Nuchtere kalveren (dier)	26	306.00	7916
Graskuil (kg ds)	41725	.18	7448

Bijlage 5 Uitvoer energiemodule

Naam invoerset : TEST

Omschrijving : TEST

omschrijving

Dinsdag 14 september 1993 16:05

6 ENERGIEVERBRUIK

	(MJ)
per bedrijf	1220693
per hectare	61035
per melkkoe	36624
per 100 kg melk	610
per f100,- opbrengsten	649

7 ENERGIETOEREKENING A.D.H.V. GELDELIJKE OPBRENGST

	(MJ)
Totaal	1220693
Waarvan toegerekend aan afgevoerd(e):	
- Melk	1036595
- Vee > 2 jaar	77611
- Pinken (12 mnd)	6825
- Nuchtere kalveren	51350
- Graskuil	48312

Naam invoerset : TEST

Omschrijving : TEST

omschrijving

Dinsdag 14 september 1993 16:05

8 ENERGIECOEFFICIENTEN AFGEVOERDE PRODUCTEN(MJ/eenheid)

Melk	(kg)	5.2
Meetmelk (FPCM)	(kg)	4.9
Vee > 2 jaar	(dier)	8789.4
Pinken (12 mnd)	(dier)	10832.7
Nuchtere kalveren	(dier)	1984.9
Graskuil	(kg ds)	1.2