

ENERGIESTROMEN IN DE AGRIBUSINESS

Maart 1994

Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO)
Conradkade 175
Postbus 29703
2502 LS Den Haag

INHOUD

	Blz.
WOORD VOORAF	5
SAMENVATTING	7
1. INLEIDING	9
1.1 Aanleiding	9
1.2 Doelstelling	9
1.3 Definities	9
1.4 Werkwijze	10
1.5 Opbouw van het rapport	10
2. INPUT-OUTPUTMODEL	12
2.1 Inleiding	12
2.2 Doelstelling	12
2.3 Beschrijving	12
2.4 Werkwijze	13
3. MODEL "ENERGIESTROMEN IN DE AGRARISCHE SECTOR"	16
3.1 Inleiding	16
3.2 Doelstelling	16
3.3 Beschrijving	16
3.4 Werkwijze	18
4. PROEF-SUBSECTOREN: MELKVEESECTOR EN POTPLANTENSECTOR	20
4.1 Inleiding	20
4.2 Energieverbruik in de melkveesector	20
4.2.1 Energieverbruik volgens de input-outputtabel	20
4.2.2 Energieverbruik van de drie grootste posten	22
4.2.2.1 Krachtvoer	22
4.2.2.2 Kunstmest	23
4.2.2.3 Machines en werktuigen	23
4.2.3 Aangrijpingspunten voor scenario's	24
4.2.3.1 Voederproduktie	25
4.2.3.2 (Stikstof)bemesting	26
4.2.3.3 Gebruik van melk- en voederapparatuur	26
4.2.3.4 Mestbe- en verwerking	26
4.2.4 Voorbeelden van scenario's	27
4.2.5 Samenvatting	28
4.3 Energieverbruik in de potplantensector	29
4.3.1. Energieverbruik volgens de input-outputtabel	29
4.3.2 Direct energieverbruik	31
4.3.3 Aangrijpingspunten voor scenario's	32
4.3.3.1 Energieprijs	32
4.3.3.2 Technische maatregelen	33
4.3.4 Samenvatting	33
5. CONCLUSIES	34
WOORDENLIJST	35
LITERATUUR	37
BIJLAGEN	39

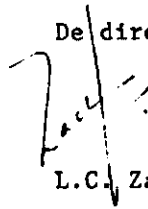
WOORD VOORAF

In dit rapport is het instrumentarium beschreven dat als hulpmiddel dient voor de programmering van activiteiten gericht op een efficiënter gebruik van energie in de Nederlandse agrarische sector en de daaraan verbonden toeleverende en afnemende industrie.

Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van de Nederlandse Maatschappij voor Energie en Milieu, de NOVEM. Het onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met E3T en IMAG-DLO, waarbij het LEI-DLO verantwoordelijk is voor de ontwikkeling van het instrumentarium en de inbreng van de gegevens over materiaalstromen voor de agrarische bedrijven.

Bij deze noemen wij drs. C. Ploeger, LEI-DLO-gedetacheerde bij het Proefstation voor de Bloemisterij, die een bijdrage heeft geleverd betreffende de inventarisatie en de analyse van de energiestromen voor de potplantensector. Voorts willen wij ir. H. Leneman bedanken voor de bijdrage aan de ontwikkeling van het model.

De directeur,



L.C. Zachariasse

Den Haag, maart 1994

SAMENVATTING

In deze studie is de opzet voor een instrument ontwikkeld, waarmee inzicht wordt verkregen in verschillende aspecten van het energieverbruik in de agrarische sector en de daaraan verbonden toeleverende en verwerkende industrie:

- a. de omvang van het energieverbruik in de gehele agrarische sector en de daarbinnen te onderscheiden vijftien subsectoren, alsmede het verbruik van de toeleverende en verwerkende industrie (agribusiness of agribusinesscomplex 1));
- b. de samenhang tussen de verschillende factoren die het energieverbruik bepalen, en
- c. de invloed van beleidsveranderingen, van energiebesparende technieken en dergelijke op het energieverbruik.

De agrarische sector wordt onderscheiden in vijftien subsectoren: melk- en mestveehouderij, overige veehouderij, kalvermesterij, varkenshouderij, legpluimveehouderij, slachtpluimveehouderij, akkerbouw, teelt van glasgroenten, teelt van snijbloemen, teelt van potplanten, teelt van champignons, teelt van opengrondsgroenten, fruitteelt, bloembollenteelt en boomkwekerij. Voor deze subsectoren wordt het energieverbruik van de subsector zelf nagegaan maar ook het indirecte verbruik vanuit de toeleverende en dienstverlenende bedrijven en het indirecte verbruik van de verwerkende industrie.

Het instrumentarium is ontwikkeld naar aanleiding van een vraag van de Nederlandse Maatschappij voor Energie en Milieu, de NOVEM. De NOVEM heeft behoefte aan een instrument waarmee zij verschillende activiteiten die het energieverbruik beïnvloeden kan beoordelen en met elkaar kan vergelijken.

De ontwikkeling van het instrument kent drie fases:

1. fase één omvat de ontwikkeling van het instrument aan de hand van een tweetal proef-subsectoren, namelijk de melkveesector en de potplantensector, voor het jaar 1985;
2. fase twee betreft de verdere uitwerking en invulling voor de nog resterende subsectoren in de land- en tuinbouw, voor het jaar 1990;
3. in fase drie wordt tenslotte de invloed van verschillende factoren (zoals beleidsmaatregelen, technische- en bedrijfsmaatregelen) op het totale energieverbruik berekend.

In dit rapport wordt verslag gedaan van de eerste fase.

Het instrumentarium is opgebouwd uit een tweetal modellen die met elkaar in relatie zijn gebracht. Het eerste model, een input-outputmodel, kwantificeert de energiestromen in de verschillende schakels van de agribusiness. Het beschrijft de situatie voor een bepaald jaar, bij een gegeven bedrijfsstructuur, een gegeven stand van de technologie enzovoort. Dit model geeft inzicht in de grootste energieposten (zowel de directe energie door de agrarische sector zelf als de indirecte energie door de toeleverende, dienstverlenende en verwerkende industrie worden meegenomen) en de belangrijkste aangrijpingspunten voor energiebesparing.

Deze aangrijpingspunten vormen het uitgangspunt voor het tweede model, het model "Energiestromen in de agrarische sector". Dit model is veel gedetailleerder van opzet, althans voor de belangrijkste energieposten. Het primaire doel van dit model is het geven van inzicht in de samenhang van verschillende bepalende factoren zoals beleid, bedrijfsvoering, invoering van technische maatregelen en de invloed van veranderingen ervan op de energiestromen. Daartoe worden voor de belangrijkste energieposten, de materiaalstromen en de energie-inhoudnormen met elkaar

1) Deze begrippen worden in deze studie door elkaar gebruikt.

in verband gebracht. De gegevens over materiaalstromen zijn afkomstig uit het LEI-boekhoudnet en de energie-inhoudnormen zijn afkomstig van TNO. De materiaalstromen gerelateerd aan de energie-inhoudnormen leveren het energieverbruik. Dit energieverbruik kan worden vergeleken met het energieverbruik uit het input-outputmodel. In principe zouden deze uitkomsten gelijk moeten zijn. Uit de exercitie met de twee proef-subsectoren bleek echter dat de twee modellen op een aantal punten verschillende uitkomsten leverden. Deze verschillen zijn terug te voeren op een aantal oorzaken:

1. de twee modellen hanteren verschillende (sub)sectordefinities;
2. de twee modellen hanteren verschillende grenzen van het systeem "agribusiness".
3. de twee modellen hebben een verschillend niveau van aggregatie waar het gaat om de toeleverende en verwerkende industrie.

In het algemeen is het goed gelukt om deze problemen op te lossen en de uitkomsten met elkaar in overeenstemming te brengen.

Nadat de kwantificering van de energiestromen heeft plaatsgehad, kan het tweede model berekenen welke gevolgen veranderingen in bijvoorbeeld energieverbruik van werktuigen en apparatuur, in bedrijfsvoering, in beleid, op het totale energieverbruik hebben en welke verandering het meest effectief is om doelstellingen van energiebesparing en/of CO₂-reductie over de gehele agribusiness te realiseren.

Uit het onderzoek blijkt dat met de twee modellen een goed inzicht kan worden gegeven in de omvang van het energieverbruik in de agrarische sector met de daaraan verbonden toeleverende en afnemende industrie én in de effecten van verschillende maatregelen (techniek, bedrijfsvoering, beleid) gericht op een efficiënter gebruik van energie.

1. INLEIDING

1.1 Aanleiding

De NOVEM heeft behoefte aan een instrument voor de programmering van activiteiten gericht op een efficiënter gebruik van energie in de Nederlandse agrarische sector en in de daaraan verbonden toeleverende en verwerkende industrie. De Nederlandse Maatschappij voor Energie en Milieu, de NOVEM heeft aan E3T, het LEI-DLO en het IMAG-DLO gevraagd om dit instrument te ontwikkelen.

Om deze vraag te beantwoorden is het project opgedeeld in drie fases:

1. fase één waarin een instrument wordt ontwikkeld dat aan bovenstaande doelstelling beantwoordt; aan de hand van een tweetal proef-subsectoren, te weten de melkveesector en de potplantensector voor het jaar 1985;
2. fase twee waarin het voornoemde instrument verder wordt ingevuld en uitgewerkt voor de resterende subsectoren in de landbouw voor 1990;
3. fase drie waarin het instrument wordt gebruikt om verschillende scenario's door te rekenen.

Deze rapportage geeft de resultaten van het eerste deelproject weer.

1.2 Doelstelling

De doelstelling van dit onderzoek (fase één) is: het geven van inzicht in de mogelijkheden van een instrumentarium om te bepalen:

- a. de omvang van het energieverbruik in de gehele agrarische sector en de daarbinnen te onderscheiden vijftien subsectoren;
- b. de samenhang tussen de verschillende factoren die het energieverbruik bepalen, en
- c. de invloed van veranderingen in beleid, van energiebesparende technieken en dergelijke op het energieverbruik.

In deze studie wordt dus per subsector het energieverbruik berekend: het verbruik door de (sub)sector zelf, alsmede het verbruik door alle toeleverende en dienstverlenende bedrijven en het verbruik door verwerkende industrie die op binnenlandse agrarische grondstoffen steunt.

1.3 Definities

In deze nota worden tal van termen voor groepen bedrijven gebruikt: agribusiness, sector of bedrijfstak, subsector of bedrijfsklasse. Figuur 1.1 op de volgende pagina geeft een overzicht van de onderlinge relaties. Een bedrijfstak (of sector) is een groep van bedrijven die zich in hoofdzaak bezig houdt met de voortbrenging van één bepaalde soort goederen of diensten. Zo'n bedrijfstak kan vervolgens onderverdeeld worden in bedrijfsklassen (of subsectoren) 1). Het geheel van schakels tussen enerzijds de agrarische sector en anderzijds de toeleverende en dienstverlenende industrie plus de verwerkende industrie wordt ook wel agribusiness genoemd.

1) De aanduidingen bedrijfstak en sector worden in deze studie door elkaar gebruikt. Hetzelfde geldt voor de termen bedrijfsklasse en subsector.

<u>Bedrijfstak/sector</u>	<u>Bedrijfsklasse/subsector</u>
Verwerkende industrie	- Zuivelindustrie - Graanverwerkende industrie
Agrarische (primaire) sector	- Rundveehouderij - Potplanten
Toeleverende en dienst- verlenende industrie	- Elektriciteitsbedrijven - Bankwezen
Agribusiness	

Figuur 1.1 Overzicht van de relaties tussen bedrijfstakken en bedrijfsklassen binnen de agribusiness

1.4 Werkwijze

Het te ontwikkelen instrumentarium moet aan drie doelstellingen voldoen, te weten:

1. de beschrijving van de energiestromen in de verschillende subsectoren van de agrarische sector voor een bepaald jaar;
2. de beoordeling van de invloed van veranderingen van verschillende factoren op het totale energieverbruik. Daarbij kan gedacht worden aan: beleidsmaatregelen, bedrijfssystemen en bedrijfsvoering en technische maatregelen in de verschillende schakels van de agribusiness;
3. aansluiting met de basiskengetallen uit verschillende bronnen: het CBS, het LEI-DLO, het IMAG-DLO en TNO.

Er is gekozen om hiervoor twee modellen te ontwikkelen die met elkaar in verband staan: de resultaten van het ene model worden in relatie gebracht met die van het andere. Het eerste model, het agrarisch input-outputmodel van het LEI-DLO, kwantificeert de energiestromen in de verschillende agribusinesscomplexen, op nationaal niveau en sectorniveau. Dit model beschrijft een statische situatie - voor een bepaald jaar - bij een gegeven landbouwstructuur, een gegeven stand van technologie en techniek en een gegeven beleid. Het model is gebaseerd op de oorspronkelijke input-outputtabel van het CBS, waarbij regelmatig gebruik gemaakt is van het LEI-boekhoudnet. Met dit model kan echter geen beschrijving worden gegeven van de factoren die de energiestromen bepalen. Er is geen inzicht in bedrijfsstructuur, bedrijfsvoering, technische en beleidsinstrumenten die van invloed kunnen zijn op het energieverbruik. Om deze beperking te ondervangen is een tweede model, het model "Energiestromen in de agrarische sector" ontwikkeld. Het energiestromenmodel krijgt eventuele aangrijpingspunten voor energiebesparing aangereikt vanuit het input-outputmodel. Door simulaties aan te brengen in bovengenoemde factoren kan het de invloed op de energiestromen nagaan. Het energiestromenmodel is daardoor dynamisch van karakter. Dit dynamische element kan tenslotte naar het input-outputmodel worden teruggekoppeld, zodat de invloed van de aangepaste energiestromen op hogere aggregatieniveaus weer kan worden nagegaan.

1.5 Opbouw van het rapport

In hoofdstuk twee wordt het input-outputmodel beschreven waarmee de energiestromen binnen de Nederlandse agrarische sector voor een bepaald

basisjaar worden bepaald. Vervolgens wordt in hoofdstuk drie het model "Energiestromen in de agrarische sector" behandeld dat de invloed van veranderingen in de verschillende schakels binnen de agribusiness op het energieverbruik bepaalt. De uitwerking voor de proef-subsectoren melkvee-sector en potplantensector komt in hoofdstuk vier aan de orde. Het laatste hoofdstuk van dit rapport bevat de belangrijkste conclusies.

2. INPUT-OUTPUTMODEL

2.1 Inleiding

De basis voor de beschrijving van de energiestromen in een bepaald jaar is de input-outputtabel van het CBS, die door het LEI-DLO verder is gedesaggregeerd voor de land- en tuinbouw en de voedingsmiddelenindustrie. Dit is onder andere gebeurd met behulp van gegevens uit het LEI-boekhoudnet.

In paragraaf 2.2 wordt eerst het doel van het input-outputmodel voor de NOVEM-studie aangegeven, waarna in paragraaf 2.3 de mogelijkheden en beperkingen van het model worden beschreven. In paragraaf 2.4 volgt een beschrijving van de wijze waarop de in- en outputgegevens tot stand komen.

2.2 Doelstelling

Een input-outputtabel geeft inzicht in de ontvangsten en uitgaven in een bepaald jaar op bedrijfstak-, sector-, en nationaal niveau. Niet alleen de feitelijke samenhang binnen een volkshuishouding wordt weergegeven, maar ook de structuur ervan.

In het kader van de NOVEM-studie bestaat de doelstelling van het input-outputmodel uit het beschrijven van energieverbruik in de agrarische sector, dat wil zeggen de land- en tuinbouw plus de op binnenlandse agrarische grondstoffen steunende verwerkende industrie en de aan de land- en tuinbouw toeleverende en dienstverlenende bedrijven. Deze beschrijving moet niet alleen op geaggregeerd sectorniveau (land- en tuinbouw) plaatsvinden, maar ook voor de te onderscheiden vijftien subsectoren met de daaraan verbonden toeleverende, dienstverlenende en verwerkende bedrijven.

2.3 Beschrijving

De input-outputtabel kent een aantal economische componenten, zoals het inkomen (netto toegevoegde waarde tegen factorkosten), de werkgelegenheid (arbeidsjaren), en het aandeel van de export in de finale afzet. Naast deze economische componenten kan ook het energieverbruik per bedrijfstak in de input-outputtabel worden opgenomen in geldbedragen en/of in energie-inhoud (joules). Hierbij kan onderscheid worden gemaakt in een aantal energiedragers, zoals gas en elektriciteit; de oorspronkelijke CBS-tabel wordt in feite uitgebreid met een partiële energiematrix. In dit verband laat de input-outputtabel zien, welke energie-input een bepaalde bedrijfstak nodig heeft om een bepaalde output in die bedrijfstak voort te brengen (lineaire relatie). Dit soort relaties is in een stelsel van wiskundige vergelijkingen weer te geven. Tezamen vormen die dan het input-outputmodel. De meest gebruikelijke oplosmethode van het model is de matrix inverse (Leontief inverse). Deze matrix geeft inzicht in het directe en indirect energieverbruik (dit wordt ook wel *gecumuleerd* verbruik genoemd) per eenheid finale vraag van een bepaalde bedrijfstak of sector. Het *directe* energieverbruik in een agribusinesscomplex heeft betrekking op het verbruik in de agrarische, primaire sector zelf. Het *indirecte* verbruik is deels toe te schrijven aan de toeleverende en dienstverlenende industrie, en deels aan de verwerkende industrie (met een mogelijkheid tot gedetailleerde specificatie). Op deze manier kan per complex worden nagegaan in welke fase van het productieproces (primaire, verwerking of toelevering) het energieverbruik het hoogst is.

Een andere mogelijkheid van het input-outputmodel is om het energieverbruik in relatie te brengen met economische variabelen (energetisch-economische kengetallen). Zo kan het gecumuleerde energieverbruik van een agribusinesscomplex, dat bijvoorbeeld samenhangt met het gecumuleerd inkomen of met de gecumuleerde werkgelegenheid, worden nagegaan.

Elke bedrijfstak in de input-outputtabel brengt een bepaalde produktgroep voort. Zo'n bedrijfstak is vaak een aggregatie van twee of meer bedrijfsklassen. Als deze bedrijfsklassen onderling een verschillende energie-intensiteit hebben, kan dit problemen geven bij de kwantificering van het directe en/of indirect energieverbruik van een agribusinesscomplex. In zo'n situatie is een nadere specificering van de bedrijfstakken nodig. Deze specifiekere gegevens kunnen in bepaalde gevallen door het CBS worden verstrekt. Indien het CBS deze gegevens niet kan verstrekken (bijvoorbeeld door geheimhoudingsplicht), wordt op basis van andere gegevens (literatuur, databanken) geprobeerd om de verhouding tussen energie en output te verbeteren. Technisch gezien biedt de input-outputtabel in principe alle mogelijkheden om het aantal bedrijfstakken uit te breiden (of in te krimpen).

In paragraaf 1.4 is al vermeld dat het input-outputmodel geen beschrijving geeft van de factoren die de energiestromen op bedrijfsniveau bepalen. Er wordt van gemiddelde technologieën uitgegaan. Inzicht in technische en beleidsinstrumenten die van invloed kunnen zijn op het energieverbruik is niet direct aanwezig ¹⁾. Daartoe is een tweede model ontwikkeld (hoofdstuk 3). Met de aangrijpingpunten tot energiebesparing in dat model zijn overigens achteraf weer input-outputanalyses uit te voeren (in de derde fase van de studie). De effecten van veranderingen in energieverbruik blijken vervolgens uit vergelijking van de nieuwe modelresultaten met die van de basissituatie.

Het LEI-DLO beschikt over een input-outputtabel, welke is afgeleid van de tabel van het CBS. In die CBS-tabel vormen de land-, tuin-, en bosbouw één sector; dit is door het LEI-DLO nader uitgesplitst in de volgende vijftien subsectoren: melk- en mestveehouderij, kalvermesterij, varkenshouderij, legpluimveehouderij, slachtpluimveehouderij, akkerbouw, opengrondsgroententeelt, groententeelt onder glas, potplantensector, champignontenteelt, bloemententeelt onder glas, fruitteelt, bloembollenteelt en boomkwekerij. Vervolgens heeft het LEI-DLO de voedingsmiddelenindustrie onderscheiden in 18 bedrijfstakken (zie bijlage 1), zodanig dat deze zo goed mogelijk aansluit bij de indeling van de agrarische sector in subsectoren. De overige industrie is opgebouwd uit zesentwintig bedrijfstakken (bijlage 1). Op dit moment is alleen de agrarische tabel voor 1985 aanwezig (Brouwer en Verhoog, 1993). Uitgaande van de jongste CBS-tabel voor 1990, zal een nieuwe agrarische input-outputtabel worden opgesteld voor de tweede fase van de studie.

2.4 Werkwijze

Zoals beschreven in paragraaf 2.3, wordt de agrarische input-outputtabel uitgebreid met energievectoren. De raming van het *directe* energieverbruik per subsector van de land- en tuinbouw is gebaseerd op het LEI-

1) In de derde fase van dit energieproject wordt de mogelijkheid onderzocht om verschillende technologieën in het input-outputmodel op te nemen en de effecten ervan op energiebesparing na te gaan.

boekhoudnet 1). Het verbruik in de overige bedrijfstakken is bekend uit gegevens van het CBS ("De Nederlandse Energiehuishouding", diverse jaren). Het input-outputmodel geeft vervolgens een kwantificering van de directe en indirecte energiestromen voor de twee proef-subsectoren (de eerdergenoemde melkveehouderij en de potplantensector). De belangrijkste resultaten met betrekking tot het indirecte energieverbruik (bijvoorbeeld voor stikstof vanuit de kunstmestindustrie) worden getoetst aan de resultaten van het tweede model "Energiestromen in de agrarische sector". De resultaten van dit model zijn een koppeling van materiaalstromen (bijvoorbeeld: N-gebruik in kg) uit het LEI-boekhoudnet met energie-inhoudnormen (bijvoorbeeld: aantal MJ per kg N) van TNO. In dit stadium komen dus drie verschillende bronnen bij elkaar, die in principe hetzelfde resultaat moeten geven. In sommige gevallen zijn er echter behoorlijke verschillen aanwezig. Naast een opsomming van de aard van deze verschillen, zal ook worden ingegaan op mogelijke verklaringen en oplossingen.

1. *Verschil in (sub)sectordefinitie*

De primaire subsectoren in de input-outputtabel zijn soms ruimer gedefinieerd dan die in de sectorramingen op basis van het LEI-boekhoudnet. De input-outputtabel is gebaseerd op indeling naar bedrijfstypen (naast een hoofdtak *melkvee* kan er bijvoorbeeld ook nog ruimte zijn voor de neventak *stierenmesterij*), terwijl sectorramingen sommaties zijn van "zuivere" produkten (alleen melkvee wordt meegenomen). Als gevolg van de veelheid aan benodigde gegevens is het zeer tijdrovend om dergelijke "zuivere" sectoren in de input-outputtabel op te nemen. Bedrijfstakken zijn daarom meestal ruimer gedefinieerd. In het geval van de sector "rundveehouderij" in de input-outputtabel (de belangrijkste bedrijfstak van Nederland) is dit echter niet zo'n probleem, omdat het melkveegedeelte hiervan het overgrote deel uitmaakt.

2. *Verschil in de verhouding tussen outputwaarde en energie*

Een te hoog aggregatieniveau van bepaalde bedrijfstakken in de input-outputtabel kan de toerekening naar afzonderlijke bedrijfstakken bemoeilijken. Wanneer de verschillen in energie-intensiteit (energieverbruik per eenheid produkt en/of per gulden) binnen een bedrijfstak groot zijn, is een nadere uitsplitsing naar bedrijfsklasse noodzakelijk. Zo is de zuivel- en melkproductie-industrie uit de oorspronkelijke CBS-tabel gesplitst naar de produktierichtingen "menselijke consumptie" en "veevoer". De produktie van veevoer is namelijk veel energie-intensiever dan die van de overige voortgebrachte produkten binnen de zuivelindustrie. Ook is de bedrijfstak "chemische basisindustrie" nader opgedeeld in een bedrijfsklasse "kunstmestindustrie" en een klasse "overige chemische basisindustrie". Voor de produktie van kunstmest is relatief (veel) meer directe energie nodig dan voor de produktie van andere goederen uit de chemische basisindustrie.

Ook kunnen verschillen in de te betalen energieprijzen per bedrijfstak moeilijkheden opleveren bij de omrekening van "gulden" naar "joules". Tussen bedrijfstakken behoort bij een guldenbedrag aan energie namelijk niet altijd dezelfde hoeveelheid joules.

1) Het LEI-boekhoudnet is gebaseerd op een steekproef van circa duizend landbouwbedrijven, en circa vijfhonderd tuinbouwbedrijven. De databank bevat gegevens over het gebruik van diverse inputs op bedrijfsniveau, op basis waarvan sectorramingen kunnen worden opgesteld.

3. *Verskil in systeemgrenzen*

De input-outputtabel berekent de indirecte energie (vanuit de toelevering en verwerking) voor de landbouwproduktie op basis van energie die (direct) wordt gebruikt door de toeleverende en verwerkende industrieën. De energie-inhoudnormen van TNO, waarmee de materiaalstromen uit het LEI-boekhoudnet worden vermenigvuldigd, kunnen echter anders zijn gedefinieerd. Zo is de indirecte energie die samenhangt met het gebruik van krachtvoer van de rundveehouderij in de input-outputtabel lager dan die volgens berekeningen van het boekhoudnet en TNO. Dit is te verklaren uit het feit dat de input-outputtabel alleen de (directe) energie voor de krachtvoerproduktie op basis van de geleverde binnenlandse grondstoffen in rekening brengt; daarentegen neemt TNO ook de energie die noodzakelijk is voor de produktie van buitenlandse grondstoffenaanvoer mee in de energie-inhoudnormen voor krachtvoer. In het geval dat alleen het binnenlands verbruik in ogenschouw wordt genomen blijkt het verschil tussen de input-outputtabel en LEI-boekhoudnet/TNO geëlimineerd te zijn.

3. MODEL "ENERGIESTROMEN IN DE AGRARISCHE SECTOR"

3.1 Inleiding

Het model "Energiestromen in de agrarische sector" kan inzicht geven in de invloed van de belangrijkste aangrijpingspunten op het energieverbruik in de agrarische sector, alsook per daarbinnen te onderscheiden subsectoren van de land- en tuinbouw.

De basis voor de beschrijving van de energiestromen in een bepaald jaar is het input-outputmodel dat in hoofdstuk twee is beschreven. In het model "Energiestromen in de agrarische sector" vindt voor de belangrijkste energieposten eveneens een berekening van het energieverbruik plaats. De basis voor deze berekening zijn de materiaalstromen uit het LEI-boekhoudnet en de energie-inhoudnormen van TNO. De resultaten van deze berekeningen worden in overeenstemming gebracht met die van het input-outputmodel.

Analoog aan hoofdstuk twee wordt in paragraaf 3.2 eerst het doel van het model "Energiestromen in de agrarische sector" uiteengezet, gevolgd door een beschrijving van het model in paragraaf 3.3. De wijze waarop de gegevens voor het model worden verzameld komt in paragraaf 3.4 aan de orde.

3.2 Doelstelling

De doelstelling van het model "Energiestromen in de agrarische sector" is: de ontwikkeling van een instrument waarmee de invloed op het energieverbruik in de agribusiness als gevolg van veranderingen in de omgeving van en in de primaire sector zelf inzichtelijk wordt gemaakt. De aangrijpingspunten waarvan het model de invloed van verandering in beeld moet brengen zijn de volgende:

1. technische mogelijkheden ter besparing van energie.
Voorbeeld: een isolatiescherm in de glastuinbouw;
2. veranderingen in de bedrijfsvoering bij een gegeven areaal en veestapel.
Voorbeeld: een "gangbaar" akkerbouwbedrijf in vergelijking met een geïntegreerd akkerbouwbedrijf met een ruimere vruchtwisseling, minder kunstmestgebruik, minder gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen, meer inzet van mechanische bewerkingen;
3. verschillende bedrijfstypen.
Voorbeeld: een intensief bedrijf met veel koeien per hectare ten opzichte van een extensief bedrijf;
4. veranderingen in verwerking in de toeleverende, dienstverlenende en verwerkende industrie.
Voorbeeld: een nieuw proces voor de kunstmestproduktie;
5. veranderingen in landbouw- en milieubeleid.
Voorbeeld: een strengere normering ten aanzien van stikstof.

Daarnaast moet het model de mogelijkheid bieden om meerdere (door de gebruiker aan te geven) criteria aan de uitkomsten te koppelen. Bovendien moet het te ontwikkelen instrumentarium gebruiksvriendelijk zijn.

3.3 Beschrijving

Het model "Energiestromen in de agrarische sector" is een reken-schema, ontwikkeld op basis van LOTUS 1-2-3. Een dergelijk model is geschikt om de invloed te bepalen van heel verschillende maatregelen op

heel verschillende punten in de agribusiness die met elkaar in verband moeten worden gebracht. Een dergelijk model is flexibel, relatief simpel en daarmee gebruiksvriendelijk.

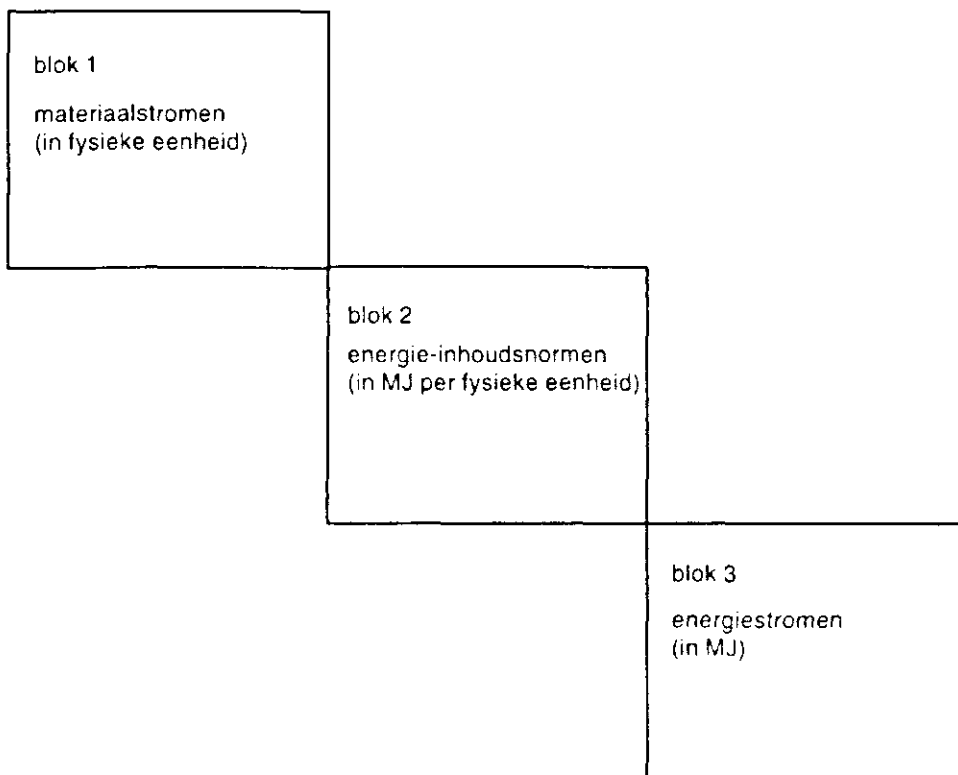
In figuur 3.1 is de opzet van het model gegeven. Het model is zodanig opgebouwd dat de verschillende punten die kunnen worden aangegrepen om het energieverbruik in de agribusiness te reduceren, in verschillende blokken zijn ingebracht. Uit paragraaf 3.2 blijkt dat er verschillende soorten van aangrijpingspunten zijn om te komen tot een lager energie-verbruik:

1. maatregelen die de hoeveelheid output (hoofd-, bij- en afvalprodukt) beïnvloeden;
2. maatregelen die de hoeveelheid input per eenheid output beïnvloeden, en
3. maatregelen die de benodigde energie voor de produktie van een eenheid input en/of voor de be- of verwerking van een eenheid output beïnvloeden.

Kortom: er zijn:

- a. materiaalstromen: output (hoofd-, bij- en afvalprodukt);
- b. materiaalstromen: input;
- c. energie-inhoudnormen: de hoeveelheid energie nodig om een gegeven hoeveelheid input te produceren.

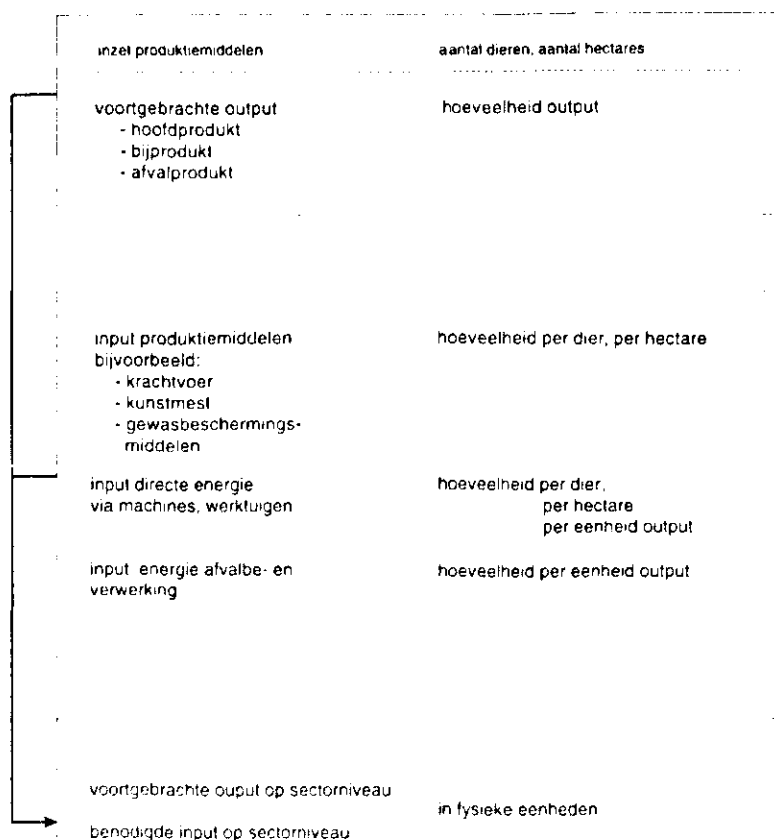
Het model is opgebouwd uit drie verschillende blokken, die uiteraard met elkaar in verbinding staan. In het eerste blok worden de materiaalstromen gekwantificeerd voor de agrarische sector: de hoeveelheid input (inclusief directe energie) en de voortgebrachte output (hoofd-, bij- en afvalprodukt) die verder verwerkt wordt. Het tweede blok geeft de energie-inhoudnormen per eenheid input en de benodigde energie voor de verwerking per eenheid output. In het derde blok worden de eerste twee blokken met elkaar in verband gebracht.



Figuur 3.1 Overzicht van het model "Energiestromen in de agrarische sector"

In figuur 3.2 is het eerste blok nader uitgewerkt. Deze opzet is ook van toepassing voor het derde blok. Alleen gaat het in het eerste blok om materiaalstromen, terwijl het derde blok energiestromen weergeeft; de eenheden verschillen dus. Het eerste tweetal rijen geeft én de inzet van produktiemiddelen én de hoeveelheid voortgebrachte output (zowel hoofd-, bij- als afvalprodukt). Vervolgens is er een rij waarin inputhoeveelheden worden gegeven; voor de produktie van de input in deze rijen is energie elders in de agribusiness nodig. Het gaat hier om posten van "indirecte energie" voor de agrarische sector. In de vierde rij is de directe, toegerekende hoeveelheid energie die in de agrarische sector wordt gebruikt, uitgesplitst naar technische eenheid (apparaat, machine). De vijfde rij geeft eveneens de (directe) hoeveelheid energie die de agrarische sector gebruikt, maar hier is de relatie met de afvalverwerking: de verschillende activiteiten noodzakelijk om het geproduceerde afval te be- en verwerken met de daaraan gekoppelde (directe) energiebehoefte.

Voor de uitwerking van het model voor de melkveehouderij wordt verwezen naar bijlage 2, waar de drie blokken cijfermatig zijn ingevuld. Daarbij moet worden opgemerkt dat er geen invulling is gegeven aan de problematiek van mestoverschotten omdat deze in het jaar 1985 nog niet aan de orde was.



Figuur 3.2 Overzicht van het blok "Materiaalstromen" van het model "Energiestromen in de agrarische sector"

3.4 Werkwijze

Uit het input-outputmodel worden de belangrijkste energiestromen afgeleid. Deze worden vertaald naar aangrijpingspunten om te komen tot vermindering van energieverbruik. Voor deze aangrijpingspunten worden de materiaalstromen en de bijbehorende energie-inhoudnormen geïnvventariseerd.

Waar het gaat om aangrijpingspunten waar directe energie voor wordt gebruikt, zoals veevoeding, verwarming, verlichting, mest- en afvalverwerking, gras- en bouwlandmanagement, wordt de energie-inhoudnorm door het IMAG-DLO geleverd.

Waar het gaat om aangrijpingspunten van indirecte energie, zoals kunstmest, gewasbeschermingsmiddelen, krachtvoer wordt de energie-inhoudnorm door TNO geleverd.

De energie benodigd om de produkten te verwerken wordt met het input-outputmodel berekend.

4. PROEF-SUBSECTOREN: MELKVEESECTOR EN POTPLANTENSECTOR

4.1 Inleiding

De methode die in hoofdstuk twee en drie is beschreven, is ontwikkeld aan de hand van een tweetal proef-subsectoren, te weten de melkvee- en de potplantensector. De resultaten van de berekeningen komen in dit hoofdstuk aan de orde.

4.2 Energieverbruik in de melkveesector

4.2.1 Energieverbruik volgens de input-outputtabel

In tabel 4.1 is het gecumuleerd energieverbruik van het melkveehouderijcomplex gegeven, afgeleid uit de input-outputtabel voor het boekjaar 1985.

Tabel 4.1 Gecumuleerd energieverbruik van het melkveehouderijcomplex, volgens het input-outputmodel van 1985

Energie naar bedrijfsklasse	Totaal (PJ)	(%)	Naar energiedragers(%)		
			gas	elektra	overig
<i>Directe energie</i>					
Machines en werktuigen	12,2	(16)	37	27	36
<i>Indirecte energie</i>					
<i>toeleveringsbedrijven</i>					
Akkerbouw	1,4	(2)	17	18	65
Graanverwerking (veevoer)	25,6	(33)	37	28	35
Suikerindustrie	1,3	(2)	86	4	10
Zuivelindustrie (welpoeder)	2,3	(3)	81	9	10
Kunstmest	16,1	(21)	93	3	4
Bouwnijverheid	0,5	(1)	63	33	4
Elektriciteit	3,7	(4)	50	0	50
Gezondheid/veterinair	0,2	(-)	62	16	22
Handel/transport/opslag	0,7	(1)	47	23	30
Overig	4,5	(6)	52	15	33
<i>Indirecte energie</i>					
<i>verwerkingsbedrijven</i>					
Kalvermesterij	0,2	(-)	33	33	33
Rundvleesslachterij	0,7	(1)	54	21	5
Zuivelindustrie (consumptie)	7,5	(10)	-	-	-
Margarine/zetmeel/overig	0,1	(-)	67	9	24
Totaal direct en indirect	77,0	(100)	56	19	25

Het directe energieverbruik is afkomstig van de melkveehouderij-bedrijven zelf (energie voor melken, koelen, reinigen, verwarmen enzovoort; zie ook tabel 4.4). De energie die bedrijfstakken nodig hebben als gevolg van hun toeleverende, dienstverlenende of verwerkende relatie met de melkveehouderij wordt "indirect energieverbruik" genoemd.

Bij de berekeningen van het indirecte energieverbruik van de toeleverende industrie is rekening gehouden met gecumuleerde effecten van het produktieproces. Met eerste orde (of primaire) effecten wordt het energieverbruik van de melkveehouderij bedoeld dat het gevolg is van rechtstreekse aankopen van een toeleverende bedrijfsklasse. Omdat die betreffende klasse vervolgens ook weer energie nodig heeft om aan de melkveehouderij te kunnen leveren (en dus kan worden toegerekend aan die melkveehouderij), worden ook achterliggende effecten (van een hogere orde) van energieverbruik meegenomen. Op deze manier wordt dus rekening gehouden met de intermediaire leveringen achter de intermediaire leveringen (enzovoort) van een bedrijfstak.

Daar waar een groot deel van de toeleveringen vanuit het buitenland afkomstig is, is een aanvullende berekening nodig. Dit kan worden toegevoegd aan de hand van de post "veevoer". De gecumuleerde effecten omvatten in totaal 5,6 PJ, volgens de input-outputtabel. Dit energieverbruik heeft uitsluitend betrekking op grondstoffen afkomstig van de binnenlandse markt. De veevoerindustrie betreft echter een groot deel van haar grondstoffen uit het buitenland, zodat 5,6 PJ slechts een beperkt deel van het indirecte energieverbruik vormt. Om het volledige verbruik in beeld te brengen is met behulp van het input-outputmodel een schatting van het energieverbruik op basis van buitenlandse grondstoffen gemaakt. Het CBS geeft inzicht in de invoerwaarde aan grondstoffen voor de graanverwerkende industrie. Deze invoerwaarde kan worden gekoppeld aan de energie-intensiteit (energieverbruik per gulden output) van de binnenlandse grondstoffen, zoals die in de input-outputtabel is opgenomen. Op deze manier is berekend dat het energieverbruik van krachtvoer op basis van buitenlandse grondstoffen circa 20 PJ bedraagt. Het totale indirecte energieverbruik dat samenhangt met krachtvoer komt hiermee uit op 25,6 PJ (5,6 PJ plus 20 PJ).

Het indirecte verbruik van de post "handel/transport/opslag" bevat onder andere de energie die nodig is om de produkten van de toeleverende industrie naar de melkveehouder te brengen. Ook de handel binnen de agribusiness is als indirect energieverbruik aan de melkveehouderij toegerekend.

Het overzicht in tabel 4.1 geeft de belangrijkste energieposten en daarmee de centrale bouwstenen voor het model "Energiestromen in de agrarische sector". Uit de tabel blijkt dat er drie grote energieposten zijn. In volgorde van aandeel in het totale energieverbruik: het aangekochte krachtvoer, de (stikstof)kunstmest en het gebruik van machines en werktuigen. Te zamen nemen zij zeventig procent van het totale energieverbruik voor hun rekening.

Voor de drie belangrijkste posten vindt een nadere uitwerking plaats 1):

1. confrontatie van de resultaten uit het input-outputmodel met de resultaten van het model "Energiestromen in de agrarische sector", waar de materiaalstromen in samenhang met de energie-inhoudnormen zijn gebracht;
2. inventarisatie van de belangrijkste aangrijpingspunten om het energieverbruik voor deze posten terug te dringen.

De materiaalstromen zijn bepaald op basis van de gegevens van de gespecialiseerde bedrijven. Deze groep van bedrijven omvat circa negentig procent van het totaal aantal stuks melkvee. Bovendien laat de keuze voor de totale groep van bedrijven met melkvee ruimte voor bedrijven met een

1) De overige posten worden niet nader uitgewerkt; het gaat daarbij om dertig procent van het totaal. De post "overige energie" is opgebouwd uit het indirecte energieverbruik van circa 26 bedrijfsklassen (in de toeleveringsfase). Het verbruik in die individuele klassen is dermate klein, dat de prioriteiten voor energiebesparing vanuit het oogpunt van de melkveehouderij daar niet zullen liggen.

energie-intensieve neventak (zoals de intensieve veehouderij), en wel zodanig dat deze een onevenredig aandeel in het totale energieverbruik inneemt en het beeld van de "zuivere" melkveebedrijven vertroebelt. Daarom verdient de keuze voor gespecialiseerde melkveebedrijven de voorkeur. Op basis van het energieverbruik per hectare en/of per melkkoe in deze bedrijfstypen én het totale areaal en totale veebestand in de subsector wordt een totaalbeeld gegeven.

4.2.2 Energieverbruik van de drie grootste posten

4.2.2.1 Krachtvoer

Tabel 4.2 geeft het energieverbruik dat samenhangt met de aankoop van krachtvoer.

Tabel 4.2 Energieverbruik in de melkveesector samenhangend met de aankoop van krachtvoer in 1985/1986

Krachtvoer	Hoeveelheid (10 ⁶ kg)	Energie-inhoud (MJ/kg) a)	Energieverbruik (PJ)
	5.339	6,4	34,1

a) De energie-inhoudnormen zijn afkomstig van TNO, 1993.

Deze 34,1 PJ kan worden vergeleken met de 25,6 PJ uit tabel 4.1, waaruit een verschil blijkt. Dit verschil kan worden toegeschreven aan het feit dat de 25,6 PJ uit tabel 4.1 het resultaat is van een enigszins grove benadering van het energieverbruik betreffende het aanbod van de buitenlandse grondstoffen. De waarde van 34,1 PJ is nauwkeuriger.

Opmerkingen

- Het betreft hier uitsluitend aangekocht krachtvoer; krachtvoer wordt bijna niet zelf geteeld. En wanneer het krachtvoer op het eigen bedrijf wordt geteeld, is het energieverbruik verrekend in de posten "kunstmest" en "directe energie" ((transport)brandstof).
- Waar het gaat om ruwvoer: het energieverbruik dat de produktie van ruwvoer met zich meebrengt komt in de posten van kunstmest en (transport)brandstof terug.
- In de LEI-boekhouding wordt vanaf 1989 het aangekochte krachtvoer naar meer soorten uitgesplitst dan in het jaar 1985 is gedaan 1). Aangezien de energie-inhoudnorm per soort sterk verschilt, verdient het aanbeveling deze uitsplitsing in het model aan te brengen.
- Het input-outputmodel houdt alleen rekening met de binnenlandse intermediaire leveringen tussen bedrijven. Voor het krachtvoer betekent dit dat alleen het energieverbruik voor de produktie van mengvoer alsook voor de produktie van binnenlandse grondstoffen in beeld gebracht wordt 2). Daarentegen omvatten de TNO-energie-inhoudnormen de energie die nodig is voor de produktie en het transport van alle grondstoffen, dat wil zeggen inclusief de buitenlandse

- 1) Voor de jaren vanaf 1989 is de volgende opsplitsing gemaakt: standaardmeel/brok (met energiebrok eiwitarm, standaardbrok A, matig eiwitrijk brok, snijmaïs kernbrok), enkelvoudige granen, oliehoudende produkten, gedroogde pulp en dergelijke, diverse andere krachtvoeraankopen.
- 2) Het energieverbruik op basis van buitenlandse grondstoffen is met het input-outputmodel geschat op 20 PJ, zie paragraaf 4.2.1.

grondstoffen. Van de totale energie-inhoud van krachtvoer is 0,4 MJ per kilogram nodig voor de feitelijke produktie en dus gerelateerd aan het binnenlands verbruik, zoals afkomstig uit de input-outputtabel. Dit betekent dat op basis van de verbruikscijfers en de TNO-energie-inhoudnorm het energieverbruik voor de binnenlandse produktie 2,1 PJ bedraagt.

4.2.2.2 Kunstmest

In tabel 4.3 is het energieverbruik dat samenhangt met het verbruik van kunstmest gegeven.

Tabel 4.3 Energieverbruik in de melkveesector samenhangend met het verbruik van kunstmest in 1985/1986

	Hoeveelheid (10 ⁶ kg)	Energie-inhoud (MJ/kg mineraal) a)	Energieverbruik (PJ)
Stikstof	455	38,9	13,9
Fosfor	48	4,3	0,1
Kalium	36	2,6	0,1
Totaal			14,1

a) De energie-inhoudnormen zijn afkomstig van TNO, 1993.

Deze 14,1 PJ kan worden vergeleken met de 16,1 PJ uit tabel 4.1. Het verschil is te verklaren uit het feit dat in de input-outputtabel meerdere bedrijfsklassen in eenzelfde bedrijfstak zitten, die qua energie-intensiteit van elkaar verschillen, waardoor een te hoog of te laag energieverbruik aan een afzonderlijke bedrijfsklasse wordt toegerekend.

Opmerkingen

- In de tabel is geen rekening gehouden met de gift van stikstof, fosfor en kalium in de vorm van mengmeststoffen, aangezien er geen energie-inhoudnormen uit de TNO-studie bekend zijn. Het verbruik van stikstof, fosfor en kalium in de vorm van mengmeststoffen is overigens beperkt: circa zes procent van het totaal.
- Naast stikstof, fosfor en kalium worden organische meststoffen (100 ton), kalkmeststoffen (220.500 ton) en "overige meststoffen" (43.400 ton) gebruikt. Bij gebrek aan energie-inhoudnormen voor deze meststoffen zijn deze niet doorberekend in het totale energieverbruik. Tezamen nemen zij circa twaalf procent van het totale verbruik aan meststoffen voor hun rekening.

4.2.2.3 Machines en werktuigen

Het energieverbruik door machines en werktuigen is in tabel 4.4 gegeven. Voor een uitgebreide beschrijving wordt verwezen naar de (interne)IMAG-DLO-notitie.

Het directe energieverbruik volgens het input-outputmodel bedraagt 12,2 PJ. Het verschil kan verklaard worden uit een verschil in definities van de groepen.

Tabel 4.4 Direct energieverbruik van de melkveesector in 1985/1986, in PJ

Procesonderdeel	Elektriciteit	Trekker-brandstof	Aardgas
Melken	2,2		
Melkkoeling	1,7		
Reiniging	2,1		0,2
Voeren, mestverwerking en rest	0,7		
Graslandverzorging		1,3	
Oogst, inkuilen en voeren van gras		1,6	
Teelt, inkuilen en voeren van overig ruwvoer		0,6	
Mestbewerking: roeren en pompen		2,7	
Totaal	6,7	6,2	0,2
Totaal		13,1	

Bron: Naar IMAG-DLO, 1993.

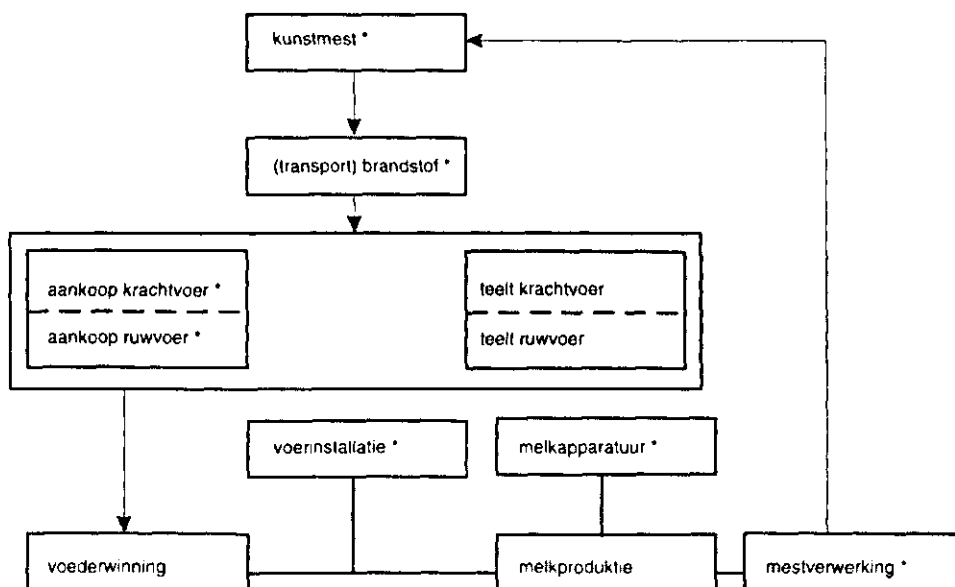
4.2.3 Aangrijpingspunten voor scenario's

De resultaten van het voorgaande overzicht alsook de volgende figuur met de belangrijkste energiestromen in een melkveehouderij in relatie tot de voorgaande en nakomende schakels van het complex, vormen de basis voor de selectie van een aantal aangrijpingspunten ter vermindering van het energieverbruik.

1. Voederproductie.
2. (Stikstof)bemesting.
3. Gebruik van melk- en voederapparatuur en
4. Mestbe- en verwerking.

Daarnaast heeft een verlaging van de melkquota invloed op het energieverbruik.

Er wordt een korte beschrijving gegeven van de mogelijkheden om aan deze aangrijpingspunten te "sleutelen" en te komen tot een lager energie-verbruik en/of hogere energie-efficiëntie.



Figuur 4.1 Belangrijkste energiestromen in de melkveehouderij

*) Activiteiten die energie vragen

4.2.3.1 Voederproduktie

1. Verhouding krachtvoer/ruwvoer

Het energieverbruik samenhangend met het gebruik van krachtvoer is anders dan dat van ruwvoer. Het gebruik van (aangekocht) krachtvoer staat te boek als "indirecte" energie, terwijl voor de teelt van ruwvoer zowel indirect energie wordt gebruikt (kunstmest) als directe energie (transport en de aandrijving van machines en werktuigen). Vervanging van krachtvoer door ruwvoer is echter slechts beperkt mogelijk. Er is zowel een minimum- als een maximumeis betreffende de opname van ruwvoer én bovendien stelt de bedrijfsstructuur, met name de veebezetting, grenzen aan de zelfvoorzieningsgraad van ruwvoer. Zo daalde na de invoering van de de superheffing de veebezetting zodanig dat er meer ruwvoer voor melkvee beschikbaar kwam.

2. Krachtvoersamenstelling

Uit paragraaf 4.2.2.1., opmerking d. blijkt dat het energieverbruik voor krachtvoer voornamelijk samenhangt met de gebruikte grondstoffen. De menging van de grondstoffen tot krachtvoer vormt slechts een fractie van het energieverbruik. Verlaging van het energieverbruik moet daarom vooral worden gezocht in een veranderd grondstoffenpakket.

Op dit moment is krachtvoer hoofdzakelijk mengvoer, waarbij verschillende grondstoffen met elkaar worden gemengd zodanig dat de prijs van het voer zo laag mogelijk is en dat het voer voldoet aan (veevoeder)eisen. Deze voeders bevatten een groot aandeel pulpsoorten, die als bijproduct elders vrijkomen en dus tegen een relatief lage prijs kunnen worden aangekocht. Er is echter veel energie nodig om deze pulpsoorten als grondstof voor mengvoer geschikt te maken.

Een mix zodanig samengesteld dat het energieverbruik lager is, bevat minder pulp en meer granen. Een toenemend aandeel van granen is mogelijk aantrekkelijk op het moment dat de graanprijzen dalen; dit is momenteel het geval. Anderzijds moet rekening worden gehouden met het feit dat pulpsoorten bijprodukten zijn en dus de prijs ervan kan meedalen (er móet immers afzet gevonden worden) waardoor de samenstelling slechts weinig verandert.

Een andere optie is het voeren van zelfgeteeld krachtvoer; een optie waarvoor in toenemende mate belangstelling bestaat. Er is grond beschikbaar op melkveebedrijven en de ruwvoerbehoefte wordt in het algemeen al gedekt. De mogelijkheden om maïskolven (voor silage) en voederbieten te telen en grasbrok van eigen grond te voeren, zijn in onderzoek. Echter ook hier zijn er grenzen aan de substitutie. Slechts een deel van het krachtvoer (bij grasbrok maximaal de helft) kan worden vervangen. Bovendien is het op dit moment - bij de relatief lage prijs voor krachtvoer - nog niet financieel aantrekkelijk om zelf krachtvoer te telen.

3. Ruwvoersamenstelling

Vervanging van gras door bijvoorbeeld snijmaïs geeft ook een ander energieplaatje. Ook hier zijn andere overwegingen van invloed op de mogelijkheden om gras te vervangen door snijmaïs: de invloed ervan op milieu-emissies en de bedrijfseconomische gevolgen.

4.2.3.2 (Stikstof)bemesting

Eén van de mogelijkheden om hier te besparen is een meer zorgvuldig gebruik en een gebruik waarbij meeropbrengst en meerkosten meer met elkaar in evenwicht zijn. De grote variatie in gebruik van stikstof (en andere opbrengstverhogende inputs) zonder dat de opbrengsten in die mate mee variëren wijst op onder andere (!) verspilling en inefficiënt gebruik.

Een tweede aspect hier is het "overschot" aan beschikbare grond, waardoor de mogelijkheid bestaat om het kunstmestgebruik te verminderen. Dit resulteert weliswaar in een lagere opbrengst per hectare, maar de opbrengst op bedrijfsniveau blijft gelijk. In hoeverre het kunstmestgebruik zich zo ontwikkelt is moeilijk te voorzien. Immers de melkveehouder kan ook kiezen voor een maximale produktie aan ruwvoer dat niet alleen aan melkvee wordt gevoerd, maar ook aan schapen en/of mestvee.

4.2.3.3 Gebruik van melk- en voederapparatuur

Modernisering van melk- en voederapparatuur, middels bijvoorbeeld automatisering, kan ertoe leiden dat het directe energieverbruik stijgt; het indirecte energieverbruik zou echter kunnen dalen, evenals het energieverbruik in de volgende schakels. (Voorbeeld: een voederinstallatie die de voergifte nauw afstemt op de behoefte; een melkrobot.)

4.2.3.4 Mestbe- en verwerking

In het jaar waarop deze studie betrekking heeft, 1985, alsook op dit moment is er op de melkveehouderijbedrijven niet of nauwelijks sprake van een overschot aan mest: van de geproduceerde 49 miljoen ton mest is slechts 0,7 miljoen ton overschot. Een aantal factoren bepaalt in welke mate er op bedrijfsniveau in het jaar 2000 een teveel aan mest is waardoor het noodzakelijk is om maatregelen te nemen die ook voor het energieverbruik gevolgen kunnen hebben: het EG-beleid inzake de melkquotaregeling en daarmee samenhangend het aantal melkkoeien en de nationale normering.

De afzet van het huidige overschot blijft vooral in het eigen gebied. Er vindt daarom nog geen scheiding van mest in een enerzijds dunner fractie plaats die op het eigen land wordt uitgereden en een anderzijds dikkere fractie die op grote afstand wordt afgezet. Ook (centrale) verwerking van de mest vindt niet plaats.

Zoals echter vermeld kan het overschot in de toekomst toenemen, en kunnen bovendien onder invloed van toenemende concurrentie met andere mestsoorten, de afzetmogelijkheden voor onverwerkte mest verminderen. De melkveehouder zal zijn bedrijfsvoering meer richten op zo laag mogelijke afzetkosten, dus een hoger droge-stofgehalte van de af te voeren mest. In dat kader zijn een aantal technische maatregelen mogelijk. Deze maatregelen kunnen het energieverbruik beïnvloeden. Het scheiden en drogen van mest die ver weg moet worden afgezet kan weliswaar tot een hoger energieverbruik bij het producerende bedrijf leiden maar in de totale agribusiness zou het energieverbruik kunnen afnemen. In bijlage 3 zijn de energieposten voor de verschillende te kiezen technische maatregelen opgenomen.

4.2.4 Voorbeelden van scenario's

Een tweetal scenario's wordt hier aan de orde gesteld. Deze dient als illustratie van de werking van het model. De nadruk ligt op illustratie. Slechts een beperkt aantal aangrijpingspunten wordt veranderd en derhalve mogen de resultaten niet worden beschouwd als zijnde het totale energieverbruik in de sector. Ze tonen slechts de werking van het model.

Het eerste scenario geeft inzicht in de invloed van verandering van een viertal factoren:

1. de veestapel is teruggelopen van 2,4 miljoen stuks tot 1,9 miljoen stuks;
2. het areaal grasland is met vier procent afgenomen;
3. er wordt minder krachtvoer per dier gegeven. In 1985 werd 2.255 kilogram per dier gevoederd, in 1988 nog maar 2.200 kilogram per dier;
4. het gebruik van stikstofkunstmest is gedaald van 354 kilogram per hectare grasland naar 340 kilogram per hectare.

Deze veranderingen hebben vooral invloed op het energieverbruik samenhangend met krachtvoer en kunstmest en op het direct energieverbruik binnen de melkveehouderij. Het effect van deze veranderingen is in tabel 4.5 gegeven.

Tabel 4.5 Scenario "vermindering van de veestapel onder stijgende produktiviteit"

Energieverbruik	1985	1988/1989
- in de vorm van krachtvoer (PJ)	34,1	27,7
- in de vorm van kunstmest (PJ)	14,1	13,1
- als directe energie (PJ)	13,1	12,0

Uit deze tabel blijkt dat bij een krimpende veestapel onder een stijgende produktiviteit het energieverbruik van de drie grootste posten daalt. In 1985 was het energieverbruik betreffende krachtvoer en kunstmest alsook het direct energieverbruik nog 61,3 PJ, terwijl in 1988 voor deze posten "slechts" 52,8 PJ nodig was.

Het tweede scenario dient als illustratie voor het feit dat aangrijpingspunten met elkaar samenhangen. Belangrijk is dat de voornoemde aangrijpingspunten onderlinge relaties met elkaar hebben. Zo heeft een verandering van de stikstofbemesting invloed op de hoeveelheid voer van het eigen bedrijf. Verschillende van deze relaties zijn cijfermatig geschat

met behulp van LEI-boekhoudnetgegevens. Zo is inzicht ontstaan in de effecten van verandering van de prijs van krachtvoer en stikstof op de inzet van beiden in het productieproces. Een prijsverlaging van krachtvoer leidt tot een relatieve toename van het gebruik van krachtvoer terwijl het gebruik van ruwvoer daalt. Er is dus minder ruwvoer nodig en, bij een gelijkblijvend areaal wordt dus minder stikstof per hectare gebruikt om te voorzien in de ruwvoerbehoefte op het bedrijf. De invloed van de prijsverlaging van beide inputs is geschat, ervan uitgaande dat de melkveehouder het niveau van de stikstofgift en de krachtvoergift zodanig kiest dat het hoogste saldo per hectare wordt gehaald. In tabel 4.6 wordt geïllustreerd welke invloed de verlaging van de prijs van krachtvoer heeft op het verbruik van energie.

Tabel 4.6 Scenario "verlaging van de prijs van krachtvoer"

	Uitgangssituatie	Scenario
Prijs krachtvoer (fl/kg)	0,44	0,35
Krachtvoergift (kg/dier)	1.799	2.001
Kunstmestgift (kg/ha.)	321	286
Energieverbruik		
- in de vorm van krachtvoer (PJ)	22,7	25,2
- in de vorm van kunstmest (PJ)	12,4	11,1

N.B. Daarbij is ervan uitgegaan dat het quotum en het areaal per bedrijf gelijk blijft; alleen de veranderingen in de bedrijfsvoering worden meegenomen.

Uit de tabel blijkt dat een verlaging van de krachtvoerprijs ertoe leidt dat het energieverbruik dat gepaard gaat met het krachtvoergebruik toeneemt. Echter het totale energieverbruik stijgt veel minder omdat minder ruwvoer en dus minder kunstmest wordt gebruikt. Het verband tussen de verschillende factoren en de invloed ervan op het totale energieverbruik is hiermee duidelijk.

4.2.5 Samenvatting

Uit voorgaande paragrafen blijkt dat uit de input-outputtabel de belangrijkste energieposten kunnen worden afgeleid: energieverbruik voor de produktie van veevoer en kunstmest en direct energieverbruik. Deze posten zijn nader geprecisieerd. De input-outputtabel is in het algemeen namelijk iets ruw in haar benadering van het energieverbruik. Tabel 4.7 geeft het energieverbruik voor de belangrijkste energieposten, zoals berekend uit én de input-outputtabel én de combinatie van LEI/TNO-kengetallen.

Verder blijkt dat een groot aantal aangrijpingspunten om te komen tot een verlaging van het energieverbruik is te onderscheiden: een ander grondstoffenpakket voor krachtvoer, andere verhouding ruwvoer/krachtvoer, efficiënter gebruik van krachtvoer en kunstmest, andere technieken voor melken, koelen enzovoort. Een groot aantal van deze aangrijpingspunten hangt met elkaar samen.

Tabel 4.7 Energieverbruik voor de belangrijkste posten van het melkveehouderij-complex in 1985, in PJ

Toeleverende en dienstverlenende industrie	
- veevoer	34,1
- kunstmest	14,1
Melkveehouderij	13,1
Verwerkende industrie	8,5

4.3 Energieverbruik in de potplantensector 1)

4.3.1 Energieverbruik volgens de input-outputtabel

Tabel 4.8 geeft het gecumuleerde energieverbruik in de potplantensector volgens de input-outputtabel van 1985.

Tabel 4.8 Gecumuleerd energieverbruik van de potplantensector volgens het input-outputmodel van 1985

Energie naar bedrijfsklasse	Totaal		Totaal naar energiedragers (%)		
	(PJ)	(%)	gas	elektra	overig

<i>Directe energie</i>					
Machines en werktuigen	14,4	(92)	99	1	0
<i>Indirecte energie</i>					
<i>toeleveringsbedrijven</i>					
Papier-, golfkarton	0,1	(1)	83	10	7
Elektriciteits bedrijven	0,2	(1)	1	95	4
Gasdistributie	0,3	(1)	95	1	4
Groot- en detailhandel	0,1	(1)	62	33	5
Transport en opslag	0,1	(1)	47	23	30
Overig	0,4	(2)	34	13	53
<i>Indirecte energie</i>					
<i>verwerkingsbedrijven</i>					
Niet van toepassing a)	--		--	--	--

Totaal direct en indirect	15,6	(100)	96	2	2

a) Na verwerking op het potplantenbedrijf zelf, vinden er geen verdere verwerkingen in andere bedrijfsklassen meer plaats. De potplanten vinden rechtstreeks een weg naar de finale afzetsectoren (71% naar export en 29% naar consumptie).

Het directe energieverbruik is afkomstig van de bedrijven die potplanten telen (energie voor verwarming, verlichting enzovoort). De energie die bedrijfstakken nodig hebben als gevolg van hun toeleverende, dienstverlenende of verwerkende relatie met de melkveehouderij wordt "indirect energieverbruik" genoemd.

Tabel 4.8 laat zien dat het grootste deel, ruim negentig procent, directe energie betreft; in totaal is slechts acht procent indirecte

1) De berekening en analyse van het energieverbruik op basis van het LEI-boekhoudnet is afkomstig van drs. C. Ploeger.

energie, verdeeld over diverse posten die ieder voor zich één tot twee procent omvatten.

Het landbouwboekhoudnet geeft eenzelfde beeld. In tabel 4.9 is, uitgaande van de gegevens in het landbouwboekhoudnet 1) in relatie met energie-inhoudnormen eveneens de directe en indirecte energie berekend.

Tabel 4.9 Energieverbruik in de potplantensector a) in 1985 op basis van het LEI-boekhoudnet

Categorie	Energie-inhoud (PJ)	Aandeel (%)
Verwarming b)	11,4	86,8
Elektriciteit c) - direct	0,2	1,8
- indirect	0,3	2,5
Afschrijving duurzame produktiemiddelen d)	0,6	4,9
Meststoffen	<0	0,5
Gewasbeschermingsmiddelen	<0	0,0
Overige materialen e)	0,1	0,8
Overige kosten f)	0,3	2,7
Totaal	12,9	100,0

a) Gegevens over verwarming en elektriciteit hebben betrekking op potplanten inclusief perkplanten, boomkwekerijgewassen en vaste planten onder glas. De overige gegevens zijn geaggregeerd uit het LEI-boekhoudnet dat alleen betrekking heeft op gespecialiseerde potplantenbedrijven; b) Voor 95% aardgas; c) Volgens Energie-inhoudnormen Veehouderij 8,6 MJ/kWh; d) Volgens bovengenoemde normen 4,0 MJ/gld. (3,6 voor gebouwen en 4,4 MJ/gld. voor werktuigen); kassen op basis van CLM-programma 19,5 MJ/gld. afschrijving; e) Onder andere circa 9.000 kg plastic potten/bedrijf à 8,5 MJ/kg; voorlopige norm *); f) Hiervoor is 3,0 MJ/gld. aangehouden.

*) Over de energie-inhoud van plastic (polypropyleen) potten worden, op basis van een programma van CML, op korte termijn aanvullende cijfers verwacht. De berekeningen hiervoor worden op het Proefstation voor Tuinbouw onder glas te Naaldwijk uitgevoerd.

Opmerkingen:

- in deze studie wordt onder de subsector "potplanten" verstaan: de teelt van potplanten en perkplanten, de boomkwekerij en de teelt van vaste planten onder glas. De "enge" definitie van potplanten betreft uitsluitend 686 hectare, terwijl de ruimere definitie 951 hectare omvat (686 hectare potplanten; 170 hectare perkplanten en 95 hectare boomkwekerij en vaste planten onder glas) (CBS, metelling). Deze ruime definitie is gekozen in aansluiting op die in het LEI-boekhoudnet zoals die vanaf 1988 wordt gehanteerd. Immers de data van het LEI-boekhoudnet gelden als belangrijke bron voor de berekening van de energiestromen;
- bij de verdeling van het landelijk verbruik van aardgas en elektriciteit vormt de potplantensector één geheel met de perkplanten en met de boomkwekerij en vaste planten onder glas. De energiever-

1) De belangrijkste informatiebron voor dit onderzoek is het boekhoudnet van LEI-DLO dat elk jaar, door middel van een representatieve steekproef, inzicht geeft in de rentabiliteit en de financiering van de potplantensector. In 1985 (het basisjaar voor dit onderzoek) was de potplantenteelt onder glas, naast zeven andere tuinbouwsectoren, als zodanig in het boekhoudnet opgenomen.

- bruikscijfers hebben dus direct betrekking op de potplantensector zoals gedefinieerd onder a., betrekking hebbende op 951 hectare;
- c. voor verbruikscijfers anders dan aardgas (verwarming) en elektriciteit zijn de gegevens uit het LEI-boekhoudnet die betrekking hebben op de potplantensector in "enge" zin (686 hectare omvattend) geaggregeerd tot de potplantensector in "ruime" zin (951 hectare omvattend). Daartoe is uitgegaan van een gemiddelde bedrijfsgrootte van 7.200 m² voor de sector in "enge" zin; het energieverbruik van dit bedrijf is als basis genomen voor de aggregatie van het energieverbruik tot sectorniveau;
 - d. wat betreft de relatie tussen het energieverbruik en de CO₂-emissie moet worden opgemerkt dat een deel van de CO₂ die vrijkomt bij de verbranding van het aardgas wordt benut in de kas en dus niet emitteert; het CO₂ is een opbrengstverhogende factor. Daarbij is er zelfs een ontwikkeling om aardgas te stoken primair vanwege het opbrengstverhogende CO₂, de warmte wordt hierbij als "bijproduct" wordt beschouwd. Daarbij moet worden opgemerkt dat de CO₂-levering aan de potplantensector nog niet van substantieel belang is (volgens het input-outputmodel). Deze post hoeft daarom niet in het model "Energiestromen in de agrarische sector" als simulatievariabele te worden opgenomen. Voor het jaar 1989 moet het belang van CO₂ overigens opnieuw worden nagegaan;
 - e. aangezien er nog geen energie-inhoudnormen door TNO zijn ontwikkeld zijn energie-inhoudnormen van verschillende bronnen gebruikt.

4.3.2 Direct energieverbruik

Zoals uit paragraaf 4.3.1. blijkt, vormt het directe energieverbruik de grootste post. Het IMAG-DLO heeft een nadere uitwerking naar functie en verbruik gemaakt, zie tabel 4.10.

Tabel 4.10 Direct energieverbruik in de potplantensector in 1985/1986, in PJ

Procesonderdeel	Elektriciteit	Aardgas en overige brandstoffen	Trekker-brandstof
Verwarmen, stomen		12,5	
aandrijving motoren, koeling, be- en verlichting	0,2		
Tractie			<0
Totaal	0,2	12,5	<0
Totaal		12,7	

Bron: IMAG-DLO, 1993.

Tabel 4.10 laat zien, evenals tabellen 4.8 en 4.9, dat de verwarming van de ruimte waarin de potplanten worden geteeld veruit de meeste energie vraagt. Overigens was het gebruik van elektriciteit in 1985 nog betrekkelijk laag, omdat toen nog weinig assimilatiebelichting voorkwam. In 1991 wordt ongeveer twintig procent van het potplantenareaal met assimilatiebelichting geteeld.

Uit de vergelijking van het directe energieverbruik van tabel 4.8, 4.9 en 4.10 blijkt, dat de verbruiksgegevens weinig van elkaar verschillen. De verschillen die er zijn, worden veroorzaakt door het hanteren van andere definities.

4.3.3 Aangrijpingspunten voor scenario's

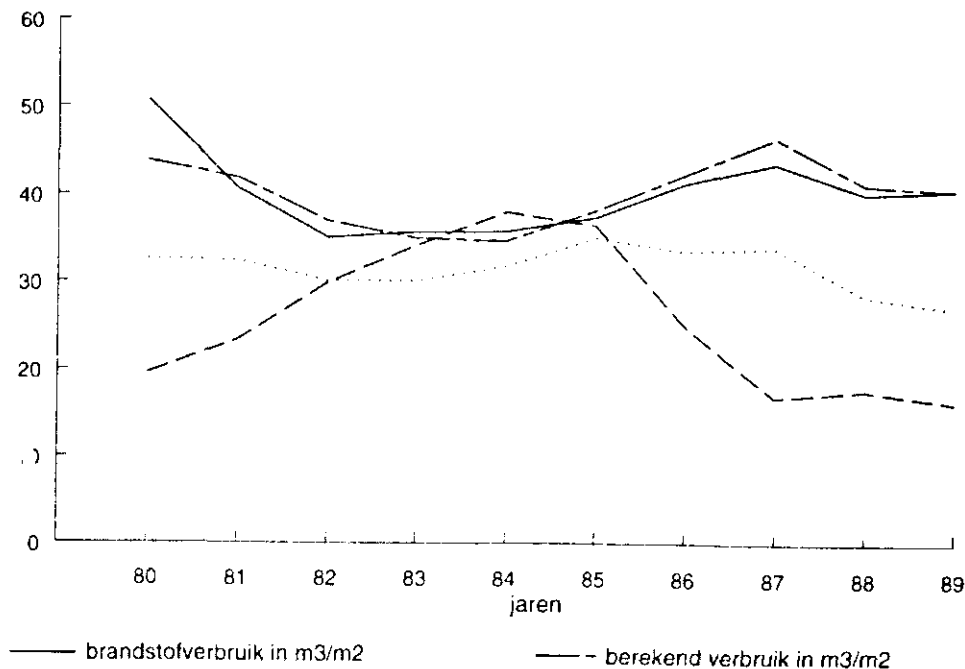
Uit het voorgaande wordt duidelijk dat energiebesparingen in de potplantensector vooral in de ruimteverwarming zijn te behalen. In een discussiestuk van LEI-DLO van 27/01/92 "Energiebesparingsmogelijkheden in de glastuinbouw van Nederland tot 2000" wordt dan ook uitsluitend op deze categorie energieverbruik ingegaan. Er is grofweg een tweetal "soorten" van aangrijpingspunten te onderscheiden: de energieprijis en technische maatregelen.

4.3.3.1 Energieprijs

Een interessant gegeven voor de glastuinbouw in het algemeen is dat het gasverbruik voor ruimteverwarming per m² daalt, als de prijs die per m³ moet worden betaald, stijgt (Van der Velden et al, 1990). In figuur 4.2 is deze relatie in beeld gebracht, waarbij het verbruik voor de buitentemperatuur is gecorrigeerd.

verbruik aardgas (m³/m²);

reële prijs (ct/m³)



— — — reële prijs in ct/m³ aardgas

..... aantal graaddagen (*10-2)

Figuur 4.2 Gerealiseerd en berekend gasverbruik in de potplantensector onder invloed van de gasprijs en de buitentemperatuur voor de periode 1980 tot en met 1989

Het berekende verbruik heeft betrekking op de potplantensector, inclusief perkplanten, boomkwekerij en vaste planten onder glas. Het verbruik is tot stand gekomen op basis van de volgende regressie-analyse

$$Y = 24,5 + 0,0087 x_1 - 0,46 x_2 \quad \text{met } R^2 = 0,57 \text{ waarin}$$

Y is het gasverbruik in m³ aardgasequivalenten/m²

x₁ is het aantal graaddagen en

x₂ is de gasprijs in ct (1980)/m³

Hieruit wordt duidelijk dat het energieverbruik afhankelijk is van de energieprijis.

4.3.3.2 Technische maatregelen

Ook het stimuleringsprogramma voor energiebesparingsonderzoek (Welles, 1993) concentreert zich op energiebesparing bij de ruimteverwarming. Als deelgebieden die veel invloed op het energieverbruik hebben, worden aangemerkt:

- de bedrijfsuitrusting ten aanzien van het kasklimaat;
- de keuze van gewas en produktiemethode;
- de klimaatregeling;
- alternatieve energiebronnen;
- de bedrijfskundige evaluatie in de praktijk.

4.3.4 Samenvatting

Uit voorgaande paragrafen blijkt dat uit de input-outputtabel het directe energieverbruik als belangrijkste energiepost naar voren komt. Deze post is verder uitgewerkt. Zoals geschreven geven de verschillende bronnen verschillende resultaten over het directe energieverbruik, die zijn terug te voeren op verschil in definitie van de subsector "potplanten". Er wordt hier gekozen voor de aansluiting bij de definitie die bij het LEI-boekhoudnet wordt gehanteerd en dus is de directe energie: 11,4 plus 0,2 is 11,6 PJ (zie tabel 4.9). Gegeven het feit dat het directe energieverbruik veruit het grootste deel van het energieverbruik in de produktiekolom omvat zijn vooral hier aangrijpingspunten voor een reductie van het energieverbruik te vinden.

Tabel 4.11 Totaal energieverbruik van het potplantencomplex in 1985, in PJ

Toeleverende en dienstverlenende industrie	1,2
Potplantenteelt	12,7
Verwerkende industrie	-
Totaal	13,9

N.B. Na verwerking op het potplantenbedrijf zelf, vinden er geen verdere verwerkingen in andere bedrijfsklassen meer plaats. De potplanten vinden rechtstreeks een weg naar de finale afzetsectoren (71% naar export en 29% naar consumptie).

5. CONCLUSIES

Het is mogelijk gebleken om een instrument te ontwikkelen, waarmee inzicht wordt verkregen in:

- a. de omvang van het energieverbruik in de produktiekolom van de gehele agrarische sector en de daarbinnen te onderscheiden vijftien produktiekolommen, alsmede het indirecte verbruik van de toeleverende en verwerkende industrieën;
- b. de samenhang tussen de verschillende factoren die het energieverbruik bepalen en
- c. de invloed van veranderingen in beleid, van energiebesparende technieken en dergelijke op het energieverbruik.

Deze conclusie is gebaseerd op de ontwikkeling van modellen voor twee proef-subsectoren, te weten de melkvee- en de potplantensector. Daarbij is een zodanige aanpak gekozen dat er weinig aanleiding bestaat om te veronderstellen dat deze aanpak niet ook voor alle andere subsectoren in de land- en tuinbouw kan worden gevolgd, zonder substantiële veranderingen aan te brengen.

Er zijn twee modellen ontwikkeld die met elkaar in relatie staan: het input-outputmodel en het model "Energiestromen in de agrarische sector". Het eerste model beschrijft en kwantificeert de energiestromen voor een bepaald jaar. Daaruit kunnen de belangrijkste aangrijpingspunten worden afgeleid om te komen tot besparing van het energieverbruik in de gehele agribusiness. De aangrijpingspunten worden nader en gedetailleerder uitgewerkt in het tweede model. In dit model worden materiaalstromen, die beschreven kunnen worden met behulp van gegevens uit het LEI-boekhoudnet, en energie-inhoudnormen afkomstig van TNO, met elkaar in verband gebracht. Dit resulteert eveneens in een kwantificering van energiestromen. Toetsing van de resultaten van het input-outputmodel aan die van het tweede model kan aanleiding geven om 1. een bepaalde bedrijfstak te splitsen in twee of meer bedrijfsklassen (bij verschillen in de verhouding tussen outputwaarde en energieverbruik), en 2. om aanpassingen door te voeren als de systeemgrenzen voor het toegerekend energieverbruik verschillend gedefinieerd zijn.

De conclusie is daarvan: de agrarische input-outputtabel van het LEI vormt een goede basis voor de kwantificering van de directe en indirecte energiestromen in de agrarische sector. Het tweede model voegt daar een element aan toe: de berekening van de invloed van veranderingen in beleid, bedrijfsvoering en technische bedrijfsuitrusting op het totale energieverbruik. Deze kunnen aangrijpen op verschillende schakels in het agribusinesscomplex: de toelevering en/of dienstverlening, de landbouwproductie en de verwerking van zowel hoofd- als afvalprodukt.

WOORDENLIJST

Agribusiness(complex):	agrarische sector plus de op binnenlandse agrarische grondstoffen steunende voedingsmiddelenindustrie plus de daaraan direct of indirect toeleverende en dienstverlenende bedrijven.
Bedrijfsklasse:	deel van een bedrijfstak (bijvoorbeeld: voedings- en genotmiddelenindustrie als onderdeel van de industrie).
Bedrijfstak:	groep bedrijven die zich in hoofdzaak bezig houden met de voortbrenging van één bepaalde soort goederen of diensten (bijvoorbeeld: landbouw en visserij, industrie, openbare nutsbedrijven).
Direct energieverbruik:	energie die in een sector zelf wordt verbruikt om te kunnen produceren.
Energiedragers:	energiebronnen met een economische waarde (commerciële energiedragers) (naar: TNO, 1993).
Energieverbruik:	de hoeveelheid energie (brandstoffen of elektriciteit) die door een bedrijf wordt aangekocht voor de produktie van bepaalde goederen of diensten (deze hoeveelheid energie kan geheel of gedeeltelijk worden omgezet in andere energiedragers, bijvoorbeeld in een warmte/krachtcentrale, waarna de geproduceerde energiedragers in het produktieproces kunnen worden ingezet) (naar: TNO, 1993).
Energie-inhoud:	de totale hoeveelheid energie die direct en indirect gebruikt wordt om een produkt (materiaal, goed of dienst) voort te brengen, eventueel gecorrigeerd met de energiewaarde of energie-opbrengst van de benutting van nevenprodukten of reststoffen (voor zover zulks buiten het systeem van voortbrenging van het beschouwde produkt gebeurt), uitgedrukt in de hoeveelheid primaire energie per eenheid van dat produkt (naar: TNO, 1993).
Gecumuleerd energieverbruik van de melkveehouderij:	som van het energieverbruik in de verschillende bedrijfstakken die rechtstreeks of indirect nodig zijn voor de voortbrenging van de finale afzet van de melkveehouderij

Indirect energieverbruik:	energieverbruik van een sector dat toe te schrijven is aan de toeleverende en dienstverlenende industrie, en aan de verwerkende industrie.
Input-outputmodel:	model waarbij gebruik wordt gemaakt van een input-outputtabel.
Input-outputtabel:	tabel waarin de inkomende en uitgaande geldstromen naar de afzonderlijke bedrijfstakken zijn gespecificeerd.

LITERATUUR

Brand, R.A. en A.G. Melman
Energie-inhoudnormen voor de veehouderij
Apeldoorn, TNO-Milieu en Energie, 1993

Brouwer, F. en A.D. Verhoog
Sectorrekening, voorzieningsbalans en input-outputtabel
Den Haag, LEI-DLO, 1992, Interne nota

C.B.S.
De produktie-structuur van de Nederlandse volkshuishouding; input-out-
puttabellen en input-outputcoëfficiënten 1985
Voorburg, C.B.S., 1988, deel XVIII

C.B.S.
De Nederlandse energiehuishouding, jaarcijfers 1990
Voorburg, C.B.S., Hoofdafdeling Statistieken van Industrie en Bouwnijver-
heid, 1991

Kuipers, N.J.J.
Energieverbruik op veehouderijbedrijven
Voorburg, C.B.S., Maandstatistiek Landbouw 1992/1, 1992, pp. 35-41

Noort, L. van
Rentabiliteit en financiering van de tuinbouw onder glas in Nederland
over 1985; Den Haag; LEI-DLO, 1987; PR 15-85

Pronk, A.
Jaarstatistiek van de kunstmeststoffen 1983/'85
Den Haag, LEI-DLO, 1985, PR 66-83/84

Velden, N.J.A. van der, V.P. Fonville en A.P. Verhaegh
Energie-efficiency en CO₂-emissie in de glastuinbouw; Den Haag, LEI-DLO,
1990; Publikatie 4.126

Verhaegh, A.P. en N.J.A. van der Velden
Energiebesparingsmogelijkheden in de glastuinbouw van Nederland tot 2000;
Den Haag, LEI-DLO, 1992; Discussiestuk

Welles, G.W.H. et al.
Energiebesparingsonderzoek glastuinbouw; een stimuleringsprogramma in het
kader van de meerjarenafpraak energie; Aalsmeer, Proefstation voor de
Bloemisterij in Nederland, 1993; Rapport in opdracht van het Ministerie
van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij; Directie Akker- en Tuinbouw en
Directie Wetenschap en Technologie

BIJLAGEN

Bijlage 1. Voedingsmiddelenindustrie in de input-outputtabel

Het LEI-DLO heeft de *voedingsmiddelenindustrie* in de input-outputtabel gesplitst in de volgende 18 bedrijfstakken:

- Rundvleesslachterij
- Kalfsvleesslachterij
- Varkensvleesslachterij
- Legpluimveevleesslachterij
- Slachtpluimveevleesslachterij
- Overige vleesindustrie
- Zuivel- en melkproduktenindustrie (consumptie)
- Zuivel- en melkproduktenindustrie (veevoer)
- Visverwerkende industrie
- Groente- en fruitverwerkende industrie
- Graanverwerking (mens)
- Graanverwerking (veevoer)
- Suikerindustrie
- Bloemverwerkende industrie
- Cacao-, chocolade- en suikerverwerking
- Margarine, zetmeel en overig
- Drankenindustrie
- Tabakverwerkende industrie

De *overige industrie* in de input-outputtabel bestaat uit de volgende 26 bedrijfstakken:

- Aardolie- en aardgaswinning
- Overige delfstoffenwinning
- Textielindustrie
- Hout- en meubelindustrie
- Papier- en grafische industrie
- Aardolie-industrie
- Kunstmestindustrie
- Overige chemische basisproduktenindustrie
- Chemische eindproduktenindustrie
- Rubber- en kunststofverwerkende industrie
- Bouwmaterialen-, aardewerk- en glasindustrie
- Basis metaalindustrie
- Metaalverwerkende industrie
- Elektriciteitsbedrijven
- Gasdistributiebedrijven
- Waterleidingsbedrijven
- Bouwnijverheid en -installatiebedrijven
- Groothandel en detailhandel
- Hotels, restaurants, café's en dergelijke
- Zee- en luchtvaart
- Overige transport- en opslagbedrijven
- Financiële diensten en communicatie
- Woningbezit
- Overheid
- Gezondheids- en veterinaire diensten
- Goederen en diensten niet naar herkomst verdeeld

Bijlage 2. Uitwerking van het model voor de melkveehouderijsector

BLOK 1: MATERIAALSTROMEN

Produktiemiddelen

Grond, waarvan	1.058.368 hectare
- grasland	977.037 hectare
- overig ruwvoer	81.331 hectare
Veestapel	2.367.000 stuks

Output

Hoofdprodukt	5.370 kg per dier
Bijprodukt	138 kg per dier
Mestoverschot	n.v.t. (in 1985)

Input: krachtvoer en mest

Krachtvoer	2.255 kg per dier
Mest, waarvan	
- kunstmest N	354 kg per hectare grasland
	146 kg per hectare overig ruwvoer
- kunstmest P	35 kg per hectare
- kunstmest K	27 kg per hectare

Input: directe energie

Tractordiesel

Ten behoeve van:	
- graslandverzorging	32 liter per hectare
- oogst/ kuil van gras	41 liter per hectare
- teelt/ kuil van ruwvoer	13 liter per hectare
- voeren, mestbewerking	64 liter per hectare

Elektriciteit

Ten behoeve van:	
- melken	110 kWh per dier
- koeling melk	85 kWh per dier
- reinigingswater	100 kWh per dier
- voeren, mestbewerking	35 kWh per dier

Aardgas

Ten behoeve van:	
- reinigingswater	3 m ³ per dier

BLOK 2: ENERGIE-INHOUDNORMEN

Krachtvoer	6,4 MJ per kilogram
Kunstmest N	38,9 MJ per kilogram
Kunstmest P	4,3 MJ per kilogram
Kunstmest K	2,6 MJ per kilogram
Tractordiesel	40,5 MJ per liter
Aardgas	32,3 MJ per m ³
Elektriciteit	8,7 MJ per kWh

BLOK 3: ENERGIESTROMEN

Krachtvoer	34,16 PJ
Kunstmest	14,14 PJ
Directe energie	13,45 PJ

Bijlage 3. Energieposten bij verschillende opties om (rundvee)mestoverschot af te zetten en te verwerken

1. De mest wordt op het eigen land uitgereden.
 - Mixen van de mest in de silo;
 - oppompen/ laden van de mest;
 - uitrijden van de mest over het land.
2. De mest wordt in de eigen regio of in een andere regio uitgereden.
 - Mixen van de mest in de silo bij de mestproducerende of de mestafnemende boer;
 - oppompen/ laden van de mest;
 - transport over de weg;
 - uitrijden van de mest over het land.

Opmerking:
de mest ontmengt in de silo in een dunner deel (7-8% d.s.) en een dikkere fractie (13-14% d.s.), waarbij het dunnere deel op het bedrijf zelf wordt uitgereden en het dikkere deel elders wordt afgezet.
3. De mest wordt gescheiden in een dunne en een dikkere fractie (25% d.s.; stapelbaar) waarvan de dunne fractie op het bedrijf zelf wordt aangewend en de dikkere fractie elders wordt afgezet.
 - Scheiding van de mest in een dunne en een dikke fractie;
 - afzet van de dunne fractie:
 - oppompen/ laden van de dunne fractie;
 - uitrijden van de mest over het land;
 - afzet van de dikke fractie:
 - oppompen/ laden van de dikke fractie;
 - transport over de weg;
 - uitrijden van de mest over het land.

Opmerking:
op dit moment vindt scheiding van de mest nog niet plaats; immers er wordt weinig getransporteerd naar andere regio's en scheiding van de mest wordt pas interessant wanneer de (relatief hoge) kosten ervan opwegen tegen de daling van de transportkosten.
4. De mest wordt (centraal) verwerkt.
 - Oppompen/ laden van de mest;
 - transport naar de verwerkingseenheid;
 - verwerking;

Opmerking:
op dit moment wordt vooral naar verwerking van varkens- en pluimveemest gekeken; voor rundveemest vinden zelfs nog geen proeven plaats. Uit nationaal-economisch oogpunt is het eerder aantrekkelijk andere dan rundveemest te verwerken en de rundveemest uit te rijden. Echter bij het aantrekken van de mestnormen komt de varkenshouderij als eerste in de problemen en is er een kans dat de afzetruimte door de varkenshouderij al is opgevuld op het moment dat de rundveehouderij zoekt naar afzetruimte voor de mest; mogelijk is de rundveehouderij dan nóg aangewezen op verwerking ervan.
5. De mest wordt eerst gescheiden in een dunne en een dikkere fractie; de dunne fractie wordt op het bedrijf zelf uitgereden en de dikkere fractie wordt verwerkt.
 - Scheiding van de mest in een dunne en een dikke fractie;
 - afzet van de dunne fractie:
 - oppompen/ laden van de dunne fractie;
 - uitrijden van de mest over het land;
 - afzet van de dikke fractie:
 - oppompen/ laden van de dikke fractie;
 - transport over de weg;
 - verwerking.