



## Intersectorale samenwerking in de biologische landbouw:

Mengvoergrondstoffen met binnen- of buitenlandse oorsprong:  
effect op energieverbruik van mengvoerproductie

Jules F.F.P. Bos



**WAGENINGENUR**  
For quality of life



**LOUIS BOLK INSTITUUT**





# Intersectorale samenwerking in de biologische landbouw

Mengvoergrondstoffen met binnen- of buitenlandse oorsprong:  
effect op energieverbruik van mengvoerproductie

Jules F.F.P. Bos

© 2006 Wageningen, Plant Research International B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Plant Research International B.V.

Exemplaren van dit rapport kunnen bij de (eerste) auteur worden besteld. Bij toezending wordt een factuur toegevoegd; de kosten (incl. verzend- en administratiekosten) bedragen € 15 per exemplaar.

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

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen  
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen  
Tel. : 0317 - 47 70 00  
Fax : 0317 - 41 80 94  
E-mail : [info.pri@wur.nl](mailto:info.pri@wur.nl)  
Internet : [www.pri.wur.nl](http://www.pri.wur.nl)

# Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
1. Inleiding	3
2. Methode	5
3. Scenario's: rantsoenen en herkomst van de grondstoffen	7
4. Data inventory	9
4.1 Energiedragers en CO2-emissiefactoren	9
4.2 Opbrengsten en dieserverbruik tijdens teelt	9
4.3 Drogen van gewasproducten	10
4.4 Transportafstanden en transportmiddelen	12
4.5 Verwerkingsprocessen	13
4.6 Massa- en prijsallocatie	14
5. Resultaten en discussie	17
6. Conclusies	23
Referenties	25
Bijlage I. Rantsoensamenstelling van rantsoenen voor vleesvarkens in Huidige situatie en in Scenario's 1 t/m 3	2 pp.



# Samenvatting

Deze studie richt zich op het verschaffen van inzicht in verschillen in energieverbruik van mengvoerproductie tussen uiteenlopende scenario's voor wat betreft de mate waarin rantsoenen voor biologische gehouden vleesvarkens zijn gebaseerd op in Nederland geproduceerde grondstoffen. De onderzochte scenario's zijn:

- Huidige situatie: huidig rantsoen, d.w.z. voor 85% bestaande uit ingrediënten van buitenlandse oorsprong en voor 15% bestaande uit ingrediënten van binnenlandse oorsprong;
- Scenario 1: rantsoen volledig op basis van ingrediënten van binnenlandse oorsprong;
- Scenario 2: rantsoen voor 50% bestaande uit ingrediënten van binnenlandse oorsprong en voor 50% bestaande uit ingrediënten van buitenlandse oorsprong;
- Scenario 3: rantsoen volledig op basis van ingrediënten met een binnenlandse oorsprong, gebruikmakend van reststromen: kaaswei, aangevuld met een mengvoeder en twee ingekulde voeders.

Voor elk van deze scenario's is niet alleen het energieverbruik van mengvoerproductie berekend, maar ook de bijbehorende CO<sub>2</sub> emissie. Bij het berekenen van energieverbruik en CO<sub>2</sub> emissie is een levenscyclus analyse benadering gevolgd. De levenscyclus van mengvoeders wordt beschouwd tot aan het moment van afleveren op varkenshouderijbedrijven. De functionele unit is de hoeveelheid mengvoer die jaarlijks nodig is voor één vleesvarkensplaats. Energieverbruik dat is verdisconteerd betreft brandstof- en elektriciteitsverbruik tijdens teelt, drogen, transport en verwerking van mengvoeringrediënten en complete mengvoeders. Het energieverbruik dat gepaard gaat met bemesting en productie van mineralen, vitaminen, vetten, zaaizaad, materialen, machines, gebouwen en infrastructuur is buiten beschouwing gelaten. Omdat niet alle energiekostenposten van mengvoerproductie zijn meegenomen, geven de gerapporteerde resultaten niet weer wat de absolute omvang is van de energieprijzen van mengvoerproductie; wel worden verschillen tussen de verschillende rantsoenen zichtbaar gemaakt. Deze verschillen worden deels veroorzaakt door verschillen in transportafstanden tussen de diverse scenario's, deels door verschillen in gebruikte ingrediënten.

Het energieverbruik van teelt, droging en/of verwerking (dus exclusief transport) van de diverse mengvoer-ingredienten loopt uiteen van 370 MJ per ton ds (tarwegries) tot 19900 MJ per ton ds (weipoeder). Het energieverbruik van een ingrediënt is hoger naarmate de opbrengst per ha van het oorspronggewas lager is, het ingrediënt intensiever gedroogd moet worden en/of het ingrediënt meerdere processen heeft doorlopen. Het energieverbruik voor transport van in Nederland geteelde ingrediënten is aanzienlijk lager dan het energieverbruik voor teelt, droging en/of verwerking: transport is 'slechts' verantwoordelijk voor 5-15% van het totale energieverbruik van het betreffende ingrediënt. Voor ingrediënten uit andere Europese landen bedraagt dit transportaandeel tussen de 30 en 50%, co-producten uitgezonderd. Transportenergie van ingrediënten die van andere continenten worden aangevoerd is hoger dan het energieverbruik voor teelt, droging en/of verwerking.

Aan de hand van de energieprijzen van afzonderlijke ingrediënten is het energieverbruik van complete rantsoenen (in MJ per vleesvarkensplaats per jaar) berekend. Het energieverbruik in de Huidige situatie bedraagt 2275 MJ per vleesvarkensplaats per jaar. Dit komt overeen met 57 liter diesel. Het energieverbruik in Scenario 1 bedraagt 1700 MJ per vleesvarkensplaats per jaar (43 liter diesel). De besparing ten opzichte van de Huidige situatie bedraagt 575 MJ, ofwel 14.5 liter diesel. Het energieverbruik in Scenario 2 bedraagt 1950 MJ per vleesvarkensplaats per jaar (49 liter diesel). De besparing ten opzichte van de Huidige situatie bedraagt 330 MJ (8.3 liter diesel). Het extra energieverbruik in Scenario 2 ten opzichte van Scenario 1 bedraagt 245 MJ per vleesvarkensplaats per jaar, ofwel 6.2 liter diesel. Het energieverbruik is het hoogst in Scenario 3 en bedraagt 2480 MJ per vleesvarkensplaats per jaar (63 liter diesel). Deze hoge energieprijzen hangt samen met het gebruik van de relatief 'dure' ingrediënten kaaswei en weipoeder.

De CO<sub>2</sub> emissie die gepaard gaat met de productie van mengvoeders is sterk gekoppeld aan het energieverbruik. Daarom dat het algemene beeld voor wat betreft CO<sub>2</sub> emissie gelijk is aan dat van energieverbruik: de emissie is het hoogst in Scenario 3 (200 kg CO<sub>2</sub> per vleesvarkensplaats per jaar) en het laagst in Scenario 1 (150 kg CO<sub>2</sub>). De besparing in Scenario 1 ten opzichte van de Huidige situatie bedraagt 40 kg CO<sub>2</sub>. De besparing in Scenario 2 bedraagt 25 kg CO<sub>2</sub>.





# 1. Inleiding

Momenteel wordt een groot deel van de voor de biologische veestapel benodigde veevoergrondstoffen geïmporteerd uit het buitenland. Het bestaan van deze importen is niet geheel in lijn met de grondslagen van de biologische landbouw, onder andere vanwege het niet gesloten zijn van kringlopen, het vergrote risico op insleep van ongewenste stoffen en/of ggo's en het met importen gepaard gaande energieverbruik. Vermeij (2005) heeft de technische en economische mogelijkheden verkend van een biologische dierhouderij op basis van in Nederland geteelde veevoedergrondstoffen.

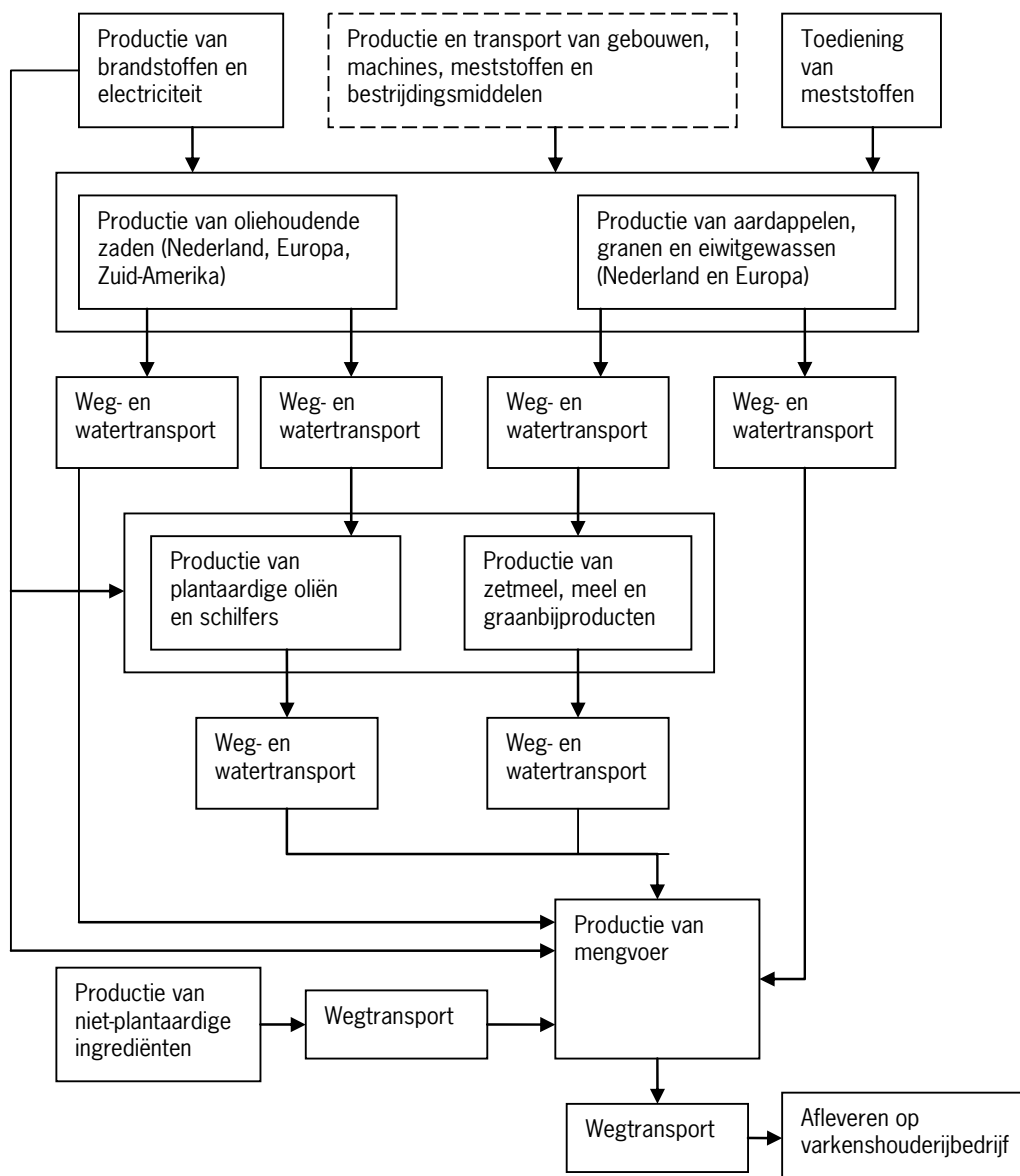
Onderhavige studie richt zich op het verschaffen van inzicht in verschillen in energieverbruik (ook wel aangeduid als de energieprijs) van mengvoerproductie voor de biologische vleesvarkenshouderij tussen uiteenlopende scenario's voor wat betreft importhoeveelheden van afzonderlijke mengvoeringrediënten. De doorgerekende scenario's zijn dezelfde als die in de studie van Vermeij (2005). Deze scenario's variëren ten aanzien van de mate waarin rantsoenen zijn gebaseerd op in Nederland geproduceerde veevoergrondstoffen. Van de rantsoenen in elk van de scenario's wordt niet alleen de energieprijs berekend, maar ook de bijbehorende CO<sub>2</sub> emissie.



## 2. Methode

Bij het berekenen van de energieprijzen van mengvoerproductie voor vleesvarkens is een levenscyclus analyse benadering gevolgd. De levenscyclus wordt beschouwd tot aan het moment van afleveren van mengvoerders op varkenshouderijbedrijven (Figuur 1). De functionele unit is de hoeveelheid mengvoer die jaarlijks nodig is voor één vleesvarkensplaats. Energieverbruik dat is verdisconteerd betreft brandstof- en elektriciteitsverbruik tijdens teelt, drogen, transport en verwerking van mengvoeringrediënten en complete mengvoerders. Het energieverbruik dat gepaard gaat met bemesting en productie van vitaminen, mineralen, vetten, zaaizaad, materialen, machines, gebouwen en infrastructuur is buiten beschouwing gelaten. De resultaten van de berekeningen betreffen dan ook niet de absolute omvang van de energieprijzen van mengvoerproductie; wel worden verschillen tussen de verschillende rantsoenen zichtbaar gemaakt. Deze verschillen zullen deels voortvloeien uit verschillen in transportafstanden tussen de diverse scenario's, deels uit verschillen in gebruikte ingrediënten.

Een aantal van de in Figuur 1 weergegeven processen resulteert in meerdere producten. Bij het malen van tarwe, bijvoorbeeld, ontstaat niet alleen het hoofdproduct tarwemeel, maar ook het co-product tarwegries. Het energieverbruik tijdens verwerking en gedurende voorafgaande processen (zoals de teelt) wordt aan hoofdproduct en co-product toegeschreven op grond van de economische waarden van deze producten. Dit wordt prijsallocatie genoemd (zie par. 4.6).



*Figuur 1. Stroomdiagram van de productie van mengvoeders voor biologische vleesvarkens (gebaseerd op Van der Werf et al., 2005). Boxen representeren processen, pijlen representeren economische stromen. Stromen van brandstoffen samenhangend met transportprocessen zijn weggelaten. De box met een stippellijn betreft processen die in deze studie niet zijn meegenomen.*

### 3. Scenario's: rantsoenen en herkomst van de grondstoffen

Vermeij (2005) stelde vier voerscenario's op die verschillen voor wat betreft afhankelijkheid van import en gebruikmaking van reststromen. Van drie van deze voerscenario's wordt in deze notitie het bijbehorende energieverbruik en de CO2 emissie berekend en vergeleken met een voor de huidige situatie representatief rantsoen:

- Huidige situatie: huidig rantsoen (met, op basis van versgewicht, 85% van de ingrediënten van buitenlandse oorsprong en 15% van binnenlandse oorsprong);
- Scenario 1: rantsoen volledig op basis van ingrediënten met een binnenlandse oorsprong;
- Scenario 2: rantsoen voor 50% op basis van ingrediënten met een binnenlandse oorsprong en voor 50% op basis van ingrediënten met een buitenlandse oorsprong;
- Scenario 3: rantsoen volledig op basis van ingrediënten met een binnenlandse oorsprong, gebruikmakend van reststromen: kaaswei, aangevuld met een mengvoer en twee ingekuilde voeders.

Rantsoensamenstellingen in Huidige situatie (pers. med. I. Vermeij, WUR) en in de Scenario's 1 t/m 3 (Vermeij, 2005) zijn vermeld in de Bijlage. Alle rantsoenen voldoen aan de gebruikelijke voederwaarde-eisen van vleesvarkens en er is dus verondersteld dat de rantsoenen resulteren in gelijke productie-technische 'prestaties' van biologische vleesvarkens. Voor wat betreft de herkomst van veevoeringrediënten in de Huidige situatie is uitgegaan van een door het Expertisecentrum LNV samengestelde inventarisatie (Van Vliet & Westerlaken, 2005). Deze inventarisatie geeft voor afzonderlijke ingrediënten schattingen van het deel van de totale behoefte dat in Nederland wordt geteeld en van het deel dat uit het buitenland wordt geïmporteerd. Indien sprake is van import, werd in de studie ook aangegeven uit welke EU en niet-EU landen importen afkomstig zijn. Op basis van rantsoensamenstelling en informatie in Van Vliet & Westerlaken (2005) zijn voor de Huidige situatie de hoeveelheden geïmporteerde mengvoeringrediënten per vleesvarkensplaats berekend en zijn aannames gedaan over de herkomstlanden (zie Bijlage). Op grond hiervan is 85% van buitenlandse oorsprong en 15% van binnenlandse oorsprong. In Scenario 1 worden alle mengvoeringrediënten in Nederland geteeld, met uitzondering van een gering aandeel sojabonen in het rantsoen. Daarvan is aangenomen dat ze uit Zuid-Europa afkomstig zijn. Voor Scenario 2 geeft Vermeij (2005) aan welke percentages van de ingrediënten een binnenlandse oorsprong hebben en welke uit andere Europese landen worden ingevoerd, zodanig dat 50% van de totale grondstofbehoefte een binnenlandse oorsprong heeft. Deze berekening is gemaakt op basis van de grondstofbehoefte van de totale Nederlandse biologische varkens- en pluimveestapel. Toepassing van de percentages van Vermeij (2005) op de voor vleesvarkens in Scenario 2 benodigde ingrediënten zou resulteren in een percentage binnenlandse oorsprong dat veel lager ligt dan 50%. Omdat het er in deze studie om gaat inzichtelijk te maken wat het uitmaakt voor energieverbruik en CO2 emissie indien 50% van de grondstofbehoefte van binnenlandse oorsprong is, konden de percentages van Vermeij (2005) hier niet gebruikt worden. Voor Scenario 2 zijn de percentages per ingrediënt daarom zodanig gekozen dat – wederom op basis van versgewicht van ingrediënten – het rantsoen als geheel voor 50% uit grondstoffen van binnenlandse oorsprong bestaat. Overeenkomstig Scenario 1, hebben in Scenario 3 alle ingrediënten een binnenlandse oorsprong.



## 4. Data inventory

### 4.1 Energiedragers en CO<sub>2</sub>-emissiefactoren

In Tabel 1 zijn inherente energie, productie- en afleveringsenergie en de totale energie van enkele relevante energiedragers weergegeven. De inherente energie is daarbij gedefinieerd als de geëxtraheerde energie welke in de energiedrager achterblijft na extraheren, raffineren, verwerken en afleveren van de ruwe grondstof. De productie- en afleveringsenergie is de energie-input in de processen welke de energiedragers extraheren, raffineren, verwerken en afleveren bij de eindgebruiker ten behoeve van een productieproces. De totale energie is dan de som van de inherente energie en de productie- en afleveringsenergie. Deze totale energie wordt uiteindelijk aan het productieproces van mengvoer voor de vleesvarkenshouderij toegekend.

Tabel 1. *Inherente energie-inhoud en productie- en afleveringsenergie van relevante energiedragers (Audsley et al., 1997)*

Energiedrager	Inherente energie (MJ per kg)	Productie- en afleveringsenergie (MJ per kg)	Totale inherente energie (MJ per kg)
Gas	46,1	4,2	50,3
Olie	42,7	4,1	46,8
Diesel	42,8	4,1	46,9
Elektriciteit	1,0	1,7	2,7

De CO<sub>2</sub> emissie bij verbranding van diesel in verbrandingsmotoren bedraagt 74.6 g CO<sub>2</sub> per MJ diesel (Cederberg, 1998). Dit is inclusief de CO<sub>2</sub> emissie samenhangend met de productie- en afleveringsenergie. CO<sub>2</sub> emissies van olie, gas en elektriciteit op dezelfde grondslag bedragen 98.4, 72.6 en 261 g CO<sub>2</sub> per MJ (Michaelis, 1998; Van Dijk, 1998; pers. med. M. Thomassen, WUR).

### 4.2 Opbrengsten en diesilverbruik tijdens teelt

Opbrengstgegevens van in binnen- en buitenland geteelde mengvoeringrediënten, diesilverbruik tijdens teelt en diesel- en elektriciteitsverbruik voor droging zijn vermeld in Tabellen 2 en 3. Opbrengstgegevens van in Nederland geteelde biologische tarwe, gerst, korrelmaïs, Corn-Cob-Mix (CCM) en gehele planten silage (GPS) van triticale en het diesilverbruik tijdens de teelt zijn ontleend aan KWINA (2002), Sukkel *et al.* (2004) en Van Dijk & Zwanepol (1993). Opbrengstgegevens en diesilverbruik bij teelt van biologische gerst, tarwe en soja in het buitenland zijn ontleend aan Basset-Mens & Van der Werf (2005) en gelden voor Frankrijk. Aangenomen is dat deze gegevens ook representatief zijn voor teelten in andere landen, voor zover het niet Nederland betreft. Opbrengstgegevens en diesilverbruik bij teelt van biologische erwten zijn eveneens ontleend aan Basset-Mens & Van der Werf (2005) onder de veronderstelling dat ze gelden voor heel Europa. Opbrengstgegevens en diesilverbruik bij teelt van biologische lupine in binnen- en buitenland zijn ontleend aan Van Dijk (2001). Opbrengstgegevens en diesilverbruik bij teelt van biologisch koolzaad in Nederland zijn ontleend aan Borm (2005) en van toepassing verklaard voor heel Europa. Voor sesamzaadschilfers konden geen gegevens worden gevonden. Daarom dat voor sesamzaad dezelfde cijfers zijn gehanteerd als voor koolzaad.

### 4.3 Drogen van gewasproducten

Na oogst moeten de meeste producten verder gedroogd worden, bijvoorbeeld omdat ze veelal verhandeld worden op basis van een standaard vochtgehalte, of omdat te natte partijen niet bewaard kunnen worden. Het drogen en bewaren wordt meestal uitgevoerd door de ontvangende handel of coöperatie.

In het kader van deze studie is bij de coöperatie Agrifirm nagevraagd hoe het drogen van granen in de praktijk in z'n werk gaat en welke hoeveelheden van welke brandstoffen daarbij gebruikt worden (pers. med. Aart den Bakker & Herman Barthen, Agrifirm). Bij Agrifirm wordt gedroogd middels verwarmde lucht in een trommel waarlangs te drogen partijen gevoerd worden. De drooginstallatie bij Agrifirm verwerkt 15 ton per uur en draait 8 uur der dag. Per dag kan dus 120 ton graan gedroogd worden. In de praktijk wordt er daarbij voor gekozen om de 'nattere' partijen van ca. 18% vocht te drogen. Na eenmalige passage van de drooginstallatie is het vochtgehalte van deze partijen afgenomen tot 14%. De gedroogde partij wordt vervolgens zodanig gemengd met niet-gedroogde partijen dat gemiddeld wordt uitgekomen op het gewenste standaard vochtgehalte van 16%. Voor het verwarmen van lucht wordt in de drooginstallatie bij Agrifirm diesel gebruikt. Het dieselverbruik per 8-urige dag is 550 l. Daarnaast verbruikt de installatie elektriciteit die nodig is voor het aandrijven van transportbanden en andere apparatuur. De hoeveelheid specifiek voor droging benodigde elektriciteit is echter onbekend.

Op basis van bovenstaande gegevens van de drooginstallatie van Agrifirm kan het dieselverbruik per ton per %-punt droging berekend worden, zijnde 1.15 liter. Gegeven een inherente energie-inhoud van diesel van 36.2 MJ per liter komt dat overeen met 41.5 MJ diesel per ton per %-punt droging. Het elektriciteitsverbruik voor het drogen van gewassen is ingeschat op basis van gegevens van Cederberg (1998). Aanname is dat 15% van de totale voor drogen benodigde hoeveelheid energie uit elektriciteit bestaat, ofwel 7.3 MJ elektriciteit per ton per %-punt droging. Het totale energieverbruik per ton per %-punt droging bedraagt daarmee 49 MJ, hetgeen goed overeenkomt met het door Dalgaard *et al.* (2001) gehanteerde cijfer van 50 MJ per ton per %-punt (op basis van twee referenties uit 1976 en 1982). Uitgaande van 49 MJ per ton per %-punt is het energieverbruik van het drogen van granen en andere gewasproducten berekend.

*Tabel 2. Opbrengstgegevens van in Nederland geteelde veevoederingsrediënten, dieselverbruik tijdens de teelt, diesel- en elektriciteitsverbruik voor droging en transportafstanden en -middelen naar mengvoerbabriek of verwerkende industrie.*

	Gerst	Tarwe	Koolzaad	Erwt	Korrelmaïs	Veldboon	CCM	Triticale-GPS	Lupine
Herkomst	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL
Opbrengst (kg ds per ha)	3589	4315	2547	2580	5676	2975	5910	6000	2353
Dieselverbruik teelt (l per ha)	108	108	130	128	139	132	139	90	60
Dieselverbruik droging (l per ha)	4	4	28	18	130	18	0	0	18
Elektriciteit droging (MJ per ha)	27	27	181	113	831	113	0	0	113
Transport per vrachtwagen (km)	45	45	45	45	45	45	0	0	45
Transport per binnenvaartschip (km)	55	55	55	55	55	55	0	0	55

*Bronnen: KWINA, 2002; Sukkel et al., 2004; Borm, 2005; Basset-Mens & Van der Werf, 2005; Van Dijk, 2001; eigen berekeningen.*



Tabel 3. *Opbrengstgegevens van in het buitenland geteelde veevoedingrediënten, dieselverbruik tijdens de teelt, diesel- en elektriciteitsverbruik voor droging en transportafstanden en -middelen naar mengvoerfabriek of verwerkende industrie.*

	Gerst	Tarwe	Lupine	Lupine	Soja	Soja	Koolzaad	Erwt
Herkomst	D,F,DK,B,CS,S	D,DK,F,I,B	D,F,O-Europa	Australië	I	Brazilië	Europa	Europa
Opbrengst (kg ds per ha)	3074	3548	2353	1458	2295	2295	als NL	als NL
Dieselverbruik teelt (l per ha)	130	113	60	60	120	120	als NL	als NL
Dieselverbruik droging (l per ha)	0	0	18	18	18	18	als NL	als NL
Elektriciteit droging (MJ per ha)	0	0	113	113	113	113	als NL	als NL
Transport per vrachtwagen (km)	383	383	383	545	383	695	383	383
Transport per binnenvaartschip (km)	468	468	468	55	468	55	468	468
Transport per zeegaand schip (km)	0	0	0	19500	0	10000	0	0

Bronnen: *Basset-Mens & Van der Werf, 2005; Van Dijk, 2001; Cederberg, 1998; eigen berekeningen.*

Granen worden verhandeld op basis van een vochtpercentage van 16%. In jaren met relatief natte zomers is droging van in Nederland geteelde granen tot dit vochtgehalte nodig, in jaren met relatief droge zomers is droging in het geheel niet nodig (pers. med. Aart den Bakker, Agrifirm). In deze studie is aangenomen dat tarwe en gerst in een gemiddeld jaar gemiddeld 0.75%-punt gedroogd moeten worden. Voor in het buitenland geteelde gerst en tarwe is aangenomen dat droging na oogst niet nodig is.

Korrelmaïs wordt zo droog mogelijk geoogst ter vermijding van droogkosten. Het droge stof gehalte van korrelmaïs bij oogst bedraagt in Nederland in een gemiddeld jaar 65%. Voor een goede bewaring moet korrelmaïs na oogst verder worden gedroogd tot 85% ds (Van Dijk & Zwanepol, 1993). Maïs moet dus 20%-punten gedroogd worden. (Om dit relatief grote droogtraject te kunnen overbruggen wordt maïs bij Agrifirm twee keer langs de droogtrommel geleid.)

Erwten worden geoogst bij een vochtgehalte van ca. 20% (Timmer & De Jonge, 1989). Oogsten bij een lager vochtgehalte brengt het risico van oogstverliezen met zich mee door het openspringen van reeds rijpe peulen. Handel in erwten vindt plaats op basis van 14% vocht. Erwten moeten dus 6%-punten gedroogd worden. Omdat de overweging dat erwten niet al te droog geoogst kunnen worden ook in het buitenland zal opgaan, is aangenomen dat ook in het buitenland geteelde erwten van 20% vocht tot 14% vocht gedroogd moeten worden. Hetzelfde geldt voor de overige in de rantsoenen vertegenwoordigde vlinderbloemige gewassen soja, lupine en veldboon.

In Nederland geteeld koolzaad heeft bij oogst doorgaans een vochtgehalte dat ligt tussen 10 en 23%, veelal tussen 14 en 18%. Langdurige bewaring van koolzaad is pas mogelijk wanneer het zaad na oogst is gedroogd tot een vochtgehalte van 7% (Bernelot Moens & Wolfert, 2003). In deze studie is aangenomen dat zowel binnenlands als buitenlands geteeld koolzaad gedroogd moet worden van 16% vocht tot 7% vocht.

Op grond van bovenstaande gegevens kan de voor droging benodigde hoeveelheden diesel en elektriciteit per gewas berekend worden. Tabel 2 geeft de resultaten van in Nederland geteelde gewassen en Tabel 3 van in het buitenland geteelde gewassen.

## 4.4 Transportafstanden en transportmiddelen

Een deel van de in de rantsoen opgenomen mengvoeringrediënten is afkomstig van andere continenten. Grondstoffen uit deze continenten bereiken Nederland via de havens van Rotterdam en Amsterdam en worden daar overgeslagen en via binnenvaart, spoor- of wegtransport doorgevoerd naar andere Europese landen of naar Nederlandse mengvoerproducenten, al dan niet via een tussenliggende schakel. In 2000 werd 55% van alle aangevoerde grondstoffen voor mengvoerders via de binnenvaart bij mengvoederbedrijven aangeleverd, 44% via wegtransport en 1% via het spoor (VWA, 2003). Bij transport over water is merendeels sprake van levering van primaire grondstoffen in grote partijen. Transport over de weg wordt meestal gebruikt om mengvoergrondstoffen van een tussenliggende schakel naar de mengvoerindustrie te vervoeren, bijvoorbeeld transport van co-producten van de graanverwerkende en oliezaadverwerkende industrie naar de mengvoerindustrie.

In deze studie is aangenomen dat 55% van alle transportbewegingen van mengvoergrondstoffen *binnen Europa* via de binnenvaart de mengvoerindustrie bereikt en 45% via wegtransport<sup>1</sup>. Op deze regel gelden twee uitzonderingen: aardappeliwit en kaaswei. Aardappeliwit is een co-product van de Nederlandse aardappelzetmeel industrie, waarvoor wordt aangenomen dat het transport naar de mengvoerindustrie per vrachtwagen gebeurt. Kaaswei is een co-product van de kaasbereiding en ook daarvoor wordt aangenomen dat het transport van zuivelverwerkende industrie naar het varkenshouderijbedrijf per vrachtwagen plaatsvindt.

Voor binnenlandse geteelde grondstoffen die zonder tussenkomst van een verwerker na droging direct naar een mengvoerfabrikant gaan (zie Figuur 1), is een gemiddelde transportafstand tussen akker en mengvoerfabrikant van 100 km aangenomen (waarvan dus 55% per binnenvaartschip en 45% per vrachtwagen.) Voor binnenlands geteelde grondstoffen die wel via een tussenliggende verwerker bij de mengvoerfabrikant terecht komen is aangenomen dat de afstand tussen akker en verwerker eveneens 100 km bedraagt. Na verwerking door de tussenschakel volgt dan een tweede transport van 100 km van tussenschakel naar mengvoerfabrikant. De eerste 100 km wordt volgens prijsallocatie (zie par. 4.6) toegerekend aan product en co-product van het in de tussenschakel doorlopen proces. De tweede 100 km wordt volledig toegerekend aan de grondstof die naar de mengvoerfabrikant wordt getransporteerd.

Voor elders in Europa geteelde grondstoffen is aangenomen dat de gemiddelde afstand tussen akker en Nederland 850 km bedraagt (Van Dijk, 2001). Europese grondstoffen kunnen net als binnenlandse grondstoffen al dan niet via een Nederlandse verwerker de mengvoerfabrikant bereiken (Figuur 1). Indien sprake is van een verwerker wordt weer een extra 100 km ingecalculeerd voor transport van verwerker naar mengvoerfabrikant. Transportkilometers van akker naar mengvoerfabrikant worden op dezelfde manier toegerekend aan producten en co-producten als bij grondstoffen van binnenlandse oorsprong.

Voor grondstoffen die afkomstig zijn van andere continenten zijn landspecifieke aannames gedaan. Voor soja van Zuid-Amerikaanse oorsprong is aangenomen dat deze afkomstig is uit Brazilië. De hier aangenomen transportmiddelen en -afstanden voor Braziliaanse soja zijn vermeld in Tabel 4 en gebaseerd op Cederberg (1998). Wegens het ontbreken van specifiekere gegevens zijn deze cijfers ook gebruikt voor sesamzaadschilfers.

Tabel 4. *Transport van soja van Brazilië naar Rotterdam (gebaseerd op Cederberg (1998)).*

Traject	Transportmiddel	Afstand (km)	Gebruikte afstand
Van akker naar crusher in Braz.	Vrachtwagen	30-50	50
Van crusher naar Braz. haven	Vrachtwagen	200-1000	600
Van Braz. haven naar R'dam	Zeegaand schip	10000	10000
Van R'dam naar mengvoerfabrikant	Vrachtwagen/binnenvaartschip	100	100

Voor Australische lupinen zijn transportafstanden en -middelen volgens Van Dijk (2001) gebruikt. De afstand tussen Australische akker en Australische haven bedraagt gemiddeld 500 km. Voor dit transport worden vrachtwagens

<sup>1</sup> Overigens is in het kader van deze studie informatie ingewonnen bij een biologische mengvoerfabrikant waarbij alle aanvoer via wegtransport gebeurt. De reden daarvan was dat het vaak om relatief kleine partijen ging.

gebruikt. De afstand tussen de Australische haven en Rotterdam bedraagt 19500 km. Na aankomst in Rotterdam is de transportafstand tot aan de mengvoerbak 100 km.

Mengvoerders vinden uiteindelijk hun weg naar varkenshouderijbedrijven via wegtransport. Aanname is dat de gemiddelde afstand tussen mengvoerbak en varkenshouderijbedrijf 100 km bedraagt (cf. Brand & Melman, 1993).

Op grond van het bovenstaande vinden transporten van grondstoffen, tussenproducten en eindproducten plaats per zee gaand schip, binnenvaartschip en/of vrachtwagen. Hier wordt aangenomen dat de energiekosten van elk van deze transportmiddelen resp. 0.08, 0.48 en 2.87 MJ per ton per km bedragen (Corré *et al.*, 2003).

## 4.5 Verwerkingsprocessen

Een aantal mengvoeringrediënten betreft co-producten die ontstaan bij de verwerking van de primaire producten in de verwerkende industrie. Het gaat daarbij om co-producten van de olieaadverwerkende industrie (koolzaad-schilfers, sojaschilfers), aardappelzetmeelindustrie (aardappeleiwit), maalderijen (tarwegries) en zuivelindustrie (weipoeder, verse kaaswei). De energie die tijdens de diverse verwerkingsprocessen wordt verbruikt dient te worden verdisconteerd in de energieprijzen van mengvoerproductie.

De eerste stap in de verwerking van oliezaden is de zgn. crush. Nederland telt vijf crushers die oliezaden zoals sojabonen, zonnebloempitten, koolzaad en lijnzaad verwerken tot ruwe plantaardige olie en oliezadenkoek, -schilfers en -schroot (VWA, 2003). Tijdens de crush worden oliezaden eerst gedroogd en gebroken. Vervolgens wordt de olie uit de zaden gewonnen door koude of warme persing, met als bijproduct schilfers. Bij warme persing wordt een product eerst verhit tot meer dan 100°C, waarna de olie eruit geperst wordt. De resterende schilfers bevatten minder dan 10% ruw vet. Bij koude persing wordt een geringer deel van de olie gewonnen; schilfers die resteren na koude persing bevatten tussen de 10 en 20% ruw vet<sup>2</sup>. Schilfers van warme persing zijn in Nederland niet of nauwelijks op de markt (pers. med. I. Vermeij, WUR). De via persing gewonnen ruwe olie wordt geleverd aan de raffinage industrie. De bijproducten vormen een belangrijke grondstof voor de mengvoerindustrie. Op basis van het bovenstaande is in deze studie aangenomen dat de winning van olie uit oliezaden via koude persing gebeurt. Cederberg (1998) schatte het energieverbruik van het crushen van koolzaad bij een Zweedse crusher op 918 MJ per ton koolzaad, inclusief hexaanextractie en een hittebehandeling. Op basis van Vlaamse gegevens (García Cid *et al.*, 2003) bedraagt het energieverbruik bij koude persing van koolzaad 765 MJ per ton. Dit laatste cijfer is verder gebruikt in deze studie, niet alleen voor koud persen van koolzaad, maar ook van andere oliezaden. De daarbij gebruikte energiedrager is elektriciteit.

Primaire grondstof van aardappeleiwit zijn zetmeelaardappelen. Zetmeelaardappelen worden verwerkt op 2 vestigingen van het AVEBE concern (VWA, 2003) en bestaan voor ongeveer 20% uit zetmeel, dat voor humane voeding en technische producten bestemd wordt. De overige fractie van de aardappel wordt bestemd voor de diervoederindustrie in de vorm van aardappelvezels, eiwitten en vruchtwater. Tijdens de verwerking van zetmeelaardappelen worden diverse extractie- en indampingstechnieken toegepast, eventueel onder toevoeging van hulpstoffen. Bij de productie van aardappeleiwit (bekend onder de merknamen Protastar en Protamyl) wordt achtereenvolgens gebruik gemaakt van hitte co-agulatie, centrifuge van eiwitvlokken en drogen van eiwitkoek. In deze studie is het energieverbruik bij de teelt van de primaire grondstof zetmeelaardappel niet meegenomen. Het energieverbruik van het productieproces van aardappeleiwit is wel meegenomen. Bij gebrek aan gegevens baseerde Cederberg (1998) dit energieverbruik op dat van gedroogde bietenpulp (waarvoor wel gegevens voorhanden waren) en hanteert 6.4 MJ per kg aardappeleiwit. Dit cijfer is ook in deze studie aangehouden.

Nederland telt 59 zuivelfabrieken die kaas, boter, gecondenseerde melk, melkpoeder, consumptiemelk en andere zuivelproducten produceren (VWA, 2003). Bij de bereiding van kaas wordt de melk eerst gestremd en daarna

<sup>2</sup> Overigens kunnen schilfers in een vervolgstap nog aan chemische extractie met hexaan worden onderworpen ter verhoging van het winningspercentage van de olie. Bij hexaanextractie wordt nagenoeg alle olie uit de zaden gewonnen. Bijproduct van hexaanextractie zijn de schroten (sojaschroot, koolzaadschroot, etc.). Vanwege de hexaanextractie is het gebruik van schroten in biologische mengvoerders echter verboden.

gescheiden in wrongel en wei. Het scheiden van wrongel en wei gebeurt via persen of uitlekken. Wei van goede kwaliteit (kaaswei van eerste persing) is meestal bestemd voor humane consumptie. Lekwei en kaaswei van tweede persing worden meestal bestemd voor diervoeder.

Primaire grondstof van wei en weipoeder is melk die bestemd wordt voor de kaasproductie. Brand & Melman (1993) berekenen het energieverbruik dat gepaard gaat met de productie van (gangbare) melk: 5.74 MJ per kg. Dit betreft het energieverbruik van melkproductie inclusief meststoffen, machines, arbeid, grond en gebouwen. Omdat deze posten in deze studie niet zijn meegenomen is het energieverbruik van melkproductie aan de hand van de gegevens in Brand & Melman (1993) herberekend, maar dan exclusief genoemde posten. Dit bedraagt 3.38 MJ per kg melk. Per kg wei is 1.12 kg melk nodig. Op basis hiervan en na toepassing van prijsallocatie (par. 4.6) bedraagt de aan wei toegerekende energieprijis 0.298 MJ per kg verse wei, ofwel 4.96 MJ per kg ds wei bij 6% ds in verse kaaswei. Weipoeder wordt geproduceerd uit wei door indampen en drogen. Per kg weipoeder is 15 kg wei nodig. Indampen/drogen vergt 15.86 MJ per kg weipoeder (Brand & Melman, 1993). Aanname is dat 85% van deze energie geleverd wordt door diesel en 15% door elektriciteit.

In graanmaalderijen wordt uit de grondstof tarwe meel en bloem geproduceerd met als co-product tarwegries. Tarwegries kan omschreven worden als de buitenkant (vruchtwand) van de tarwekorrel met resten van de inhoud van de korrel. Omtrent het energieverbruik van de verwerking van tarwe tot meel/bloem en tarwegries zijn geen gegevens bekend. Het is hier dan ook niet meegenomen.

Het fabricageproces zelf van een mengvoer vergt eveneens energie. Daarbij gaat het om energieverbruik ten behoeve van mengen en eventueel verder vermalen van de samenstellende ingrediënten, melasseren, persen en verpakken. Brand & Melman (1993) nemen aan dat de assemblage van mengvoer 220 MJ per ton mengvoer aan energie kost. Het merendeel van deze energie is nodig voor melasseren (50%) en persen (30%). De hier veronderstelde energiedragers voor het assemblageproces zijn elektriciteit en gas (Cederberg, 1998). Mengen en malen vergt alleen elektriciteit, melasseren, persen en verpakken vergt zowel elektriciteit als gas.

## 4.6 Massa- en prijsallocatie

Het energieverbruik tijdens teelt, droging, verwerking en transport van mengvoeringrediënten zoals in het voorgaande besproken wordt aan die ingrediënten toegeschreven op basis van prijsallocatie. De daarbij gebruikte allocatie-factoren zijn samengevat in Tabel 5. Toepassing van prijsallocatie-factoren voor bijvoorbeeld tarwegries leidt tot een toewijzing van het dieselverbruik tijdens teelt en droging van binnenlandse tarwe (108 liter per ha; Tabel 2) aan dit gries van 88% (proces 'Teelt van tarwe') \* 11% (proces 'Malen van tarwe') = 9.7%. De bijbehorende hoeveelheid tarwegries is te berekenen door de tarweopbrengst per ha te vermenigvuldigen met de massa-allocatie factor van tarwegries:  $4315 * 28\% = 1208$  kg ds.

Van het transport van 100 km van graandrogerij naar vermaler wordt eveneens 9.7% toegeschreven aan tarwegries. Het 'tweede' transport van 100 km, nl. dat van tarwegries van vermaler naar mengvoerbakant, wordt volledig toegeschreven aan tarwegries. Dezelfde procedure is ook toegepast bij andere co-producten.

Tabel 5. *Massa- en prijsallocatie-factoren per proces.*

Proces	Product en co-product	Massa-allocatie (%)	Prijsallocatie (%)	Bron
Teelt van gerst	1. gerstkorrels	61	88	KWIN-A (2002)
	2. gerstestro	39	12	
Teelt van tarwe	1. tarwekorrels	63	88	KWIN-A (2002)
	2. tarwestro	37	12	
Malen van tarwe	1. tarwemeel	72	89	KWIN-A (2002); Van Dijk (2001)
	2. tarwegries	28	11	
Persing koolzaad	1. koolzaadolie	36	67	Borm (2005); Cederberg (1998)
	2. koolzaadschilfers	64	33	
Persing soja	1. sojaolie	17	32	Cederberg & Flysjö (2004)
	2. sojaschilfers	80	68	
Kaasproductie	1. kaas	10	95	Brand & Melman (1993)
	2. wei	90	5	



## 5. Resultaten en discussie

Aan de hand van voorgaande informatie is berekend wat het energieverbruik van teelt, droging en verdere verwerking van elk mengvoeringrediënt is en hoeveel energie gemoeid is met transport van akker naar mengvoerindustrie (al dan niet via een tussenschakel) en, tenslotte, van mengvoerfabrikant naar varkenshouderijbedrijf. Op basis van de behoefte per vleesvarkensplaats (afgekort: vvp) per jaar aan elk ingrediënt kan vervolgens het energieverbruik van de mengvoerproductie per vvp per jaar berekend worden. Resultaten van deze berekeningen zijn vermeld in Tabel 6. Op basis van het energieverbruik van mengvoerproductie en CO<sub>2</sub> emissiefactoren is de daarmee gepaard gaande CO<sub>2</sub> emissie berekend, eveneens per afzonderlijk ingrediënt en per vvp per jaar. Berekende CO<sub>2</sub> emissies zijn vermeld in Tabel 7.

Het energieverbruik van teelt, droging en/of verwerking (dus exclusief transport) van de diverse mengvoeringrediënten loopt uiteen van 368 MJ per ton ds tot 19906 MJ per ton ds (Tabel 6). Het energieverbruik van een ingrediënt is hoger naarmate de opbrengst per ha van het oorspronggewas lager is, het ingrediënt intensiever gedroogd moet worden en/of het ingrediënt meerdere processen heeft doorlopen. Het energieverbruik van sterk ingedroogde ingrediënten (weipoeder, aardappelwit) is het hoogst (20000-7000 MJ per ton ds), maar ook soja en koolzaadschilfers kennen een relatief hoog energieverbruik (2500 MJ per ton ds). Ook het aan kaaswei toegerekende energieverbruik is hoog (5000 MJ per ton ds, 300 MJ per ton product) ondanks dat het een 'laagwaardig' bijproduct is van de kaasbereiding. Zaden van granen kennen een relatief laag energieverbruik (1000 MJ per ton ds). Tot de grote groep 'middenmoters' met een energieverbruik tussen de 1500 en 2350 MJ per ton ds behoren onder andere erwten, lupinen, veldbonen en maïs. Het energieverbruik van het graanbijproduct tarwegries is het laagst. Het energieverbruik voor transport van in Nederland geteeld ingrediënten is aanzienlijk lager dan het energieverbruik voor teelt, droging en verwerking: transport is 'slechts' verantwoordelijk voor 5-15% van het totale energieverbruik van het betreffende ingrediënt. Voor ingrediënten uit andere Europese landen bedraagt het transportaandeel tussen de 20 en 50%. Transportenergie van ingrediënten die van andere continenten worden aangevoerd is hoger dan het energieverbruik voor teelt, droging en verwerking.

Aan de hand van de energieprijzen van afzonderlijke ingrediënten kan het energieverbruik van complete rantsoenen (in MJ per vvp per jaar) worden berekend (Tabel 6). In afnemende volgorde bedraagt het energieverbruik in Scenario 3 2480 MJ per vvp per jaar, in de Huidige situatie 2275 MJ, in Scenario 2 1950 MJ en in Scenario 1 1700 MJ. Uitgedrukt in liters diesel – een wat herkenbaardere eenheid – bedraagt het energieverbruik per vvp per jaar 63, 57, 49 en 43 liter.

Het verschil tussen de Huidige situatie en Scenario 1 bedraagt 570 MJ per vvp. Dit is dus de hoeveelheid energie die ten opzichte van de huidige situatie bespaard zou worden indien alle ingrediënten van binnenlandse oorsprong zijn. De besparing stemt overeen met 14.5 liter diesel per vvp per jaar. De besparing in Scenario 2 bedraagt 330 MJ per vvp (8.3 liter diesel). Het 'duurste' rantsoen is dat van Scenario 3, ondanks dat dit volledig is samengesteld uit binnenlandse ingrediënten. Het hoge energieverbruik wordt veroorzaakt door het gebruik van de energie-intensieve ingrediënten verse kaaswei en weipoeder. Overschakelen op dit rantsoen zou ten opzichte van de Huidige situatie 5.2 liter diesel per vvp extra kosten.

CO<sub>2</sub> emissie is sterk gekoppeld aan energieverbruik. Daarom is het algemene beeld zoals dat uit Tabel 7 naar voren komt sterk gelijk aan dat van Tabel 6. De CO<sub>2</sub> emissie per vvp is het hoogst in Scenario 3 en het laagst in Scenario 1. Het verschil tussen het Huidig rantsoen en Scenario 1 bedraagt 40 kg CO<sub>2</sub> per vvp. De besparing in Scenario 2 bedraagt 25 kg CO<sub>2</sub> per vvp.

Bij de interpretatie van bovenstaande cijfers moet bedacht worden dat die niet de absolute omvang van het totale energieverbruik c.q. CO<sub>2</sub> emissie van mengvoerproductie representeren. Immers bij het kwantificeren van het energieverbruik in de mengvoerproductieketen is een aantal posten buiten beschouwing gelaten. Belangrijke buiten beschouwing gelaten energieposten betreffen zaaizaadproductie en bemesting. Voor wat betreft bemesting gaat het dan met name om het energieverbruik dat gepaard gaat met de productie van dierlijke mest en andere meststoffen en transporten daarvan. Het buiten beschouwing laten van een deel van de energieposten leidt ertoe dat geen uitspraken gedaan kunnen worden in de trant van 'het energieverbruik in Scenario 3 is x keer groter dan in Scenario 1'.

Tabel 6. Productie- en transportenergie van ingrediënten en rantsoenen in Huidige situatie en Scenario's 1 t/m 3. Per rantsoen zijn ingrediënten vermeld in volgorde van afnemende energieprijzen per ton ds.

Ingrediënt	Herkomst	Energie			Behoefte (kg ds vvp <sup>-1</sup> )	Energie (MJ vvp <sup>-1</sup> )	Relatieve bijdrage (%)
		productie <sup>1</sup> (MJ ton <sup>-1</sup> ds)	transport (MJ ton <sup>-1</sup> ds)	totaal (MJ ton <sup>-1</sup> ds)			
Huidige situatie							
Aardappeleiwit	NL	7111	287	7398	16	116	5
Lupine	Australië	2329	3151	5480	5	28	1
Sojaboon	Brazilië	2200	2821	5021	50	249	11
Sojaboon	I	2511	1322	3833	12	47	2
Erwt	D,DK,F,S	2356	1322	3678	132	486	3
Koolzaadschilfers	D,F	2499	592	3091	10	31	1
Sesamzaadschilfers	Afrika, Azië	2499	471	2970	25	73	21
Gerst	D,F,DK,B,CS,S	1474	1322	2797	110	307	13
Lupine	D,F,O-Europa	1443	1322	2766	29	80	4
Koolzaadschilfers	NL	2499	207	2706	3	7	0
Tarwe	D,DK,F,I,B	1109	1322	2432	157	381	17
Gerst	NL	1112	156	1267	27	35	2
Tarwe	NL	925	156	1080	52	56	2
Tarwegries	D,F,B	444	284	727	12	9	0
Tarwegries	NL	368	171	539	4	2	0
Assemblage en transport mengvoerbakant - varkenshouderijbedrijf						368	16
Totaal					643	2275	100
Scenario 1 (100% inlands)							
Aardappeleiwit	NL	7111	287	7398	9	69	4
Sojaboon	I	2511	1322	3833	2	9	1
Koolzaadschilfers	NL	2499	207	2706	162	439	26
Erwt	NL	2356	156	2512	182	457	27
Mais	NL	2274	156	2430	49	119	7
Veldboon	NL	2104	156	2259	2	4	0
Lupine	NL	1443	156	1599	3	4	0
Gerst	NL	1112	156	1267	10	12	1
Tarwe	NL	925	156	1080	211	228	13
Assemblage en transport mengvoerbakant - varkenshouderijbedrijf						361	21
Totaal					630	1702	100

<sup>1</sup> Energie voor teelt, droging en verwerking.



Vervolg Tabel 6.

Ingrediënt	Herkomst	Energie			Behoefte (kg ds vvp <sup>-1</sup> )	Energie (MJ vvp <sup>-1</sup> )	Relatieve bijdrage (%)
		productie <sup>1</sup> (MJ ton <sup>-1</sup> ds)	transport (MJ ton <sup>-1</sup> ds)	totaal (MJ ton <sup>-1</sup> ds)			
Scenario 2 (50% inlands)							
Aardappelwit	NL	7111	287	7398	2	18	1
Sojaschilfers	I	3890	1055	4945	21	106	5
Sojaboon	I	2511	1322	3833	9	36	2
Mais	F,D,B,I	2188	1322	3511	41	144	7
Koolzaadschilfers	D,F	2499	592	3091	137	422	22
Erwt	NL	2356	156	2512	192	482	25
Tarwe	D,DK,F,I,B	1109	1322	2432	86	210	11
Mais	NL	2274	156	2430	10	25	1
Gerst	NL	1112	156	1267	24	31	2
Tarwe	NL	925	156	1080	106	114	6
Assemblage en transport mengvoerbakant - varkenshouderijbedrijf						360	18
Totaal					629	1947	100
Scenario 3 (100% inlands; reststromen)							
Weipoeder	NL	19906	574	20480	42	865	35
Kaaswei	NL	4958	4783	9741	91	885	36
Veldboon	NL	2104	156	2259	81	183	7
Lupine	NL	1443	156	1599	146	233	9
CCM kuil	NL	933	0	933	140	130	5
Triticale kuil	NL	594	0	594	61	36	1
Assemblage en transport mengvoerbakant - varkenshouderijbedrijf						150	6
Totaal					560	2483	100

<sup>1</sup> Energie voor teelt, droging en verwerking.

Tabel 7. CO2 emissie als gevolg van productie en transport van ingrediënten en rantsoenen in Huidige situatie en Scenario's 1 t/m 3. Per rantsoen zijn ingrediënten vermeld in volgorde van afnemende CO2 emissie per ton ds.

Ingrediënt	Herkomst	CO2 emissie			Behoefte (kg ds vvp <sup>-1</sup> )	CO2 emissie (kg vvp <sup>-1</sup> )	Relatieve bijdrage (%)
		productie <sup>1</sup> (kg ton <sup>-1</sup> ds)	transport (kg ton <sup>-1</sup> ds)	totaal (kg ton <sup>-1</sup> ds)			
Huidige situatie							
Aardappeleiwit	NL	556	21	577	16	9	5
Lupine	Australië	180	235	415	5	2	1
Sojaboon	Brazilië	169	210	380	50	19	10
Sesamzaadschilfers	Afrika, Azië	214	106	320	25	8	4
Sojaboon	I	193	99	291	12	4	2
Erwt	D,DK,F,S	181	99	279	132	37	19
Koolzaadschilfers	D,F	214	44	258	10	3	1
Koolzaadschilfers	NL	214	15	229	3	1	0
Gerst	D,F,DK,B,CS,S	111	99	210	110	23	12
Lupine	D,F,O-Europa	112	99	210	29	6	3
Tarwe	D,DK,F,I,B	84	99	182	157	29	15
Gerst	NL	84	12	96	273	3	1
Tarwe	NL	70	12	82	52	4	2
Tarwegries	D,F,B	34	21	55	12	1	0
Tarwegries	NL	28	13	41	4	0	0
Assemblage en transport mengvoerbakant - varkenshouderijbedrijf						43	23
Totaal					643	190	100
Scenario 1 (100% inlands)							
Aardappeleiwit	NL	556	21	577	9	5	4
Sojaboon	I	193	99	291	2	1	0
Koolzaadschilfers	NL	214	15	229	162	37	25
Mais	NL	180	12	192	49	8	6
Erwt	NL	181	12	192	182	35	23
Veldboon	NL	161	12	173	2	0	0
Lupine	NL	112	12	123	3	0	0
Gerst	NL	84	12	96	10	1	1
Tarwe	NL	70	12	82	211	17	12
Assemblage en transport mengvoerbakant - varkenshouderijbedrijf						42	28
Totaal					630	149	100

<sup>1</sup> Emissie tijdens teelt, droging en verwerking.

Vervolg Tabel 7.

Ingrediënt	Herkomst	CO2 emissie			Behoefte (kg ds vvp <sup>-1</sup> )	CO2 emissie (kg vvp <sup>-1</sup> )	Relatieve bijdrage (%)
		productie <sup>1</sup> (kg ton <sup>-1</sup> ds)	transport (kg ton <sup>-1</sup> ds)	totaal (kg ton <sup>-1</sup> ds)			
Scenario 2 (50% inlands)							
Aardappelwit	NL	556	21	577	2	1	1
Sojaschilfers	I	333	79	412	21	9	5
Sojaboon	I	193	99	291	9	3	2
Mais	F,D,B,I	173	99	272	41	11	7
Koolzaadschilfers	D,F	214	44	258	137	35	21
Mais	NL	180	12	192	10	2	1
Erwt	NL	181	12	192	192	37	22
Tarwe	D,DK,F,I,B	84	99	182	86	16	9
Gerst	NL	84	12	96	24	2	1
Tarwe	NL	70	12	82	106	9	5
Assemblage en transport mengvoerbakant - varkenshouderijbedrijf						42	25
Totaal					629	167	100
Scenario 3 (100% inlands; reststromen)							
Weipoeder	NL	1581	43	1623	42	69	34
Kaaswei	NL	432	357	789	91	72	35
Veldboon	NL	161	12	173	81	14	7
Lupine	NL	112	12	123	146	18	9
CCM kuil	NL	71	0	71	140	10	5
Triticale kuil	NL	45	0	45	61	3	1
Assemblage en transport mengvoerbakant - varkenshouderijbedrijf						18	9
Totaal					560	202	100

<sup>1</sup> Emissie tijdens teelt, droging en verwerking.

Van der Werf *et al.* (2005) berekenden het energieverbruik van een aantal verschillende mengvoeders voor vleesvarkens, met medeneming van 'alle' energieposten. De mengvoeders betreffen een momenteel voor Bretagne representatief mengvoer, een mengvoer op basis van tarwe, een mengvoer op basis van maïs en een mengvoer op basis van co-producten. Het berekende energieverbruik van elk van deze mengvoeders bedraagt 2480, 2350, 3125 en 4385 MJ per vvp (Van der Werf *et al.*, 2005). Vanzelfsprekend zijn deze waarden hoger dan de in deze studie berekende cijfers. Voor het overige zijn directe vergelijkingen erg lastig te maken, onder andere doordat de bijdragen van transporten aan het totale energieverbruik in de Bretonse studie niet apart zijn gespecificeerd.

Om te komen tot een energieprijis van varkensvleesproductie zou ook het energieverbruik elders in de varkenshouderij gekwantificeerd moeten worden. Belangrijke buiten beschouwing gelaten energieposten elders in de varkenshouderij betreffen onder andere energieverbruik in de fokkerij en vermeerderingsfase, verwarming en elektriciteitsverbruik in de mestfase en energieverbruik bij slacht, vleesverwerking en transporten van eindproducten naar consumenten. In dit verband kan er op gewezen worden dat de relatieve concentratie van biologische varkens- en pluimveehouderij in Nederland vanuit energieoogpunt zowel voor- als nadelen heeft. De nadelen betreffen dan vooral grotere transportafstanden van zowel grondstoffen als eindproducten<sup>3</sup>. Voordelen van concentratie zijn dat in absolute zin minder installaties en gebouwen nodig zijn en dat deze ruimer gedimensioneerd kunnen worden. Naar verwachting resulteert dit in een energie-efficiëntere productie per eenheid product. Hoe de balans tussen meer energieverbruik als gevolg van grotere transportafstanden en minder energieverbruik als gevolg van minder installaties en gebouwen met een grote verwerkingscapaciteit uitvalt vergt nadere, diepgaande studie. Hier wordt de verwachting uitgesproken dat de nadelen van grotere transportafstanden zwaarder wegen dan de voordelen van minder installaties en gebouwen met een grotere capaciteit. Deze verwachting is gebaseerd op het aanzienlijke aandeel transportenergie in het totale energieverbruik van grondstoffen met een niet-Nederlandse oorsprong. In deze studie bedraagt dit aandeel 30-50% (Tabel 6), co-producten uitgezonderd. Ook in de studie van Van der Werf *et al.* (2005), met medeneming van 'alle' energieposten, was dit aandeel nog steeds aanzienlijk en bedroeg daar, gemiddeld over alle ingrediënten, 15-27%. Dit maakt dat het verhoogde energieverbruik als gevolg van grotere transportafstanden bij concentratie waarschijnlijk niet goed gemaakt kan worden door de behaalde energiewinst van minder en ruimer gedimensioneerde installaties en gebouwen.

---

<sup>3</sup> In 2004 werd 75% van de in Nederland geproduceerde biologische eieren geëxporteerd (Biologica, 2005). Exporten van biologisch pluimvee- en varkensvlees zijn voor zover bekend niet gedocumenteerd. Export van varkensvlees zal relatief gering zijn.

## 6. Conclusies

- Het energieverbruik dat gepaard gaat met de productie van het rantsoen in de Huidige situatie (85% van de ingrediënten van buitenlandse oorsprong en 15% van binnenlandse oorsprong) bedraagt 2275 MJ per vleesvarkensplaats per jaar. Dit komt overeen met 57 liter diesel.
- Het energieverbruik van de productie van het rantsoen in Scenario 1 (100% van de ingrediënten van binnenlandse oorsprong) bedraagt 1700 MJ per vleesvarkensplaats per jaar (overeenkomend met 43 liter diesel). De besparing ten opzichte van de Huidige situatie bedraagt 575 MJ, ofwel 14.5 liter diesel.
- Het energieverbruik van de productie van het rantsoen in Scenario 2 (50% van de ingrediënten van binnenlandse oorsprong, 50% van buitenlandse oorsprong) bedraagt 1950 MJ per vleesvarkensplaats per jaar (49 liter diesel). De besparing ten opzichte van de Huidige situatie bedraagt 330 MJ, ofwel 8.3 liter diesel. Het extra energieverbruik ten opzichte van Scenario 1 bedraagt 245 MJ per vleesvarkensplaats per jaar, ofwel 6.2 liter diesel.
- Het energieverbruik van de productie van het rantsoen in Scenario 3 (100% van de ingrediënten van binnenlandse oorsprong; rantsoen op basis van verse kaaswei, aangevuld met een mengvoer en twee ingekuilde voeders) is het hoogst en bedraagt 2480 MJ per vleesvarkensplaats per jaar (63 liter diesel). Deze hoge energieprijzen hangt samen met het gebruik van de relatief 'dure' ingrediënten kaaswei en weipoeder.
- De CO<sub>2</sub> emissie in elk van de scenario's laat een gelijk beeld zien als het energieverbruik. De CO<sub>2</sub> emissie is het hoogst in Scenario 3 (200 kg CO<sub>2</sub> per vleesvarkensplaats per jaar) en het laagst in Scenario 1 (150 kg CO<sub>2</sub> per vleesvarkensplaats per jaar).
- Bij het kwantificeren van het energieverbruik in de mengvoerproductieketen is een aantal posten (m.n. bemesting, zaaizaadproductie) buiten beschouwing gelaten. Bij de interpretatie van bovenstaande cijfers moet dus bedacht worden dat die niet de absolute omvang van het totale energieverbruik c.q. CO<sub>2</sub> emissie van mengvoerproductie representeren.



## Referenties

- Audsley, E. *et al.*, 1997.  
Harmonisation of environmental life cycle assessment for agriculture. Final report Concerted Action AIR3-CT94-2028. European Commission DG VI Agriculture.
- Basset-Mens, C. & H.M.G. van der Werf, 2005.  
Scenario-based environmental assessment of farming systems: the case of pig production in France. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 105: 127-144.
- Bernelot Moens, H.L. & J.E. Wolfert, 2003.  
Teelt van koolzaad. *Praktijkonderzoek Plant en Omgeving*, 35 p.
- Biologica, 2005.  
EKO-Monitor. Cijfers en trends. Jaarrapport 2004. Biologica, Utrecht, 36 p.
- Borm, G.E.L. (Red.), 2005.  
Intersectorale samenwerking in de biologische landbouw: perspectieven koolzaad. Wageningen-UR / Louis Bolk Instituut, 43 p.
- Cederberg, C., 1998.  
Life cycle assessment of milk production. A comparison of conventional and organic farming. SIK report 643, Institutet för livsmedel och bioteknik, Gothenburg, Sweden, 86 p.
- Cederberg, C. & A. Flysjö, 2004.  
Environmental assessment of future pig farming systems. Quantification of three scenarios from the FOOD 21 Synthesis Work. SIK report 723 2004, The Swedish Institute for Food and Biotechnology, Gothenburg, Sweden, 54 p.
- Corré, W., J.J. Schröder & J. Verhagen, 2003.  
Energy use in conventional and organic farming systems. *Proceedings 511*, International Fertiliser Society, York, UK, 24 p.
- Dalgaard, T., N. Halberg & J.R. Porter, 2001.  
A model for fossil energy use in Danish agriculture used to compare organic and conventional farming. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 87: 51-65.
- Dijk, A.F. van, 2001.  
Life cycle assessment van de gangbare en biologische varkenshouderij in Nederland. *Afstudeerverslag leerstoelgroep Dierlijke Productie Systemen*, Wageningen-UR, 59 p.
- Dijk, W. van & S. Zwanepol, 1993.  
Teelt van maïs. *Teelthandleiding nr. 58*. Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond / Informatie en Kennis Centrum Veehouderij, Lelystad, 126 p.
- Michaelis, P., 1998.  
Life cycle assessment of energy systems. Centre for Environmental Strategy, University of Surrey, UK.
- Sukkel, W., W.K. van Leeuwen-Haagsma, D.J.M. van Balen & J. Holwerda, 2004.  
Zeven teelten in de praktijk. *Teelthandleidingen voor biologisch geteelde gewassen*. PPO 321, *Praktijkonderzoek Plant en Omgeving / DLV Plant BV*, Lelystad, Wageningen, 95 p.
- Timmer, R.D. & P. de Jonge (Red.), 1989.  
Teelt van droge erwten. *Teelthandleiding nr. 28*, Consulentenschap in Algemene Dienst voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond / Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad, 80 p.
- Vermeij, I., 2005.  
Intersectorale samenwerking in de biologische landbouw: teelt van voedergewassen en rantsoenen voor varkens en leghennen. Wageningen-UR / Louis Bolk Instituut, 43 p.
- Vliet, J. van & L. Westerlaken, 2005.  
Beschikbaarheid en productie van biologische diervoeders. *Notitie Expertisecentrum LNV februari 2005*, 18 p.

VWA, 2003.

De diervoederketen en zijn witte vlekken in kaart gebracht. Tussenrapport Ketenganalyse Diervoedersector, Deelproject 1 en 2, Voedsel en Warenautoriteit, 95 p.

Werf, H.M.G. van der, J. Petit & J. Sanders, 2005.

The environmental impact of the production of concentrated feed: the case of pig feed in Bretagne. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 83: 153-177.



## Bijlage I.

# Rantsoensamenstelling van rantsoenen voor vleesvarkens in Huidige situatie en in Scenario's 1 t/m 3

*Rantsoensamenstelling Huidige situatie (pers. med. I. Vermeij, WUR; Van Vliet & Westerlaken, 2005)*

Ingrediënt	Herkomst	Jaarbehoefte per vleesvarkensplaats (kg versgewicht)
Gerst	Nederland	32
Gerst	Europa: D, F, DK, B, CS, S	126
Lupinen	Europa: D, F, Oost-Europa	32
Lupinen	Australië	6
Sojabonen	Europa: I	14
Sojabonen	Zuid-Amerika	56
Tarwe	Nederland	61
Tarwe	Europa: D, DK, F, I, B	182
Tarwegries	Nederland	5
Tarwegries	Europa: D, F, B	14
Koolzaadschilfers	Nederland	3
Koolzaadschilfers	Europa: D, F	11
Erwten	Europa: D, DK, F, S	152
Aardappeleiwit	Nederland	16
Sesamzaadschilfers	Afrika, Azië	26
Vitaminen/mineralen/vetten etc.	Nederland	24
<b>Totaal</b>		<b>760</b>

*Rantsoensamenstelling Scenario 1 (100% binnenlands) (Vermeij, 2005)*

Ingrediënt	Herkomst	Jaarbehoefte per vleesvarkensplaats (kg versgewicht)
Mais	Nederland	57
Tarwe	Nederland	246
Gerst	Nederland	11
Lupinen	Nederland	3
Erwten	Nederland	209
Veldbonen	Nederland	2
Sojabonen	Europa: I	3
Koolzaadschilfers	Nederland	180
Aardappeleiwit	Nederland	10
Vitaminen/mineralen/vetten etc.	Nederland	39
<b>Totaal</b>		<b>760</b>

*Rantsoensamenstelling Scenario 2 (50% binnenlands) (Vermeij, 2005)*

Ingrediënt	Herkomst	Jaarbehoefte per vleesvarkensplaats (kg versgewicht)
Maïs	Nederland	12
Maïs	Europa: F,D,B,I	48
Tarwe	Nederland	123
Tarwe	Europa: D,DK,F,I,B	100
Gerst	Nederland	28
Koolzaadschilfers	Europa: D,F	152
Erwten	Nederland	220
Sojaschilfers	Europa: I	24
Sojabonen	Europa: I	11
Aardappeleiwit	Nederland	3
Sesamzaadschilfers	Afrika, Azië	2
Vitaminen/mineralen/vetten etc.	Nederland	39
Totaal		762

*Rantsoensamenstelling Scenario 3 (binnenlandse biologische kaaswei, aangevuld met een mengvoer op basis van binnenlandse grondstoffen en twee ingekuilde voeders) (Vermeij, 2005)*

Ingrediënt	Herkomst	Jaarbehoefte per vleesvarkensplaats (kg versgewicht)
Kaaswei	Nederland	1515
Weipoeder	Nederland	44
Triticale-GPS (ingekuild)	Nederland	169
Corn-Cob-Mix (ingekuild)	Nederland	229
Veldbonen	Nederland	93
Lupinen	Nederland	162
Totaal		2212

# Onderzoeksprogramma Intersectorale Samenwerking

## **Programma**

Intersectorale samenwerking in de biologische landbouw. Looptijd van 2003 tot en met 2005. Gefinancierd door het ministerie van LNV. Uitgevoerd door Wageningen UR en Louis Bolk Instituut.

## **Waarom**

De biologische landbouw krijgt het nog niet voor elkaar de kringloop vergaand te sluiten, terwijl dat wel een van de intenties is. Mest, voer en stro zijn vaak deels nog gangbaar en/of worden vanuit het buitenland geïmporteerd. Ook ontbreken retourstromen vanuit de samenleving terug naar de biologische landbouw. Oplossingen hiervoor zijn nodig.

## **Programmaonderdelen in dit rapport**

Berekening van het energieverbruik van de productie van enkele mengvoeders, waarbij de onderzochte mengvoeders verschillen voor wat betreft de mate waarin gebruik wordt gemaakt van vanuit het buitenland geïmporteerde grondstoffen.

## **Uitvoering**

Plant Research International

## **Meer info bij**

Jules Bos  
T 0317 475938 of  
E [jules.bos@wur.nl](mailto:jules.bos@wur.nl)

## **Uitgever**

Plant Research International B.V.  
Postbus 16, 6700 AA Wageningen  
T 0317 47 70 00  
F 0317 41 80 94  
E [info.pri@wur.nl](mailto:info.pri@wur.nl)  
I [www.pri.wur.nl](http://www.pri.wur.nl)

## **Bestellen**

Meer exemplaren van dit rapport zijn te bestellen per e-mail of via de website van de uitgever.

