

# Economie van energiegewassen

M.P.J. van der Voort, R.D. Timmer, W. van Geel, W. Runia, W.J. Corré

© 2008 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving 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 Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

PPO Publicatienr. 32500608;

Dit onderzoek is mogelijk gemaakt door:



PRODUCTSCHAP AKKERBOUW

Productschap Akkerbouw  
Postbus 29739  
2502 LS Den Haag

Projectnummer: 32500608

**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.**  
Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroenten  
Adres : Edelhertweg 1, Lelystad  
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad  
Tel. : 0320 - 29 11 11  
Fax : 0320 - 23 04 79  
E-mail : [info.ppo@wur.nl](mailto:info.ppo@wur.nl)  
Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING .....	5
1 INLEIDING .....	7
1.1 Aanleiding .....	7
1.2 Leeswijzer .....	7
2 ECONOMIE VAN ENERGIEGEWASSEN .....	8
2.1 Covergistingsgewassen .....	8
2.1.1 (Energie)maïs .....	9
2.1.2 Soedangras .....	9
2.1.3 Zonnebloem .....	9
2.1.4 Massabieten .....	10
2.1.5 Miscanthus .....	10
2.1.6 Saldi covergistingsgewassen .....	11
2.2 Oliehoudende gewassen .....	13
2.2.1 Koolzaad .....	13
2.2.2 Soja .....	13
2.2.3 Oliehennep .....	13
2.2.4 Olievlas .....	14
2.2.5 Saldi oliehoudende gewassen .....	14
2.3 Bio-ethanol gewassen .....	14
2.3.1 Wintertarwe .....	14
2.3.2 Suikerbieten .....	15
2.3.3 Zetmeelaardappels .....	15
2.3.4 Maïs .....	15
2.3.5 Saldi bio-ethanol gewassen .....	16
3 CO <sub>2</sub> - EN ENERGIEBALANS ENERGIEGEWASSEN .....	17
3.1 Methodiek .....	17
3.2 Resultaten berekening CO <sub>2</sub> - en energiebalans .....	19
3.2.1 Energiebalans .....	19
3.2.2 Broeikasgassenbalans .....	21
3.2.3 Conclusie en discussie .....	23
4 EIGEN (BIO)BRANDSTOFVOORZIENING .....	24
4.1 Uitgangspunten .....	24
4.1.1 Bouwplan .....	24
4.1.2 Brandstofbehoefte .....	24
4.1.3 Ombouwkosten trekkers .....	25
4.1.4 Persen koolzaad tot olie .....	25
4.1.5 Bijproducten koolzaad teelt en verwerking .....	25
4.2 Financiële resultaten eigen brandstofvoorziening .....	26
4.3 Aandachts- en knelpunten bij eigen brandstofvoorziening .....	26
4.4 Overwegingen bij eigen biobrandstofvoorziening .....	29
5 COVERGISTINGSRANTSOENEN .....	31
5.1 Vergisting akkerbouwreststromen .....	32
5.2 Discussie per akkerbouwreststroom .....	33
6 CONCLUSIES EN DISCUSSIE .....	36
6.1 Conclusie .....	36
6.2 Discussie .....	37

GERAADPLEEGDE PERSONEN .....	39
INTERNETBRONNEN.....	39
LITERATUUR .....	40
BIJLAGE 1: SALDI COVERGISTINGSGEWASSEN .....	41
BIJLAGE 2: SALDI OLIEHOUDENDE GEWASSEN .....	52
BIJLAGE 3: SALDI BIO-ETHANOL GEWASSEN .....	56
BIJLAGE 4: BRUTO ENERGIE PRODUCTIE.....	64
BIJLAGE 5: BIOGASOPBRENGST .....	65
BIJLAGE 6: GEHANTEERDE UITGANGSPUNTEN EIGEN BRANDSTOFVOORZIENING .....	66
BIJLAGE 7: AANDACHTSPUNTEN AALTJES PER REGIO.....	74
BIJLAGE 8: TECHNISCHE ASPECTEN PERSEN EN OMBOUW TREKKERS .....	75

# Samenvatting

Bio-energie staat sterk in de belangstelling. De wens naar een meer duurzame energievoorziening is hierbij een belangrijke drijfveer. Ook vanuit de akkerbouw is er interesse in het telen van gewassen voor de productie van energie. Belangrijke vraag bij de afweging om energiegewassen te gaan telen, is het economisch perspectief. In dit onderzoek zijn de saldi voor gewassen met als teelt doel covergisting, biodiesel en bio-ethanol beoordeelt. Hierbij zijn teelttechnische en milieuaspecten meegenomen. Aanvullend is ook gekeken of, en zo ja, welke akkerbouwreststromen ingezet kunnen worden voor covergisting. Tevens is onderzocht of akkerbouwers zelf in hun eigen brandstof kunnen voorzien door de teelt en verwerking van koolzaad tot koolzaadolie.

## Saldi van energiegewassen voor covergisting, biodiesel en bio-ethanol

Voor covergistingsgewassen is een prijs per kilogram product bepaald (biogasopbrengsten minus de variabele kosten voor opslag en verwerking van het gewas bij de vergister). Op basis van de prijs en teeltaspecten bieden maïs, voederbieten (massabieten) en mogelijk soedangras het meeste perspectief. Kanttekening bij de saldi is dat de keuze voor een gewas sterk afhangt van mogelijke afvoerkosten van digestaat. Deze kosten bepalen in zeer grote mate de saldi van de covergistingsgewassen.

Bij de oliehoudende gewassen bieden koolzaad en olievlas financieel het meeste perspectief, waarbij koolzaad meer olie per hectare levert.

Bij gewassen voor bio-ethanolproductie zijn tarwe en suikerbieten het meest interessant. Ook zetmeelaardappels bieden een mogelijk perspectief. Maïs is op basis van het saldo loonwerk geen alternatief.

Voor de beoordeling van de reductie aan broeikasgasemissies per gewas is het energiedoel in grote mate bepalend. De reductie kan worden verbeterd door de inzet van de reststromen (of bijproducten) van de gewassen in de energieproductie. Het inzetten van reststromen van de gewassen leidt in praktisch alle gevallen tot een reductie aan broeikasgasemissies van meer dan 30%. De commissie Cramer hanteert de eis van ten minste 30% emissiereductie voor in Nederland ingezette biomassa. Door inzet van restproducten is het voldoen aan deze eis voor alle gewassen mogelijk.

Gewas	Saldo loonwerk in EUR/ha (excl. afvoer)	Energierendement* (zonder bijproduct)	Broeikasgas- rendement* (zonder bijproduct)
Maïs	507 – 757	82 – 83%	64 – 67%
Soedangras	640	81%	66%
Zonnebloemen	-315 – -335	78%	62%
Bieten	928 – 2.401	81 – 85%	60 – 73%
Miscanthus	-107	86%	80%
Koolzaad	757	47%	25%
Soja	326	43%	53%
Oliehennep	288	32%	-28%
Olievlas	501	47%	37%
Wintertarwe	818 – 1.046	35 – 38%	6 – 12%
Suikerbieten	565 – 1.009	34 – 35%	18 – 21%
Zetmeelaardappelen	630 – 835	35 – 38%	19 -27%
Korrelmaïs	95	40%	25%

\* Rendement is afhankelijk van gekozen inzet en route

### **Eigen brandstofteelt en verwerking**

De teelt van koolzaad en de verwerking hiervan tot koolzaadolie om hiermee in de eigen brandstofbehoefte te voorzien kost momenteel geld. In twee noordelijke regio's (Noordelijke zeeklei en Noordoostelijk Nederland) is er bij geringe stijging van de brandstofkosten wel perspectief in het telen van eigen brandstof. De prijs voor rode diesel, de ombouwkosten en de accijns zijn de belangrijkste factoren die de haalbaarheid beïnvloeden.

Voor veel regio's kan het inpassen van koolzaad in het bouwplan tot mogelijke knelpunten leiden. De bedrijven in de noordelijke regio's kennen een grotere oppervlakte. De grotere oppervlakte maakt de inpassing makkelijker en het hogere gebruik van brandstof zorgt voor lagere vaste kosten per liter brandstof (benutting van de pers).

### **Covergistingsrantsoenen**

Uit dit onderzoek is gebleken dat er geen gestandaardiseerde rantsoenen voor mestvergisting op te stellen zijn. De rantsoenen zijn sterk afhankelijk van de beschikbaarheid van reststromen. De reststromen worden veelal lokaal of regionaal betrokken. De beschikbaarheid in de regio is dus sterk bepalend voor de coproducten in het rantsoen. Stro, voeraardappels en winterpeen zijn mogelijk interessante reststromen voor covergisting.

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Er is een toenemende belangstelling voor groene energie. Naast het reduceren van broeikasgassen zijn ook de energiezekerheid en de afhankelijkheid van energie uit instabiele regio's belangrijke beweegredenen om regionaal energie te produceren. Groene energie kan gemaakt worden uit wind, zon, waterkracht en groene grondstoffen. De belangstelling in de akkerbouw voor de teelt van groene grondstoffen voor energie neemt toe, maar de vraag is of gewassen interessant zijn om opgenomen te worden in het bouwplan. Daarbij zijn meerdere factoren van belang, één van deze factoren is het gewassaldo. Hierover is beperkt informatie beschikbaar. De meeste gewassen die in het rapport worden behandeld worden nu als voedsel of veevoedergewas geteeld. Het telen van gewassen voor energieproductie zal dus met deze markten concurreren.

Dit rapport is opgesteld in opdracht van het Productschap Akkerbouw.

## 1.2 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de uitgangspunten en het economisch perspectief van gewassen voor energieproductie. Daarbij wordt onderscheid gemaakt naar:

- gewassen voor gas/elektriciteitsproductie via covergisting;
- gewassen voor de productie van biodiesel/PPO;
- gewassen voor productie van bio-ethanol.

Hoofdstuk 3 beschrijft de energie- en CO<sub>2</sub>-balans van de gewassen zoals behandeld in hoofdstuk 2.

In hoofdstuk 4 is voor een achttal bouwplannen berekend wat de consequenties zijn van volledige eigen brandstofvoorziening middels biodiesel uit eigen koolzaadproductie.

Ten slotte worden in hoofdstuk 5 de mogelijkheden van het gebruik van restproducten voor covergisting beoordeeld.

## 2 Economie van energiegewassen

In dit hoofdstuk worden de saldi van energiegewassen bepaald. Energiegewassen worden voor verschillende energiedoelen geteeld. Een aantal gewassen leent zich goed voor omzetting tot biobrandstoffen, of laten zich goed vergisten voor productie van elektriciteit en warmte. Voor biobrandstoffen is een tweedeling gemaakt naar oliehoudende gewassen en bio-ethanolgewassen. Oliehoudende gewassen kunnen als grondstof voor biodiesel, dan wel plantaardige olie ingezet worden. De bio-ethanolgewassen zijn de perspectievolle zetmeel- en suikerhoudende gewassen die kunnen worden verwerkt tot bio-ethanol. Voor de volgende gewassen zijn de saldi bepaald.

<b>Covergisting</b>	<b>Biodiesel/PPO</b>	<b>Bio-ethanol</b>
Energiemaïs	Koolzaad	Wintertarwe
Soedangras	Soja	Suikerbieten
Zonnebloem	Oliehenne	Voederbieten
Massabieten	Olievlas	Aardappels
Miscanthus		

In dit hoofdstuk worden teelttechnische en economische aspecten van een aantal energiegewassen belicht. De gewassen zijn geselecteerd op basis van de aandacht en potentie die deze gewassen hebben als grondstof voor energieproductie.

Voor alle berekeningen geldt dat ze momentopnamen zijn. De saldi uit de KWIN akkerbouw zijn gebaseerd op langjarige gemiddelde prijzen en opbrengsten. Doordat deze langjarige gegevens nog niet beschikbaar zijn voor energiegewassen zijn de prijzen voor het hoofdproduct gebaseerd op huidige marktprijzen. Fluctuaties in deze prijzen hebben direct invloed op het saldo. De berekende saldobladen zijn per gewas en regio opgenomen als bijlage van het rapport.

De teeltgegevens zijn bepaald op basis van expertinschattingen en literatuur. Eventuele aanpassingen in of opties voor de teelt zijn per gewas benoemd.

### 2.1 Covergistingsgewassen

Een aantal gewassen wordt geteeld om te worden vergist als coproduct in een mestvergister. Een volledige plantaardige vergisting is in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten omdat dit in Nederland nauwelijks wordt toegepast. Per gewas zijn teelttechnische aanpassingen beoordeeld. Het gewijzigde teeltdoel kan teeltaanpassingen mogelijk maken, omdat voederwaarde of kwaliteit van ondergeschikt belang zijn ten opzichte van de massa. Op basis van de opbrengsten in droge stof per ha (kg ds/ha) is bepaald hoeveel biogas een gewas kan produceren. De hoeveelheid elektriciteit minus de variabele kosten voor toediening van het coproduct in de vergister bepalen een mogelijke prijs per kilogram droge stof. De prijs en de teelttechnische gegevens zijn gebruikt om per covergistingsgewas een saldo te bepalen.

Na vergisting blijft een restproduct over van mest en coproduct, het digestaat. Het digestaat mag, onder voorwaarden, als dierlijke mest worden afgevoerd. De afvoerkosten zijn sterk afhankelijk van de situatie per vergister. Staat de vergister bij een veehouderijbedrijf, dan kan het noodzakelijk zijn al het digestaat af te voeren. Indien de vergister op het akkerbouwbedrijf staat kan veelal het digestaat op het bedrijf worden aangewend. De eventuele afvoerkosten zijn sterk van invloed op het financiële resultaat. Hieronder worden per covergistingsgewas de belangrijkste teeltaspecten benoemd. Daarna volgende de saldi van covergistingsgewassen.



### 2.1.1 (Energie)maïs

Energiemaïs verschilt nauwelijks van snijmaïs. Het veranderde teeltdoel maakt dat methaanopbrengst belangrijker is dan de voederwaarde. De teelt is gericht op massa en niet op KVEM. De teeltgegevens zijn bepaald voor de regio's Noordelijk zeelei, Veenkoloniën en Zuidoost Nederland. Daarbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd.

- Opbrengst is op basis van droge stof. De opbrengst voor de Veenkoloniën is gebaseerd op vochthoudende dalgrond; in Zuidoost Nederland kan droogtegevoelige grond een beperkende factor zijn;
- Voor zaaizaad is uitgegaan van eenheden van 50.000 zaden (15-20 kg). Zaaizaad is duur en ds-opbrengst neemt weinig toe bij hogere plantdichtheden. De risico's voor legering en rot wel;
- Voor bemesting blijft de optimale N-gift gelijk aan snijmaïs. Een hogere gift geeft geen voordeel. Bemesting is gebaseerd op voldoende P en K-getallen via bouwplanbemesting enerzijds en anderzijds voorziening via (kostenloze) dierlijke mest en fosfaatrijenbemesting bij het zaaien;
- Onkruidbestrijding is gelijk aan de onkruidbestrijding in snijmaïs;
- Met betrekking tot de overige productgebonden kosten lijkt een N-min monster niet rendabel voor deze teelt;
- Teelt is gebaseerd op energimaïsteelt op een akkerbouwbedrijf;
- Het product wordt ingekuuld (zonder grote verliezen als ds% op niveau is) en kan zonder voorbewerking de vergister in.

### 2.1.2 Soedangras

Soedangras is een graangewas dat in Nederland vooral als groenbemester wordt geteeld.

Soedangras kan potentieel interessant zijn, omdat het in een korte teeltperiode veel massa kan produceren. Voor de teelt van soedangras zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd.

- Opbrengst is op basis van droge stof. Onvoldoende warmte en vocht zijn beperkende factoren in de akkerbouwgebieden. In de berekeningen is uitgegaan van geslaagde teelten;
- Voor bemesting zijn weinig onderzoeksgegevens beschikbaar voor de optimale N-gift. Er is daarom gekozen voor een beperkte (start)gift, welke waarschijnlijk voldoende is. Bemesting is gebaseerd op voldoende P en K-getallen via bouwplanbemesting enerzijds en anderzijds voorziening via (kosten-/batenloze) dierlijke mest;
- Bij de onkruidbestrijding in soedangras is chemische onkruidbestrijding niet mogelijk. Schoffelen in de beginfase van de groei zou voldoende moeten zijn. Daarna wordt het onkruid door het gewas onderdrukt;
- Er zijn geen ziekten en plagen bekend. Daarom is geen bestrijding opgenomen.

### 2.1.3 Zonnebloem

Zonnebloemen worden geteeld voor de plantsilage. Daarnaast leveren zonnebloemen olie- en vetbestanddelen. De vetbestanddelen leveren een hogere biogasopbrengst, waardoor zonnebloemen interessant kunnen zijn voor vergisting. De berekeningen zijn opgesteld voor de regio's Noordelijk zeelei, Veenkoloniën en Zuidoost Nederland. Voor de teelt zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd.

- De opbrengst is op basis van droge stof. Productie kan worden beperkt door droogte (Zuidoost Nederland), onvoldoende warmte (Noordelijke zeelei) en sclerotinia (Noordelijke zeelei en Veenkoloniën);
- Voor de zaaizaadhoeveelheid is uitgegaan van eenheden van 75.000 zaden (3-5 kg). Het zaaizaad is duur en de droge stof opbrengst neemt nauwelijks toe bij hogere dichtheden. Daarom is de zaaizaadhoeveelheid beperkt gehouden;
- Bemesting, de optimale N-gift voor zaadteelt 40-180 kg N per ha. Dit is sterk afhankelijk van grondsoort en klimaat. De optimale gift kan eventueel gekoppeld worden aan economische opbrengst. Bemesting is gebaseerd op voldoende P en K-getallen via bouwplanbemesting en anderzijds voorziening via (kostenloze) dierlijke mest;
- Knelpunt in de gewasbescherming is dat er geen toelatingen voor zonnebloemen zijn. Zonnebloemen zijn zeer gevoelig voor sclerotinia en botrytis. Onkruidbestrijding dient in de beginfase ten minste eenmaal te worden uitgevoerd;

- De oogst van zonnebloemen is vergelijkbaar aan snijmaïs, wat betreft mechanisatie en het niet berekenen van droogkosten. De inkuilbaarheid van zonnebloemen is mogelijk minder goed dan van energiemais.

#### 2.1.4 Massabieten

Massabieten zijn vergelijkbaar met voederbieten, alleen worden ze geteeld met als doel zoveel mogelijk biomassa te krijgen. De bieten leveren vooral veel organisch materiaal (biomassa) per hectare. Dit maakt massabieten interessant als covergistingsgewas. In de berekeningen zijn voor de Veenkoloniën en Noordelijke zeelei voederbieten als uitgangspunt genomen. Voor Zuidoost Nederland is gerekend met suikerbieten, omdat er geen voederbieten zijn met resistentie tegen rhizoctonia en rhizomanie. Met betrekking tot de teelt van (massa)bieten zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd.

- De opbrengst is gebaseerd op de droge stofopbrengst van (voeder)bieten en het bietenblad. Sapzuiverheid en nitraat spelen geen rol van betekenis. Het streven naar de hoogst mogelijke droge stofopbrengst wel. In het zuidoosten is een lagere opbrengst aangehouden, omdat in dit gebied zowel rhizoctonia als rhizomanie problemen geven. In de veredeling is in de voederbieten minder vooruitgang geboekt met het inkruisen van resistentie tegen deze ziekten dan in suikerbieten. Het is dus goed mogelijk dat in deze regio met suikerbieten een beter resultaat is te behalen dan met voederbieten;
- De bemesting is gebaseerd op voldoende P en K-getallen via bouwplanbemesting enerzijds en anderzijds voorziening via (kostenloze) dierlijke mest;
- De onkruidbestrijding blijft ongewijzigd. Bouwplanmaatregelen zijn van groter belang dan teeltmaatregelen;
- Bij de overige teeltkosten is de productschapheffing voor bieten gelijk gehouden;
- Voor de saldoberekening van bieten moeten het volgende worden opgemerkt. Voor de bietenteelt zijn er extra afvoerkosten voor bietenblad meegenomen in de berekening. De extrakosten hiervoor zijn €104,- per ha (Van der Voort et al., 2006). Het bietenblad wordt in de huidige teeltwijze veelal niet meer verzameld en afgevoerd.

Bij bietenteelt als coproduct kan de zaaidichtheid mogelijk omlaag. Het effect hiervan op drogestof- en energieopbrengst is onbekend. Bieten zijn moeilijk te bewaren. Het jaarrond voederbieten gebruiken als cosubstraat is waarschijnlijk niet goed mogelijk. Er zullen dan in ieder geval veel verliezen optreden. Een ander punt is dat de bieten verhakseld moeten worden voordat ze de vergister in gaan. De aanhangende grond is tevens een belangrijk aspect. Op den duur zal de aanhangende grond mogelijk te veel bezinksel geven in de vergister.

#### 2.1.5 Miscanthus

Miscanthus is een meerjarige teelt en levert veel massa per hectare middels een houtachtig stro. Het vergisten van miscanthus kan daardoor minder biogas opleveren per kilogram droge stof, omdat de tijd die nodig is om het materiaal af te breken langer is. Miscanthus wordt daarom ook wel als houtachtige grondstof gebruik in biomassakachels. In de saldoberekening is miscanthus beoordeeld als covergistingsgewas. Met betrekking tot de teelt van miscanthus zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd.

- De eerste twee jaren zijn er geen opbrengsten (oogst), hierna kan jaarlijks worden geoogst. Miscanthus kan zeker 20 tot wellicht 25 jaar op hetzelfde perceel blijven staan;
- In de saldoberekening is een periode van 10 jaar gehanteerd. Een langere periode geeft een ander financieel beeld;
- De opbrengst is op basis van een vocht percentage van 10%;
- Voor onkruidbestrijding is het noodzakelijk het eerste en mogelijk het tweede jaar mechanische onkruidbestrijding toe te passen;
- Ziekten en plagen zijn niet bekend. Gewasbescherming is daarom niet meegenomen;
- Oogst vindt plaats met een maïshakselaar met een Kemperbek.

## 2.1.6 Saldi covergistingsgewassen

Om de bruto-geldopbrengst te kunnen bepalen, wordt de biogasopbrengst per gewas bepaald. De waarde wordt op basis van de elektriciteitsprijs, inclusief MEP-subsidie en de geproduceerde hoeveelheid elektriciteit per kubieke meter biogas berekend. Het gebruik van de warmte en de hiermee samenhangende financiële opbrengsten zijn buiten beschouwing gelaten, omdat deze warmte veelal niet tot waarde kan worden gebracht.

Naast financiële opbrengsten uit elektriciteit spelen ook kosten van de vergister een rol. De kosten voor toediening, waarmee gerekend is, hebben te maken met het klaarmaken, opslaan en gebruik van het coproduct in de vergister. In de literatuur is voor soedangras, zonnebloemen en miscanthus geen informatie beschikbaar over de te verwachten kosten voor toediening. De kosten voor toediening in de vergister van soedangras zijn daarom gelijk gesteld aan weidegras. Voor zonnebloemen zijn de kosten voor toediening gelijkgesteld aan maïs. Miscanthus is gelijk gesteld aan graanstro.

De saldi (tabel 1) zijn gebaseerd op de biogasopbrengsten. In de praktijk wordt er bijvoorbeeld voor energiemaïs meer betaald, dan op basis van biogasopbrengsten verwacht zou worden (Koeken, 2006). De prijzen voor het product in de onderstaande overzichten zijn daarom indicatief. Ze geven een richting voor een mogelijk te behalen productprijs op basis van biogasopbrengsten.

De energiepremie van €45,- per hectare voor non-foodteelt is niet meegenomen. Reden hiervoor is dat de noodzakelijke administratieve eisen te veel werk vergen voor een ondernemer met kleinschalige mestvergisting. De administratieve kosten wegen dan niet op tegen de baten.

De afvoerkosten voor digestaat zijn, als extra kolom, opgenomen in de saldberekening. Bij een vergister die niet op een akkerbouwbedrijf staat, moet waarschijnlijk de mest (digestaat) afgevoerd worden. De kosten hiervoor zijn geschat op €20,- per ton. De kosten van afvoer van digestaat zijn sterk afhankelijk van de opzet en locatie van de vergister. Doordat de situatie per vergister kan verschillen is besloten deze kosten op te nemen in de berekeningen als saldo loonwerk inclusief afvoer. De saldberekeningen in de bijlage zijn gebaseerd op het saldo loonwerk zonder afvoerkosten.

Tabel 1: Saldi covergistingsgewassen per regio (in EUR/ha)

Product	Hoofd product	Bij product	Bruto-geld opbrengst	Toegerekende kosten	Saldo eigen mechanisatie	Kosten loonwerk	Saldo loonwerk	Saldo loonwerk incl. afvoer
Energiemaïs								
- Veenkoloniën	1.859		<b>1.859</b>	609	<b>1.250</b>	538	<b>712</b>	<b>-820</b>
- Noordelijke zeeklei	1.859		<b>1.859</b>	564	<b>1.295</b>	538	<b>757</b>	<b>-778</b>
- Zuidoost Nederland	1.653		<b>1.653</b>	608	<b>1.045</b>	538	<b>507</b>	<b>-855</b>
Soedangras	1.370		<b>1.370</b>	280	<b>1.090</b>	450	<b>640</b>	<b>-207</b>
Zonnebloemen								
- Veenkoloniën	698		<b>698</b>	493	<b>205</b>	520	<b>-315</b>	<b>-793</b>
- Noordelijke zeeklei	698		<b>698</b>	513	<b>185</b>	520	<b>-335</b>	<b>-813</b>
- Zuidoost Nederland	698		<b>698</b>	508	<b>190</b>	520	<b>-330</b>	<b>-808</b>
Voederbieten								
- Veenkoloniën	2.933	250	<b>3.183</b>	763	<b>2.420</b>	496	<b>1.924</b>	<b>-584</b>
- Noordelijke zeeklei	3.352	281	<b>3.634</b>	737	<b>2.897</b>	496	<b>2.401</b>	<b>-469</b>
Suikerbieten								
- Zuidoost Nederland	2.037	188	<b>2.224</b>	801	<b>1.424</b>	496	<b>928</b>	<b>-202</b>
Miscanthus	777		<b>777</b>	580	<b>197</b>	304	<b>-107</b>	<b>-1.087</b>

NON – Veenkoloniën, NZK – Noordelijke zeeklei, ZON – Zuidoostelijk Nederland

Mais (€507 - €757/ha) en bieten (€928 - €2.401/ha) hebben, als energiegewas voor covergisting, een positief saldo loonwerk. Wanneer wel afvoerkosten worden berekend kan voor geen van de covergistingsgewassen een positief saldo worden behaald. De afvoerkosten van digestaat zijn dus

van grote invloed op het resultaat van de teelt. Zonnebloemen en miscanthus leveren onvoldoende saldo op om als energiegewassen geteeld te worden.

De saldi zijn gebaseerd op elektriciteitsprijs van 0,15 cent per kilowattuur (kWh). In de opvolger van de MEP, de Stimuleringsregeling Duurzame Energie (SDE), is de vergoeding nu vastgesteld op 0,12 cent per kWh. In het geval dat deze vergoeding zo blijft, zal dit ook de saldi voor covergisting beïnvloeden. De bruto-geldopbrengst voor energiemais in de Veenkoloniën en Noordelijke zeeklei daalt dan met €540,- tot €1.319,-.

Andere elementen die niet zijn beoordeeld zijn de energiepremie en het gebruik van restwarmte. De restwarmte kan in de praktijk vaak niet of onvoldoende worden benut. Bij benutten van de restwarmte is de vergister veelal zonder subsidie rendabel te maken.

Een gewas dat wordt geteeld voor energieproductie komt in aanmerking voor energiepremie van €45,- per hectare. Hiervoor is het wel noodzakelijk dat de verwerker een contract van de verwerker en een zekerheid van €60,- per hectare afgeeft aan de Productschap Akkerbouw. Voor de subsidieregeling geldt in de EU een maximaal budget (plafond). Bij overschrijding van het budget wordt deze evenredig verdeeld over de aanvragers. De grondstoffen moeten dan met een toegelaten middel gedenatureerd worden en zo onbruikbaar worden voor de voedselketen.

Zowel voor gebruik van restwarmte en de energiepremie geldt dat het sterk afhankelijk is van de situatie op de vergister of het interessant is er gebruik van te maken.

## 2.2 Oliehoudende gewassen

In deze studie zijn vier oliehoudende gewassen beoordeeld, namelijk koolzaad, soja, oliehennepe en olievlas. Demoprojecten hebben laten zien dat de gewassen perspectiefvol zijn voor de productie van biodiesel en PPO (Pure Plantaardige Olie). Daarom zijn van deze vier gewassen saldoberekeningen uitgevoerd. De teelttechnische aspecten van koolzaad zijn gebaseerd op de KWIN 2006. De teelttechnische gegevens van soja, oliehennepe en olievlas zijn op basis van literatuur bepaald, omdat deze teelten in de praktijk nauwelijks of niet voorkomen. De gegevens geven de te verwachten teeltresultaten onder normale omstandigheden weer.

De energietoeslag van €45,- per hectare is bij oliehoudende gewassen wel meegenomen. De productie van biodiesel vindt veelal plaats op grote schaal. De administratieve lasten zullen daarom een minder grote last vormen. De energietoeslag is daarom meegenomen in de berekeningen. Dit in tegenstelling tot de berekeningen voor covergisting.

### 2.2.1 Koolzaad

Koolzaad wordt al veel gebruikt als grondstof voor biodiesel of PPO. Van een hectare kan gemiddeld 1445 liter koolzaadolie worden gewonnen. De hoeveelheid is afhankelijk van oliepercentage van het koolzaad en het rendement van de persing. Het oliepercentage voor koolzaad ligt gemiddeld op 43% olie. Met betrekking tot de teelt van koolzaad zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd.

- De opbrengst is op basis van 8% vocht bij de oogst;
- Het uitgangspunt voor het zaaizaad is hybride zaad (4 kg). Dit geeft een plantdichtheid van 35 à 40 planten per m<sup>2</sup>;
- De overige teeltgegevens zijn overgenomen uit de KWIN 2006.

### 2.2.2 Soja

Soja is in de Nederlandse landbouw bekend als input voor veevoedergrondstof. Soja kan ook als grondstof voor biodiesel dienen. Van soja kan gemiddeld 540 liter olie per hectare worden gewonnen. De hoeveelheid is afhankelijk van oliepercentage van het soja en het rendement van de persing. Voor soja ligt het oliepercentage gemiddeld op 20%. Met betrekking tot de teelt van soja zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd.

- De opbrengst is op basis van 15% vocht bij de oogst;
- Het zaaizaad is behandeld met een rhizobium-behandeling;
- Bemesting is gebaseerd op onttrekking aan de bodem. De rhizobium-behandeling maakt N-gift overbodig;
- De bestrijding van onkruid is gebaseerd op mechanische onkruidbestrijding. Er zijn geen middelen toegelaten voor het gebruik in soja;
- Voor de bestrijding van ziekten en plagen zijn geen middelen in soja toegelaten;
- Oogst vindt plaats door van stam te dorsen.

### 2.2.3 Oliehennepe

Oliehennepe is vooral een vezelgewas, maar heeft oliehoudende zaden die als biodiesel grondstof kunnen worden ingezet. Op basis van expert inschattingen zijn de volgende teelttechnische gegevens bepaald. De olieopbrengst per hectare is gemiddeld 260 liter. De hoeveelheid is afhankelijk van oliepercentage van de hennepzaden en het rendement van de persing. Voor oliehennepe ligt het oliepercentage gemiddeld op 31%. Met betrekking tot de teelt van oliehennepe zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd.

- De opbrengst is op basis van 15% vocht bij de oogst;
- De optimale zaaizaadhoeveelheid varieert tussen de 10 en de 40 kg per ha;
- De N-gift is gebaseerd op een optimale N-voorziening, bij toediening van dierlijke mest kan de kunstmest gift omlaag. Overige mestgift is op basis van onttrekking;
- Voor het oogsten van het zaad is een aangepaste combine, dan wel maïshakselaar nodig waarmee oogst van zaad en stro in één werkgang kan plaatsvinden. In dit geval is gekozen voor een combine.

## 2.2.4 Olievlas

Vlas wordt veelal geteeld voor de vezel met zaad als bijproduct. Het telen voor alleen de olie is vaak onvoldoende rendabel. De olie uit het vlas wordt wel gebruikt als natuurlijke grondstof voor verven en linoleum. De olieopbrengst ligt gemiddeld op 935 liter per hectare. De hoeveelheid is afhankelijk van oliepercentage van het zaad en het rendement van de persing. Voor olievlas ligt het oliepercentage gemiddeld op 44%. Met betrekking tot de teelt van olievlas zijn de teeltgegevens overgenomen uit Perspectief teelt van olievlas (Borm, 2005).

## 2.2.5 Saldi oliehoudende gewassen

Ter bepaling van de saldi voor de oliehoudende gewassen is afgeweken van het principe om gemiddelde prijsniveaus te hanteren, zoals dit in de KWIN gebeurt. De sterke gestegen prijzen voor agrarische producten maakt een vergelijking, op basis van prijzen in bijvoorbeeld de KWIN 2006, tussen gewassen minder reëel. Er is daarom gekozen de gemiddelde groothandelsprijzen per oktober 2007 voor oliehoudende zaden te gebruiken. De gegevens zijn verstrekt door het productschap Margarine, Vetten en Oliën (MVO, Dhr. Pouw). De opbrengst van het bijproduct is inclusief de €45,- per ha energietoeslag.

Opmerkingen bij de saldi:

- De prijs van hennepzaad is gebaseerd op middellange termijn verwachting uit Marcus, 1998;
- De stroprijs is gebaseerd op LEI BINetnet maandprijzen per oktober 2006;
- Voor alle gewassen is de energietoeslag van EUR 45,- meegerekend. In een persbericht van oktober 2007 laat de Europese Commissie weten hier een korting op door te voeren. De korting is afhankelijk van de overschrijding van de 2 miljoen hectare aan energiegewassen;
- Het stro van vlas en hennep is als stro gewaardeerd en niet als vezelproduct;
- De overige prijsgegevens zijn overgenomen uit de KWIN 2006.

Tabel 2: Saldi oliehoudende gewassen (in EUR/ha)

Product	Hoofd product	Bij product	Bruto-geld opbrengst	Toegerekende kosten	Saldo eigen mechanisatie	Kosten loonwerk	Saldo loonwerk
Koolzaad	1.456	170	<b>1.626</b>	737	<b>889</b>	132	<b>757</b>
Soja	976	170	<b>1.146</b>	506	<b>640</b>	314	<b>326</b>
Oliehennep	700	395	<b>1.095</b>	342	<b>753</b>	465	<b>288</b>
Olievlas	1.190	245	<b>1.435</b>	469	<b>966</b>	465	<b>501</b>

De saldi voor alle oliehoudende gewassen zijn positief. Koolzaad heeft het hoogste saldo (€757,-/ha). Vlas en hennep kunnen mogelijk beter presteren als de vezel tot waarde kan worden gemaakt.

## 2.3 Bio-ethanol gewassen

Voor bio-ethanolproductie worden zetmeel- en suikerhoudende gewassen ingezet. In dit onderzoek zijn vier gewassen als grondstof voor bio-ethanol beoordeeld, namelijk wintertarwe, suikerbieten, zetmeelaardappels en maïs. De teelttechnische gegevens van de gewassen zijn gebaseerd op de gangbare teelt, waarbij via experts teeltaanpassingen zijn verkregen. De gegevens geven de te verwachten teeltresultaten onder normale omstandigheden weer. Voor wintertarwe en suikerbieten is een uitsplitsing gemaakt in kleigrond en zandgrond. Voor zetmeelaardappelen is de veenkoloniën toegevoegd en voor maïs is geen verdeling naar grondsoort gemaakt.

### 2.3.1 Wintertarwe

Wintertarwe is als zetmeelproducerend gewas geschikt als grondstof voor bio-ethanolproductie. Uit wintertarwe kan, afhankelijk van grondsoort en hiermee samenhangende opbrengst, gemiddeld 3.600 tot 4.150 liter per hectare bio-ethanol worden geproduceerd. Voor de teelt van wintertarwe zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd.

- Aan de teelt van wintertarwe voor bio-ethanol verandert niet zoveel ten opzichte van de huidige teeltwijze. Huidige teelt is namelijk gericht op opbrengst en niet op kwaliteit. Ten opzichte van een baktarweteelt kan de N-bemesting lager zijn. Onbekend is hoe teeltmaatregelen het zetmeelgehalte van de tarwe beïnvloeden. De N-bemesting kan wellicht iets lager zijn, eventueel kan een 3e N-gift weglaten worden, maar dit heeft al snel gevolgen voor de opbrengst;
- De opbrengst is op basis van 15% vocht bij de oogst;
- De N-gift op kleigrond is 25 kg lager dan op basis van KWIN 2006.

### 2.3.2 Suikerbieten

Naast zetmeel, kunnen ook suikers worden omgezet tot bio-ethanol. Uit suikerbieten kan, afhankelijk van grondsoort en hiermee samenhangende opbrengst, gemiddeld 6.000 tot 6.550 liter bio-ethanol per hectare worden gewonnen. Voor de teelt van suikerbieten zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd.

- De teeltgegevens zijn overgenomen uit de KWIN 2006;
- Voor zover bekend zijn er geen teelt aanpassingen noodzakelijk.

### 2.3.3 Zetmeelaardappels

Zetmeelaardappels zijn door de hoge opbrengst in combinatie met het zetmeelgehalte ook interessant als bio-ethanol gewas. Uit zetmeelaardappels kan gemiddeld 4.700 liter bio-ethanol per hectare worden geproduceerd. Met betrekking tot zetmeelaardappelteelt zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd.

- Uitgaande van teelt van zetmeelaardappelen in alle regio's met huidige zetmeelrassen, zijn er wellicht mogelijkheden om tot hogere opbrengsten te komen. Dit kan door het kiezen van andere rassen met een mindere kwaliteit en een hogere opbrengst. Dit is niet meegenomen in de berekeningen;
- De opbrengstpotentie voor kleigrond (NZK) is hoger, maar zetmeelrassen op de kleigrond kennen een latere start en dienen eerder gerooid te worden dan in de Veenkoloniën. Hierdoor komt de opbrengst overeen met de andere twee regio's;
- Met betrekking tot de opbrengsten op zandgrond (ZON) zijn de omstandigheden ongunstiger/droger, maar door eerdere start van het seizoen zullen de opbrengsten voor zandgrond (ZON) ongeveer gelijk zijn aan de Veenkoloniën;
- Voor de bemesting is er uitgegaan van toepassing van drijfmest in najaar op kleigrond en voorjaarsgift op zand-/dalgrond. De kaligiften zijn op basis van onttrekking, want het voorkomen van blauw is niet belangrijk bij teeltdoel ethanol.

De hoeveelheid pootgoed kan wellicht omlaag en er kan goedkoper pootgoed worden gebruikt. Tijdens de oogst en het opscheppen is kwaliteit minder belangrijk als voor zetmeelteelt. Er kan daarom op snelle/grovere manier geoogst en opgeschept worden. Dit is niet meegenomen in de berekeningen.

### 2.3.4 Maïs

Korrelmaïs en CCM lijken qua teelt grotendeels op elkaar. De oogst is echter verschillend. Bij korrelmaïs wordt alleen de korrel geoogst en bij CCM de gehele kolf. Uit CCM maïs kan gemiddeld 1.900 liter bio-ethanol per hectare worden gewonnen. Met betrekking tot de teelt van maïs zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd.

- Voor de teelt van bio-ethanol lijkt CCM het meest geschikt;
- Voor de opbrengst is uitgegaan van het gemiddelde op zandgrond; op betere zandgronden en klei zijn opbrengsten tot 14 ton (vers; met 30% vocht) mogelijk;
- De opbrengst is gebaseerd op verse opbrengst van 11,5 ton/ha; uitgaande van vochtpercentage van 30% bij oogst en inkuilen is dit 8 ton ds./ha;
- Het restant (bijproduct) gewas/stro na CCM oogst kan als coproduct naar een vergistingsinstallatie. Opbrengst van het stro is op basis van droge stof;
- Voor de bemesting is uitgegaan van gebruik van 30 ton varkensmest. Baten van de mest en kosten voor toediening zijn niet berekend;
- De fosfaattoediening vindt plaats via rijenbemesting bij het zaaien;
- Het oogsten en inkuilen vindt plaats met een vochtpercentage van ca. 30% vocht.

### 2.3.5 Saldi bio-ethanol gewassen

Voor de bepaling van de saldi voor bio-ethanol gewassen is een vergelijkbare aanpak gehanteerd als bij de oliehoudende gewassen. Gekozen is voor het hanteren van de marktprijs ten opzichte van een langjarig gemiddelde. De gekozen aanpak sluit aan op wat gebruikelijk is in de markt. De huidige projecten hanteren marktprijzen voor de inkoop van hun product/grondstoffen. Een aantal marktpartijen geeft aan dat zij om deze reden geen vaste grondstof kiezen. In de planvorming van een aantal van de bio-ethanolproducties wordt rekening gehouden met de 'multi-feed' optie. Dit wil zeggen dat er meerdere producten kunnen worden verwerkt tot bio-ethanol. Voor de bio-ethanolproductie is het beschikken over goedkope warmte essentieel. De bio-ethanolproductie vergt een aanzienlijke hoeveelheid proceswarmte. Veel projecten/plannen zijn nabij locaties met een warmtebron. Dit kan bijvoorbeeld een mestvergister zijn.

Het bijproduct bestaat uit het bijproduct en de €45,- per hectare energietoeslag. Voor suikerbieten bestaat het bijproduct uit de energietoeslag en de toeslagen voor suikergehalte en winbaarheid. Er zijn geen projecten in Nederland die suikerbieten verwerken tot bio-ethanol. Er is daarom aangenomen het suikergehalte en winbaarheid als vergoeding te behouden. Voor zetmeelaardappels bestaat het bijproduct uit de energietoeslag en de bewaarvergoeding.

Opmerkingen bij de saldi:

- De prijs van tarwe, korrelmaïs en de stroproducten is gebaseerd op LEI BINetnet maandprijzen per mei 2007;
- Voor alle gewassen is de energietoeslag van EUR 45,- meegerekend. In een persbericht van oktober 2007 laat de Europese Commissie weten in 2007 hier een korting op door te voeren. De korting is afhankelijk van de overschrijding van de 2 miljoen hectare;

De overige prijsgegevens zijn overgenomen uit de KWIN 2006.

Tabel 3: Saldi bio-ethanol gewassen (in EUR/ha)

Product	Hoofd product	Bij product	Bruto-geld opbrengst	Toegerekende kosten	Saldo eigen mechanisatie	Kosten loonwerk	Saldo loonwerk
Wintertarwe (klei)	1.373	347	<b>1.719</b>	558	<b>1.161</b>	115	<b>1.046</b>
Wintertarwe (zand)	1.190	313	<b>1.503</b>	583	<b>920</b>	102	<b>818</b>
Suikerbieten (klei)	2.176	203	<b>2.379</b>	978	<b>1.401</b>	392	<b>1.009</b>
Suikerbieten (zand)	2.016	108	<b>2.124</b>	1.167	<b>957</b>	392	<b>565</b>
Zetmeelaardappels	2.002	180	<b>2.182</b>	1.552	<b>630</b>		
NON							
Zetmeelaardappels (klei)	2.002	180	<b>2.182</b>	1.347	<b>835</b>		
Zetmeelaardappels (zand)	2.002	180	<b>2.182</b>	1.447	<b>736</b>		
Maïs	1.308	370	<b>1.678</b>	575	<b>1.103</b>	1.008	<b>95</b>

Op basis van de saldi is de teelt van wintertarwe (voerkwaliteit) op klei en op zand financieel het meest aantrekkelijk. Suikerbieten en zetmeelaardappels zijn mogelijk ook interessant. De CCM maïs blijft qua saldo loonwerk duidelijk achter bij de andere bio-ethanolgewassen. Marktpartijen geven aan dat de grondstof tegen marktprijs wordt ingekocht. De graanprijs mag maximaal tussen de 0,15 tot 0,20 cent per kilogram liggen om rendabel bio-ethanol te kunnen produceren. Momenteel ligt de prijs voor graan boven de 0,20 cent per kilogram. Dit zou betekenen dat marktpartijen onder de huidige omstandigheden geen graan zullen inzetten.



## 3 CO<sub>2</sub>- en energiebalans energiegewassen

De milieuprestaties van energiegewassen zijn voor producenten een belangrijk punt. De milieuprestaties van energiegewassen worden vaak beoordeeld aan de hand van de energie- en CO<sub>2</sub>-balans. De overheid gebruikt de criteria voor biomassa van de Commissie Cramer om de feitelijke prestaties van bio-energie te beoordelen. Eén van de criteria is een reductie van de uitstoot aan broeikasgassen van ten minste 30%. De energie- en CO<sub>2</sub>-balans zijn bepaald op basis van de in hoofdstuk 2 gebruikte opbrengst- en teeltgegevens, verzameld op basis van gewas en voor een aantal gewassen tevens op basis van grondsoort en/of regio.

### 3.1 Methodiek

Voor de berekening van de CO<sub>2</sub>- en energiebalans zijn de gewasopbrengsten uit hoofdstuk 2 gebruikt. Vervolgens is de energie-efficiënte en broeikasgasbalans voor verschillende energieproductiemethoden (covergisting, biodiesel en bio-ethanol) berekend.

Voor alle gewassen is een basisberekening gemaakt voor de primaire energieroute, zonder productie van energie uit eventuele rest- of bijproducten. Voor de gewassen voor ethanol- of biodieselproductie is tevens een variant berekend waarin de restproducten omgezet zijn in energie: via vergisting van restanten van ethanolproductie en verbranding van resten van biodieselproductie. Daarnaast is voor de gewassen die stro produceren een variant berekend waarin bovendien energie is geproduceerd uit stro via verbranding. Onder 'verbranding' wordt steeds verstaan coverbranding in een steenkolencentrale, als de meest efficiënte methode van verbranding. Voor miscanthus is tevens een variant doorgerekend met verbranding in een biomassacentrale. Dit levert ongeveer 19% minder elektriciteit en 20% meer warmte op. Verondersteld is dat de bij (co-) verbranding vrijkomende warmte niet benut wordt en de bij (co-) vergisting vrijkomende warmte alleen gedeeltelijk binnen het vergistingsproces benut wordt. De dan nog resterende warmte uit (co-) vergisting wordt wel benut waar het de restanten van ethanolproductie betreft, hier kan de warmte gebruikt worden voor de destillatie van ethanol.

In de tabel 4 zijn de verschillende doorgerekende varianten beschreven.

De gebruikte gegevens (emissiefactoren) komen overeen met de Energie- en klimaatmeetlat. SenterNovem werkt aan een CO<sub>2</sub>-tool voor biobrandstoffen. De CO<sub>2</sub>-tool wordt gebruikt om de prestaties van biobrandstoffen te bepalen. De CO<sub>2</sub>-tool moet eenheid geven in de berekening van de prestaties in het kader van de eis van 30% reductie van de commissie Cramer. Maar de emissiefactoren die voor de CO<sub>2</sub>-tool worden gebruikt, zijn nog niet openbaar gemaakt. Verschil in gehanteerde emissiefactoren kan leiden tot andere uitkomsten. Het verschil in de uitkomsten zal waarschijnlijk beperkt zijn.

Tabel 4: Varianten voor modelberekeningen

Variant	Gewas	Regio/grondsoort	Route (doel)	Energieproductie
1	Energiemaïs	Veenkoloniën (VK)	co-vergisting	elektriciteit
2		Noordelijke zeeklei		elektriciteit
3		(NON)		elektriciteit
4	Soedangras	Zuidoostelijk NL (ZON)		elektriciteit
5	Zonnebloem			elektriciteit
6	Massabieten			elektriciteit
7		Veenkoloniën (VK)		elektriciteit
8		Noordelijke zeeklei (NZK) Zuidoostelijk NL (ZON)		elektriciteit
9	Miscanthus		co- verbranding	elektriciteit
10			verbranding	elektriciteit
			verbranding	
11	Koolzaad		biodiesel	-- alleen biodiesel
12				+ verbranding restproducten
13				+ verbranding restpr. en stro
14	Soja			-- alleen biodiesel
15				+ verbranding restproducten
16				+ verbranding restpr. en stro
17	Oliehennep			-- alleen biodiesel
18				+ verbranding restproducten
19				+ verbranding restpr. en stro
20	Olievlas			-- alleen biodiesel
21				+ verbranding restproducten
22				+ verbranding restpr. en stro
23	Suikerbieten	Klei	ethanol	-- alleen ethanolproductie
24				+ vergisting restproducten
25		Zand		-- alleen ethanolproductie
26				+ vergisting restproducten
27	Aardappelen	Noordelijke zeeklei		-- alleen ethanolproductie
28		(NZK)		+ vergisting restproducten
29				-- alleen ethanolproductie
30		Zuidoostelijk NL (ZON)		+ vergisting restproducten
31				-- alleen ethanolproductie
32		Noord-oost NL (NON)		+ vergisting restproducten
33	Wintertarwe			-- alleen ethanolproductie
34		Klei		+ vergisting restproducten
35				+ verg. restpr. en verbr. stro
36				-- alleen ethanolproductie
37		Zand		+ vergisting restproducten
38				+ verg. restpr. en verbr. stro
39	Korrelmaïs			-- alleen ethanolproductie
40		Zand		+ vergisting restproducten
41				+ verg. restpr. en verbr. stro

## 3.2 Resultaten berekening CO<sub>2</sub>- en energiebalans

### 3.2.1 Energiebalans

De energiebalans is gedefinieerd als het verschil tussen bruto energieopbrengst en energieverbruik: de netto energieopbrengst. De netto energieopbrengst is in de eerste plaats afhankelijk van de bruto energieopbrengst, maar door de aanzienlijke verschillen in energieverbruik gaat de hoogste bruto energieopbrengst niet samen met de hoogste netto energieopbrengst. De bruto energieopbrengsten zijn het hoogst bij de ethanolgewassen, maar door een lager energieverbruik liggen de netto energieopbrengsten hoger bij de gewassen voor vergisting en verbranding. De oliehoudende gewassen blijven achter bij zowel de bruto als de netto energieproductie. De energiebalans is voor de doorgerekende gewassen en varianten weergegeven in tabel 5.

Als indicator voor de geschiktheid van een teelt voor energieproductie wordt vaak het energetisch rendement (netto energieproductie gedeeld door bruto energieproductie) berekend. Dit rendement is echter in de eerste plaats afhankelijk van de verwerkingswijze en daarna pas van andere factoren. Hierdoor is deze indicator minder geschikt voor het vergelijken van teelten met een verschillende verwerkingswijze en kan beter de netto energieopbrengst vergeleken worden. Ook het energetisch rendement van de doorgerekende gewassen en varianten is weergegeven in tabel 5.

#### **Bruto energie productie**

Onder bruto energie productie wordt verstaan de hoeveelheid fossiele energie die bruto bespaard kan worden door het inzetten van de betreffende gewassen voor de productie van energie. De productie van energie is voor de doorgerekende gewassen en varianten weergegeven in bijlage 4 (tabel 35). De hoeveelheid bruto energie die per hectare gewas kan worden geproduceerd is sterk afhankelijk van de opbrengst, van welke gewasdelen wel of niet voor productie van energie gebruikt worden en van de efficiëntie waarmee de biomassa omgezet wordt in energie. Deze efficiëntie is afhankelijk van de vorm van energie (ethanol, biodiesel, elektriciteit, warmte) en van de procesinrichting (bijvoorbeeld schaalgrootte).

De bruto energieproductie is klein wanneer maar een klein deel van de biomassa gebruikt wordt, bijvoorbeeld alleen de olie van olieheide voor biodieselproductie, maar kan veel hoger worden bij gebruik van de totale massa van hoog opbrengende gewassen, bijvoorbeeld suikerbiet inclusief vergisting van de restanten van de ethanolvergisting. Bij ethanolproductie is een bijkomend voordeel dat de restwarmte van elektriciteitsproductie uit biogas afkomstig van vergisting van de restanten nuttig gebruikt kan worden voor de destillatie van ethanol. De bruto energieproductie van suikerbieten zou nog verder opgevoerd kunnen worden door (co-)vergisting van het bietenblad, dat in deze berekeningen verondersteld wordt op het land achter te blijven.

#### **Energieverbruik**

Onder energieverbruik wordt verstaan alle energie die verbruikt wordt bij de teelt, transport, omzettingen en distributie van bio-energie, inclusief de energie die verbruikt wordt voor productie en transport van hulpstoffen en –middelen (bijvoorbeeld kunstmest, machines, procesinstallaties en dergelijke). Wanneer slechts uit een deel van het gewas energie geproduceerd wordt, wordt een deel van het energiegebruik op basis van economische waarde aan het overgebleven gewasdeel toegerekend. Omdat het dan meestal gaat om een minder waardevol deel (bijvoorbeeld stro) is dit in de regel slechts een klein deel van het totaal aan verbruikte energie. Het energieverbruik is afhankelijk van het gewas (hoog bij intensieve teelt, bijvoorbeeld aardappelen), de opbrengst en vooral de vorm van geproduceerde energie (bijvoorbeeld hoog voor ethanol) Vergisting van gewasresten leidt tot een lager energieverbruik in de landbouw door een verminderd kunstmestgebruik als gevolg van hergebruik van nutriënten in het overgebleven digestaat. Het verbruik van energie is voor de doorgerekende gewassen en varianten weergegeven in tabel 5.

Tabel 5: Energiebalans

Variant	Gewas		Bruto energie GJ ha <sup>-1</sup>	Energie verbruik landbouw GJ ha <sup>-1</sup>	Energie verbruik overig GJ ha <sup>-1</sup>	Energie verbruik totaal GJ ha <sup>-1</sup>	Netto energie GJ ha <sup>-1</sup>	Netto energie Rende-ment
1	Maïs VK	co-vergisting	161.1	10.5	17.4	27.9	133.2	83%
2	Maïs NZK	co-vergisting	161.1	10.5	17.4	27.9	133.2	83%
3	Maïs ZON	co-vergisting	143.2	10.7	15.5	26.2	117.0	82%
4	Soedangras	co-vergisting	107.4	8.3	11.6	19.9	87.4	81%
5	Zonnebloem	co-vergisting	80.5	8.9	8.7	17.6	62.9	78%
6	Massab. VK	co-vergisting	196.9	9.0	21.3	30.3	166.5	85%
7	Massab. Klei	co-vergisting	219.3	9.9	23.7	33.6	185.6	85%
8	Massab.ZON	co-vergisting	134.2	11.5	14.5	26.0	108.2	81%
9	Miscanthus	co-verbranding	199.2	10.8	16.1	26.9	172.2	86%
10		verbranding	161.5	10.8	14.1	24.9	136.6	85%
11	Koolzaad	biodiesel	65.7	11.7	22.8	34.5	31.1	47%
12		+ resten	98.2	14.6	26.5	41.1	57.0	58%
13		+ resten + stro	132.7	15.1	29.4	44.5	88.3	66%
14	Soja	biodiesel	26.1	3.1	11.8	14.9	11.2	43%
15		+resten	59.6	5.3	12.2	17.5	42.1	71%
16		+ resten + stro	94.2	6.0	14.9	20.9	73.3	78%
17	Oliehennep	biodiesel	14.4	4.3	5.2	9.5	4.9	32%
18		+ resten	24.0	5.8	10.6	16.4	7.6	48%
19		+ resten + stro	111.2	11.0	14.8	25.8	95.1	79%
20	Olievlas	biodiesel	44.3	7.0	16.3	23.3	21.0	47%
21		+ resten	63.3	8.8	17.9	26.7	36.7	58%
22		+ resten + stro	118.6	9.9	22.1	32.0	86.6	73%
23	Suikerbieten	ethanol	169.3	15.8	94.8	110.6	58.6	35%
24	klei	+ resten	240.6	14.5	99.6	114.1	122.2	53%
25	Suikerbieten	ethanol	154.9	14.8	86.8	101.6	53.3	34%
26	zand	+ resten	220.2	13.5	92.5	106.0	115.2	52%
27	Aardappelen	ethanol	191.8	28.8	96.7	125.5	66.3	35%
28	NZK	+ resten	210.7	26.4	97.8	124.2	86.6	41%
29	Aardappelen	ethanol	191.8	23.2	96.7	119.9	71.9	38%
30	ZON	+ resten	210.7	20.6	97.9	118.5	92.2	44%
31	Aardappelen	ethanol	191.8	25.0	96.6	121.6	70.2	37%
32	NON	+ resten	210.7	22.4	97.9	120.3	90.4	43%
33	Wintertarwe	ethanol	94.2	14.4	44.4	58.8	35.4	38%
34	Klei	+ resten	131.1	11.9	46.9	58.8	72.4	55%
35		+ resten + stro	190.9	14.3	51.8	66.1	124.8	65%
36	Wintertarwe	ethanol	81.6	13.7	39.1	52.8	28.9	35%
37	Zand	+ resten	113.7	11.6	41.2	52.8	60.9	54%
38		+ resten + stro	166.8	13.9	45.0	58.9	107.9	65%
39	Korrelmaïs	ethanol	83.7	10.8	39.3	50.1	33.5	40%
40		+ resten	116.6	8.7	71.5	50.2	66.3	57%
41		+ resten + stro	202.9	13.1	48.7	61.8	141.0	70%

Uit maïs voor covergisting (variant 1) 161,1 GJ per hectare geproduceerd. Tijdens de teelt en de overige activiteiten wordt 27,9 GJ per ha gebruikt. De netto energie komt hiermee op 133,2 GJ per ha uit. Dit betekent dat 83% van de geproduceerde energie beschikbaar komt. Het energierendement van alle gewassen is positief. De energie die met het gewas kan worden opgewekt is groter als de hoeveelheid energie die tijdens de teelt en verwerking wordt verbruikt. Wanneer bij- en restproducten worden gebruikt voor de productie van energie stijgt het energierendement. Het energierendement varieert per doel. Het gewas en de variant met het hoogst energierendement is niet per definitie de beste keuze. De keuze is mede afhankelijk van het productiedoel.

### 3.2.2 Broeikasgassenbalans

Besparen van gebruik van fossiele energie leidt tot vermindering van de emissie van CO<sub>2</sub>. Het energieverbruik leidt op zijn beurt weer tot emissie van CO<sub>2</sub>. Zodat in analogie met de energiebalans een CO<sub>2</sub>-balans opgesteld kan worden. De waarden op deze balans zijn ongeveer evenredig met de waarden op de energiebalans. Afhankelijk van de vorm van fossiele energie kan de emissie van CO<sub>2</sub> per GJ energie wat hoger of lager zijn (kolen > olie > gas), maar grote verschillen levert dit niet op. Naast emissie van CO<sub>2</sub> vindt bij productie van bio-energie echter ook emissie van N<sub>2</sub>O plaats, tijdens productie van stikstof (N-)kunstmest en uit de bodem als gevolg van de aanvoer van stikstof. Alleen voor soja is deze emissie nul, omdat bij dit gewas geen gebruik wordt gemaakt van N-bemesting. Ten opzichte van de energiebalans is de broeikasgassenbalans gunstig voor gewassen met een hoge opbrengst en/of een lage N-bemesting (suikerbieten, soja) en ongunstig voor gewassen met een lage opbrengst en/of een hoge N-bemesting (koolzaad). Een extreem ongunstige broeikasgassenbalans is gevonden voor oliehennep waarbij alleen de olie voor energieproductie wordt gebruikt. Door de beperkte hoeveelheid olie per hectare is de hoeveelheid vermeden uitstoot door vervanging van fossiele brandstoffen beperkt.

Als indicatie voor milieuwinst wordt vaak het rendement op de broeikasgassenbalans gehanteerd (netto broeikasgassen emissiereductie gedeeld door bruto broeikasgassen emissiereductie; dit laatste is de reductie van broeikasgasemissie als gevolg van besparing op fossiele brandstoffen, de bruto energieproductie). Ook hier geldt weer dat dit rendement in de eerste plaats afhankelijk is van de verwerkingwijze van de biomassa. Daardoor is het mogelijk een goed rendement te behalen bij een matige emissiereductie of een matig rendement bij een goede emissiereductie. Ook hier lijkt de netto emissiereductie een betere indicator te zijn voor milieuwinst dan het rendement. De broeikasgassenbalans en het bijbehorende rendement zijn voor de doorgerekende gewassen en varianten weergegeven in tabel 6. De tabel geeft de netto vermeden CO<sub>2</sub> uitstoot minus de N<sub>2</sub>O-emissie wat leidt tot de netto vermeden broeikasgasemissiereductie en een hiermee samenhangend broeikasgasrendement. Het broeikasgasrendement geeft aan in welke mate de broeikasgaskringloop is gesloten, ook wel de CO<sub>2</sub>-emissiereductie genoemd.

Tabel 6: Broeikasgasbalans

Variant	Gewas		CO <sub>2</sub> - emissiereductie kg ha <sup>-1</sup>	N <sub>2</sub> O- emissie kg CO <sub>2</sub> -eq. ha <sup>-1</sup>	BKG- emissiereductie kg CO <sub>2</sub> -eq. ha <sup>-1</sup>	BKG Rende- ment (%)
1	Maïs VK	co-vergisting	7764	1354	6410	67%
2	Maïs NZK	co-vergisting	7764	1354	6410	67%
3	Maïs ZON	co-vergisting	6821	1402	5419	64%
4	Soedangras	co-vergisting	5079	871	4208	66%
5	Zonnebloem	co-vergisting	3604	653	2951	62%
6	Massab. VK	co-vergisting	9742	1403	8338	72%
7	Massab. klei	co-vergisting	10836	1344	9492	73%
8	Massab.ZON	co-vergisting	6316	1546	4770	60%
9	Miscanthus	co-	9738	376	9363	80%
10		verbranding verbranding	7662	376	7286	76%
11	Koolzaad	biodiesel	2492	1274	1218	25%
12		+ resten	3920	1733	2186	32%
13		+ resten + stro	5715	1733	3981	45%
14	Soja	biodiesel	1010	0	1010	53%
15		+resten	2607	0	2607	65%
16		+ resten + stro	3428	0	4328	73%
17	Oliehennep	biodiesel	284	584	---300	--28%
18		+ resten	646	601	45	3%
19		+ resten + stro	5389	1156	4233	58%
20	Oliefvas	biodiesel	1548	333	1881	37%
21		+ resten	2554	417	2137	48%
22		+ resten + stro	5305	433	4872	59%
23	Suikerbieten	ethanol	4026	1445	2581	21%
24	klei	+ resten	7809	1255	6555	41%
25	Suikerbieten	ethanol	3497	1445	2052	18%
26	zand	+ resten	6972	1255	5718	39%
27	Aardappelen	ethanol	4521	1926	2595	19%
28	NZK	+ resten	5800	1546	4254	29%
29	Aardappelen	ethanol	4869	1156	3714	27%
30	ZON	+ resten	6148	776	5372	36%
31	Aardappelen	ethanol	4736	1156	3518	26%
32	NON	+ resten	6015	776	5239	35%
33	Wintertarwe	ethanol	2588	1782	806	12%
34	Klei	+ resten	4765	1413	3352	38%
35		+ resten + stro	7762	1413	6349	51%
36	Wintertarwe	ethanol	1988	1589	399	6%
37	Zand	+ resten	3876	1275	2601	34%
38		+ resten + stro	6567	1275	5292	49%
39	Korrelmaïs	ethanol	2148	626	1522	25%
40		+ resten	4078	312	3766	48%
41		+ resten + stro	8335	312	8023	62%

Alle gewassen, met uitzondering van olieheennep, reduceren de uitstoot van broeikasgassen. Een aantal gewassen haalt niet de door de overheid gestelde 30% reductie aan broeikasgasemissies voor

biomassa. Er wordt met de productie van energie uit het gewas broeikasgasemissies uit fossiele energie vermeden. De uitstoot van broeikasgassen tijdens de teelt en verwerking tot energie is daarmee lager dan de besparing. Vermindering van het kunstmestgebruik beperkt de N<sub>2</sub>O-emissie. Hiermee kan het rendement aan broeikasgasemissies verder worden verbeterd. De opbrengst moet bij het lagere kunstmestgebruik nagenoeg gelijk blijven. Anders bestaat het risico dat de lagere opbrengst de vermindering in uitstoot van broeikasgassen teniet doet.

### 3.2.3 Conclusie en discussie

Welk gewas het beste presteert als energiegewas is niet eenduidig vast te stellen, dit hangt in de eerste plaats af van het productiedoel. Biodiesel, ethanol, (co-)vergisting en verbranding hebben allen een ander optimaal gewas. Daarnaast kan ook de prioritering tussen energieproductie ('energie') of broeikasgas emissiereductie ('klimaat') de keuze beïnvloeden.

De resultaten zijn zeer gevoelig voor het al dan niet omzetten van rest- en bijproducten in energie. Met (co-)vergisting wordt de hoogste netto energieproductie bereikt met massabiet, op droge zandgronden zou energiemais wat beter uit kunnen komen.

Miscanthus heeft een hoge opbrengst en is door het lage vochtgehalte geschikt om te transporteren over grotere afstand, te bewaren en te verbranden met een hoge netto energieopbrengst. Door de lage stikstofbemesting heeft dit gewas bovendien een zeer gunstige broeikasgasbalans.

Miscanthus is ook bruikbaar voor de productie van ethanol en biodiesel volgens zogenaamde 'tweede generatie biobrandstof' productie. De te verwachten netto energieopbrengsten zijn dan lager en liggen waarschijnlijk in de orde van de netto energieopbrengst van suikerbieten inclusief de vergisting van de resten van de ethanolproductie.

Voor de productie van biodiesel lijkt koolzaad optimaal, dit gewas geeft de hoogste olieopbrengst. De andere oliehoudende gewassen geven een hogere stro-opbrengst en leveren daardoor meer elektriciteit. Echter zijn voor elektriciteitsproductie andere gewassen beter geschikt.

Voor de productie van ethanol lijkt suikerbiet optimaal. Aardappels geven een iets hogere ethanolproductie, maar een aanzienlijk lagere totale netto energieopbrengst. Ook granen produceren een hoge netto energieopbrengst (mits ook stro wordt gebruikt), maar relatief weinig ethanol en veel elektriciteit.

De berekeningen geven een beeld van de CO<sub>2</sub>- en energiebalans per gewas. Voor onder andere biobrandstoffen wordt er door SenterNovem gewerkt aan een CO<sub>2</sub>-tool. Van de biobrandstoffen die op de markt komen moet door middel deze tool de milieuwinst inzichtelijk worden gemaakt. Wanneer verwacht wordt dat zij beter dan gemiddeld scoren dan moeten teeltgegevens worden verzameld en verwerkt in deze CO<sub>2</sub>-tool. Dit drukt het rendement van de investering in de nieuwe biobrandstof. Dit vergt extra administratieve handelingen van ondernemers.

Kunstmestgebruik heeft een groot effect op de CO<sub>2</sub>- en energiebalans. Beperken of minimaliseren van het kunstmestgebruik levert een aanzienlijke bijdrage in verbetering van de CO<sub>2</sub>- en energiebalans. Beperking van kunstmestgift heeft vaak een direct effect op de opbrengst. Een lagere kunstmestgift moet daarom worden gecompenseerd door dierlijke mest of digestaat.

## 4 Eigen (bio)brandstofvoorziening

Centrale vraag in dit hoofdstuk is of een akkerbouwer zelf in zijn eigen biobrandstofbehoefte kan voorzien en wat de consequenties zijn voor het bouwplan en gebruik. Technisch is het mogelijk om koolzaad te telen en te verwerken tot biobrandstof. Het klimaatvoordeel staat in de berekening niet centraal, wel de vraag of het economisch haalbaar is.

In de berekeningen wordt de koolzaadteelt en de verwerking hiervan tot koolzaadolie als uitgangspunt genomen. Het persen van koolzaad tot koolzaadolie is, ten opzichte van biodieselproductie, een makkelijk en simpel proces. Biodieselproductie door een akkerbouwer op het eigen bedrijf vergt meer kennis en tijd van de ondernemer. Daarnaast is het voor biodieselproductie noodzakelijk om van buiten het bedrijf (chemische) producten aan te kopen en af te voeren. Gebruik van koolzaadolie in trekkers kent wel een beperking ten opzichte van biodiesel. Gebruik van koolzaadolie maakt ombouw van de trekker noodzakelijk. Voor biodiesel is dit voor een aantal merken/modellen trekkers niet noodzakelijk.

Naast economische haalbaarheid worden tevens een aantal teelttechnische en gebruikstechnische aspecten behandeld. De niet-economische gegevens zijn opgenomen om een beter beeld te scheppen van de consequenties van koolzaadteelt.

### 4.1 Uitgangspunten

Om winterkoolzaad te kunnen telen als bron voor de eigen biobrandstof zal er ruimte gemaakt moeten worden in het bouwplan van een akkerbouwbedrijf. Eén of meerdere gewassen zullen daarom plaats moeten maken. De gewassen die uit het bouwplan verdwijnen, leveren nu geld op. Terwijl koolzaadteelt voor de eigen brandstofbehoefte geen inkomsten genereert, maar wel teeltkosten kent. Daar staat tegenover een besparing op inkoop van fossiel brandstof (rode diesel) en zijn er twee nevenstromen (koolzaadstro en koolzaadkoek) die weer geld opleveren. Voor het produceren van koolzaadolie uit koolzaad is ook een pers en aanverwante apparatuur noodzakelijk.

De centrale vraag in de berekeningen is: kunnen het verlies aan inkomsten en de kosten voor pers en aanverwante apparatuur worden gecompenseerd door besparingen aan fossiele brandstof en inkomsten uit nevenstromen.

#### 4.1.1 Bouwplan

Uitgegaan is van gestandaardiseerde bouwplannen van een achttal akkerbouwregio's. In de berekeningen wordt het bouwplansaldo als uitgangspunt genomen. De saldi per gewas zijn gebaseerd op de KWIN 2006. De gewassaldi en het areaal van de gewassen in het bouwplan geven een bouwplansaldo. Het verschil tussen het gestandaardiseerde bouwplan en een bouwplan voor eigen brandstofteelt is wat onder andere door besparingen en inkomsten overbrugd moet worden. Het bouwplansaldo moet zichtbaar maken of de kosten van teelt en verwerking van koolzaad ten opzichte van de besparing aan fossiele brandstofkosten voldoende opleveren in de nieuwe situatie.

#### 4.1.2 Brandstofbehoefte

De brandstofbehoefte per gewas is gebaseerd op de KWIN 2006. Dit betekent alleen dat het direct aan de teelt gerelateerde brandstofverbruik wordt meegenomen in de berekeningen. Het brandstofverbruik per gewas naar areaal in het bouwplan is de hoeveelheid te vervangen brandstof door koolzaadolie.

Voor brandstofverbruik wordt 1-op-1 omgerekend van fossiele diesel naar koolzaadolie. Op basis van literatuur (Dönges, 2006) wordt gesteld dat er in praktijkproeven een afwijking van  $\pm 5\%$  is gemeten. Het totaal verbruik is 5% verhoogd, om eventueel meer verbruik te compenseren. Het genoemde diesel verbruik van het aangepaste bouwplan is exclusief de 5% stijging.



#### 4.1.3 Ombouwkosten trekkers

Voor de ombouwkosten zijn er aan elk bouwplan een aantal trekkers toebedeeld. Het aantal trekkers bepaalt de kosten voor ombouw. Op basis van de indicatie die is ontvangen van Solaroilsystems liggen de kosten voor ombouw tussen de EUR 4.000,- en de 8.000,-. Die prijs varieert afhankelijk van merk en type motor. In de berekening is er voor gekozen de prijs op EUR 5.000,- vast te stellen (mededeling dhr. Aberson).

#### 4.1.4 Persen koolzaad tot olie

Voor de verwerking van koolzaad tot PPO (Pure Plantaardige Olie) moet een kleinschalige pers met filtratie voldoende zijn. In de kosten zijn de pers, filter, manuren, gebouwkosten en opslagkosten meegenomen. Van Biofuels is een prijsopgave ontvangen voor een complete set van pers, filtratie (incl. bezinkbakken) en een frame voor montage van de pers, filter en zaadvoorraadbunker voor één dag. De investering voor deze opstelling ligt op EUR 5.630,- liggen. Aandachtspunt bij het persen is dat de koolzaadolie van voldoende kwaliteit is.

Voor de verwerking is uitgegaan van een opbrengst van 4.000 kilogram koolzaad per hectare. Hieruit kan 1445 liter koolzaadolie per hectare worden gewonnen. Hierbij is voor de persing een oliepercentage van 43% gehanteerd en een rendement op de persing van 85%.

#### 4.1.5 Bijproducten koolzaad teelt en verwerking

Koolzaad kent twee bijproducten, namelijk stro en na persing ook koolzaadkoek. De bijproducten worden tegen marktprijzen verkocht. Voor koolzaadkoek is gekozen deze tegen de prijs van koolzaadschroot (bestendig) te waarderen. Industriële koolzaadverwerking wordt veelal door warme persing gedaan. Koude persing geeft een koolzaadkoek die meer olie bevat.

Tabel 7: Gehanteerde prijzen bijproducten en rode dieselprijs

Product	Marktprijs (in EUR)	Bron
Stro	0,04 per kg	KWIN 2006
Koolzaadkoek	0,195 per kg	Boerderij, juli 2007
Rode diesel	0,75 per liter	KWIN 2006

#### Accijnsheffing

Uit contacten met bedrijfslevenpartijen blijkt dat accijnsheffing meegenomen moet worden in de berekeningen. De brandstofwetgeving is zo opgesteld dat wanneer koolzaadolie in de tank wordt gestopt de koolzaadolie automatisch brandstof en hiermee accijnsgoed is geworden. Dit zou tot een vergelijkbaar probleem leiden als het rijden op slaolie uit de supermarkt (Hulshof, 2005). Bij het rijden op slaolie wordt geen accijns afgedragen. Dit wordt door de douane gehandhaafd en bij overtreding bestraft. De accijnsgegevens zijn overgenomen van het Ministerie van Financiën en gebaseerd op rode diesel.

## 4.2 Financiële resultaten eigen brandstofvoorziening

Op basis van de gehanteerde uitgangspunten zijn de volgende financiële resultaten bepaald. Het aangepast bouwplansaldo, waarin koolzaad is opgenomen, de inkomsten uit koolzaadkoek en stro, de besparingen aan rode diesel, de kosten voor het telen en verwerken van koolzaad en de ombouwkosten. Het aangepaste bouwplansaldo verhoogt met de inkomsten/besparingen en minus de kosten geeft een bruto resultaat. Van het bruto resultaat moet accijnsheffing voor de hoeveelheid brandstof in mindering worden gebracht. Een toelichting op de financiële resultaten is opgenomen in bijlage 6 van dit rapport.

Tabel 8: Financiële resultaten eigen brandstofvoorziening (in EUR per bedrijf)

Regio	Huidig bouwplan saldo	Aangepast bouwplan saldo	Inkomsten/besparingen	Kosten	Bruto resultaat	Accijns	Resultaat
Noordelijke zeeklei	<b>37.633</b>	38.522	12.469	11.325	<b>39.696</b>	2.321	<b>37.375</b>
Noordelijk zand/dalgrond 1	<b>66.266</b>	65.691	15.021	12.679	<b>68.033</b>	2.789	<b>65.244</b>
Noordelijk zand/dalgrond 2	<b>44.401</b>	41.785	11.007	10.524	<b>42.268</b>	2.044	<b>40.224</b>
Centraal kleigebied 1	<b>99.269</b>	97.347	7.312	8.556	<b>96.103</b>	1.363	<b>94.740</b>
Centraal kleigebied 2	<b>100.055</b>	97.391	10.091	10.757	<b>96.725</b>	1.874	<b>94.851</b>
Zuidwestelijk kleigebied	<b>46.883</b>	45.904	7.988	9.649	<b>44.243</b>	1.490	<b>42.753</b>
Zuidoost Nederland 1	<b>45.138</b>	43.900	6.403	8.063	<b>42.240</b>	1.192	<b>41.048</b>
Zuidoost Nederland 2	<b>24.808</b>	23.968	4.344	6.956	<b>21.356</b>	809	<b>20.547</b>

Uit de bovenstaande berekeningen blijkt dat het resultaat van de eigen brandstofteelt in de doorgerkende scenario's lager uitvalt als het huidige bouwplansaldo. Na berekening van de accijns komt geen van de scenario's tot een positief resultaat. In een aantal scenario's is het verschil beperkt. Voor de noordelijke zeeklei kost het een ondernemer €258,- op de 110 ha (€3,35 per ha). Een stijging of daling op één van de drie factoren kan daarmee al een omslag betekenen. Uit de berekeningen blijkt een drietal factoren van belang, namelijk prijs voor rode diesel, ombouwkosten voor de motor en accijns. Stijging van de rode dieselprijs of daling van ombouwkosten en/of accijns, kunnen een ander beeld geven van de haalbaarheid. Voor Zuidoostelijk Nederland 2 zal een dieselprijs van EUR 1,20 en een koolzaadkoek prijs van EUR 0,50 nodig zijn om tot een positief eindresultaat te komen (incl. accijns). Voor Noordelijke zeekleigebied is een stijging van de rode dieselprijs naar EUR 0,80 voldoende om tot een positief eindresultaat te komen (incl. accijns). De beide bouwplannen vormen de uitersten in de scenario's. Op de Noordelijke zeeklei zou financieel het eerst haalbaar zijn om zelf brandstof te telen en in het voorbeeld bouwplan voor Zuidoostelijk Nederland 2 het laatst. Uit de berekeningen blijkt ook dat intensiteit van het bouwplan en bedrijfsgrootte invloed hebben op de haalbaarheid. De kostprijs per liter koolzaadolie wordt lager bij een hoger brandstofverbruik. De schaalvergroting in de akkerbouw kan in alle regio's leiden tot lagere kosten. Dit vergroot de haalbaarheid.

## 4.3 Aandachts- en knelpunten bij eigen brandstofvoorziening

De risico's en knelpunten met betrekking tot ziektes en aaltjes zijn hieronder kort benoemd. Meer informatie over teelttechnische aspecten en knelpunten kunt u vinden op [www.kennisakker.nl](http://www.kennisakker.nl). De aandacht- en knelpunten voor het persen van koolzaad en het ombouwen van trekkers is te vinden in bijlage 8.

## Aaltjes

### Klei

Op kleigronden kunnen er problemen ontstaan met het witte bietencysteaaaltje *Heterodera schachtii* (WBCA). Winterkoolzaad vermeerdert dit aaltje sterk. De daarop volgende suikerbieten kunnen daardoor schade ondervinden, omdat ze zeer schadegevoelig zijn voor dit aaltje. Schade wordt voorkomen door resistente suikerbietrassen te telen.

Door de inpassing van winterkoolzaad in de diverse bouwplannen wordt de gewenste 1:5 rotatie (1 jaar waardplant, gevolgd door 4 jaren met niet of slechte waardplanten) voor dit aaltje verlaten en wordt de teelt van niet resistente suikerbieten riskant.

Daarnaast verhoogt winterkoolzaad de kans op schade in peen door het speldaaaltje *Paratylenchus bukowinensis*, omdat het dit aaltje sterk vermeerdert. Het verdient de aanbeveling dat na winterkoolzaad er 5 jaren van niet (bekende) waardplanten volgen. Dit is voldoende om problemen in peen in het zesde jaar voorkomen. De gewas**volgorde** is in dit verband essentieel.

### Zand

Op de zand- en dalgronden in Noordoost Nederland en op de zandgronden in Zuidoost Nederland kunnen naast de op klei genoemde aaltjes ook diverse Trichodoride aaltjessoorten voorkomen en voor problemen zorgen. Winterkoolzaad staat bekend als een sterke vermeerderaar. Suikerbieten zijn sterk schadegevoelig voor deze aaltjes maar ook de gewassen aardappel, maïs, schorseneer en peen zijn matig schadegevoelig. Het tabaksratelvirus wordt ook sterk vermeerdert door winterkoolzaad en kan in aardappel schade veroorzaken.

Voor de op zandgronden voorkomende schadelijke wortelknobbelaaltjes *Meloidogyne chitwoodi* en *M. fallax* is winterkoolzaad geen of slechte waardplant. *M. hapla* wordt beoordeeld als slechte, maar een aantekening hierbij is dat op basis van de literatuur winterkoolzaad mogelijk een matige tot sterke waardplant is voor *M. hapla* (Runia & Molendijk, 2006).

Voor wat betreft de wortellesieaaltjes *Pratylenchus penetrans* die veelvuldig op zandgrond voorkomen is de situatie eveneens onduidelijk. Op dit moment wordt winterkoolzaad als slechte waardplant gezien voor dit aaltje maar literatuuronderzoek van PPO-AGV (Runia & Molendijk 2006) naar plantparasitaire aaltjes in de koolzaadteelt heeft aan het licht gebracht dat *P. penetrans* zich soms ook sterk vermeerdert op winterkoolzaad. Het is raadzaam voordat winterkoolzaad op dit type gronden wordt ingepast in het bouwplan onderzoek te doen naar de onzekere factoren *Meloidogyne hapla* en *Pratylenchus penetrans*.

## Grondsoort

Met betrekking tot de geschiktheid van de grond ligt er bij geen van de bouwplannen een knelpunt. Koolzaad kan op alle grondsoorten in Nederland worden verbouwd. Wel is het voor de teelt van winterkoolzaad belangrijk dat het perceel goed is ontwaterd. Percelen die in de herfst of winter last hebben van stagnerend water, zijn niet geschikt voor de winterkoolzaadteelt.

## Fysieke inpassing in de rotatie qua zaaitijdstip

Winterkoolzaad moet voor eind augustus zijn ingezaaid en kan hierdoor alleen worden gezaaid na de gewassen die voor deze periode zijn geoogst. Van de in deze acht bouwplannen voorkomende gewassen zijn dat: tarwe, gerst, rogge, pootaardappelen, tulpenbollen, doperwt, stamslaboon (mits het een vroege teelt betreft) en Engels raaigras.

Fysieke inpassing in de bouwplannen Noordelijke zeeklei, Noordelijk zand- en dalgrond, Centrale zeeklei en Zuidwestelijke zeeklei levert geen probleem op. Inpassing in Zuidoostelijk Nederland is niet mogelijk bij vervanging van wintertarwe door winterkoolzaad, omdat in dit bouwplan koolzaad alleen na wintertarwe kan worden gezaaid. Er kan dus hoogstens de helft van het wintertarweareaal door winterkoolzaad worden vervangen. Met deze beperking is in de berekening geen rekening gehouden. Zomerkoolzaad kan wel worden ingepast in plaats van wintertarwe. Zomerkoolzaad kent over het algemeen lagere opbrengsten. Hierdoor zou een groter areaal moeten worden ingepast.

## Bodemschimmels

Bodemgebonden schimmelziekten waarmee rekening moeten worden gehouden bij de opname van koolzaad in het bouwplan zijn *Sclerotinia sclerotium* (rattenkeutelziekte), *Verticillium dahliae* (verwelkingsziekte), *Leptosphaeria maculans* ofwel *Phoma lingam* (vallers of kankerstronken) en *Plasmiodiophora brassicae* (knolvoet). De eerste twee hebben beide een zeer grote reeks van (dicotyle) waardplanten (waaronder koolzaad). De laatste twee hebben meerdere koolsoorten als waardplant en enkele andere kruisbloemigen. *Sclerotinia* komt het meest voor op humeuze zandgronden en dalgrond. *Verticillium* komt vooral voor op lichte zandgronden en zavel. Knolvoet komt vooral voor op lichte, kalkarme gronden (pH ≤7) met een slechte ontwateringstoestand. Op gronden waar knolvoet voorkomt, passen koolzaad en andere kruisbloemigen niet goed samen in een bouwplan.

In geen van de bouwplannen zijn andere waardplanten aanwezig voor *Leptosphaeria maculans* of *Plasmiodiophora brassicae* en zal de opname van koolzaad geen probleem opleveren m.b.t. deze schimmels.

In alle bouwplannen wordt een graangewas en/of groene braak vervangen door koolzaad. Groene braak betreft de teelt van een groenbemester. In de bouwplannen waarin groene braak is opgenomen (Noordelijke zeeklei, Noordelijke zand- en dalgrond 1 en Zuidwestelijke zeeklei) zal dit meestal een grasgroenbemester betreffen. In principe is de vervanging nadelig m.b.t. *Sclerotinia* en *Verticillium*, omdat koolzaad waardplant is voor deze schimmels en granen en grassen niet. Het hangt echter mede af van het aandeel andere waardplanten / gevoelige gewassen in het bouwplan, de vruchtopvolging en de grondsoort, in hoeverre er schade optreedt.

M.b.t. *Sclerotinia* kan de opname van koolzaad in het bouwplan tot schade leiden in poot aardappelen en peen, die daarom beter niet direct na koolzaad kunnen worden verbouwd (bouwplannen Noordoostelijke zand- en dalgrond, Centrale zeeklei 1 en Zuidoost Nederland 1). De kans op schade is het grootst in de bouwplannen Noordelijke zand- en dalgrond en Zuidoostelijk Nederland 1.

M.b.t. *Verticillium* kan de opname van koolzaad in het bouwplan tot schade leiden in consumptie aardappelen (bouwplannen Centrale zeeklei 2, Zuidwestelijke zeeklei, Zuidoostelijk Nederland 2). De kans hierop is het grootst in de bouwplannen Zuidoostelijk Nederland 1 & 2 en Centrale zeeklei 2.

## Slakken

Naaktslakken vormen een plaag op kleigrond (bouwplannen Noordelijke zeeklei, Centrale zeeklei 1 & 2 en Zuidwestelijke zeeklei) en kunnen vraatschade geven in meerdere gewassen (vooral granen, graszaad en koolzaad) als ze niet (afdoende) worden bestreden. De teelt van winterkoolzaad bevordert de opbouw van de slakkenpopulatie sterk en vergroot daardoor het slakkenprobleem.

## Onkruiden

Belangrijke onkruidsoorten als varkensgras, zwaluwtong, kleeftkruid, ganzenvoetsoorten en brandnetel zijn met de huidige toegelaten herbiciden in koolzaad niet of nauwelijks te bestrijden. Kleeftkruid is het lastigste onkruid, omdat kleeftkruid de concurrentie met winterkoolzaad goed aankan en daardoor zijn zaden verspreidt. Het komt vooral voor op kleigronden. Kleeftkruid is moeilijk te bestrijden in uien (bouwplannen Centrale zeeklei). Verder zijn ganzenvoetsoorten in schorseneren op zandgrond met de toegelaten middelen slecht te bestrijden (Zuidoostelijk Nederland 1). Bij een aantal andere bouwplannen moet de keuze van de herbiciden worden aangepast of moeten extra bespuitingen worden uitgevoerd t.b.v. beheersing van de ontsnappende soorten in koolzaad (bijvoorbeeld extra Centium in waspeen en peulvruchten). In welke mate dit nodig is, zal ook afhangen van de volgorde waarin de gewassen in de rotatie worden opgenomen en de al dan niet kerende hoofdgrondbewerking. Een kerende hoofdgrondbewerking geeft in het algemeen al minder zaadonkruiden (jaarlijks sterft een deel zonder op te komen) en de grootste aantallen krijgt men dan het tweede jaar nadat de veronkruiding heeft plaatsgevonden (als de onkruidrijke laag weer wordt boven geploegd).

## Koolzaadopslag

Koolzaad geeft opslag in volgteelten en kan dan een hinderlijk onkruid zijn. De zaden blijven nog jarenlang kiemkrachtig. Door te zorgen dat er relatief weinig koolzaad uitvalt en dan vervolgens dit uitgevallen koolzaad niet onmiddellijk onder te werken maar circa 1 maand oppervlakkig te laten liggen, valt het probleem aanzienlijk te verminderen.

Vooral in weinig concurrentiekrachtige gewassen kan koolzaadopslag een lastig te bestrijden probleem vormen. Opslagbestrijding is goed mogelijk in granen, maïs, aardappel, ui, erwten en boon (hoewel vooral in deze laatste drie gewassen wel precies op het goede moment en in de juiste dosering bentazon met uitvloeiers gespoten dient te worden). Voor bestrijding van koolzaadopslag in suikerbiet dient extra Safari te worden ingezet (precies op het goede moment en met de juiste dosering). Bestrijding van koolzaad in peen, schorseneer en spinazie is niet goed mogelijk. Hier dient men rekening te houden met de keuze van de volgorde van koolzaad in het bouwplan en de al dan niet kerende hoofdgrondbewerking.

### Effect op de bodemstructuur en organische stofaanvoer

De opname van koolzaad heeft geen nadelige gevolgen voor de bodemstructuur. In alle bouwplannen wordt een graangewas en/of groene braak vervangen door koolzaad. Groene braak betreft de teelt van een groenbemester. In de bouwplannen waarin groene braak is opgenomen (Noordelijke zeeklei, Noordelijke zand- en dalgrond 1 en Zuidwestelijke zeeklei) zal dit meestal een grasgroenbemester betreffen. Granen en grasgroenbesters hebben door hun sterke beworteling van de bodem een positief effect op de bodemstructuur, maar koolzaad heeft dat ook.

De vervanging van granen en/of groene braak door koolzaad kan tot een lagere aanvoer van effectieve organische stof (EOS) leiden. Effectieve organische stof draagt bij aan de instandhouding of opbouw van de organische stof in de bodem. Winterkoolzaad laat via zijn wortels en stoppels minder effectieve organische stof na dan granen en een goed ontwikkelde grasgroenbemester. Echter als het stro van winterkoolzaad wordt achtergelaten op het land en ingewerkt, is de effectieve organische stofaanvoer iets hoger dan van granen (uitgaande van afvoer van het graanstro). De effectieve organische stofaanvoer is dan ook hoger dan van groene braak, als bij de teelt van de grasgroenbemester enkele snedes gras worden gemaaid en afgevoerd, maar niet hoger als er geen grassnedes worden afgevoerd.

Verder ontnemt de inzaai van winterkoolzaad de mogelijkheid om in de nazomer en herfst een groenbemester te telen na bijvoorbeeld graan en daarmee nog extra effectieve organische stof aan te voeren.

## 4.4 Overwegingen bij eigen biobrandstofvoorziening

Op basis van verschillende literatuurbronnen zijn een aantal voor- en nadelen benoemd van het telen en produceren van biobrandstof uit koolzaad.

Tabel 9: Voor- en nadelen van eigen brandstofvoorziening

Voordelen	Nadelen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Niet afhankelijk van brandstofprijzen</li> <li>• Verbetering milieu (klimaat) prestaties landbouw (bedrijf)</li> <li>• Brandstof lekken/morsen levert geen milieuschade</li> <li>• Persen koolzaad vergt een beperkte investering</li> <li>• Persen koolzaad kost weinig tijd</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedrijfszekerheid in gebruik trekker (vooral bij deellast (stationair) gebruik)</li> <li>• Kans op motorschade</li> <li>• Vervallen garantie op motor bij ombouw</li> <li>• Restwaarde trekker wellicht lager</li> <li>• Koolzaadteelt slecht in te passen in intensieve bouwplannen met bv. bieten</li> <li>• Waarborgen van kwaliteit van de koolzaadolie bij eigen pers</li> </ul>

De boven genoemde voor- en nadelen zijn vooral gericht op de technische aspecten van zelf koolzaad telen en verwerken tot biobrandstof. Er zijn een aantal andere elementen die de financiële haalbaarheid van eigen biobrandstofteelt en productie beïnvloeden. Deze elementen zijn in de berekeningen naar voren gekomen en worden hieronder toegelicht.

### Olieprijzen en accijns

De olieprijs schommelt momenteel rond de USD 100,- per vat. De stijging in de olieprijs is grotendeels gecompenseerd door de dalende dollar koers. Hierdoor is de brandstofprijs in Nederland per saldo gelijk gebleven. Stijging in brandstofprijzen, hoger als de gehanteerde EUR 0,75 per liter, zal het eerder interessant maken om eigen biobrandstof te telen en produceren.

Door de Nederlandse wetgeving op brandstoffen kan alles wat in de tank wordt gegooid als brandstof worden aangemerkt. Ervaringen met accijnsvrijstellingen leiden tot het beeld dat de overheid erg terughoudend is met het verlenen van accijnsvrijstelling. Wanneer akkerbouwers zelf hun brandstof gaan produceren ontstaan vele accijnsgoederenplaatsen. Een accijnsgoederenplaats is een bedrijf(slocatie), die verplicht gegevens moet bijhouden over productie van brandstoffen, zodat de overheid hierop accijns kan heffen. Uit contacten met bedrijfslevenpartijen kan worden afgeleid dat de overheid erg terughoudend is met het aanmerken van nieuwe accijnsgoederenplaatsen. Stijgende olieprijsen leiden ook vaak tot stijgende veevoederprijzen. Aangezien de koolzaadkoek een aanzienlijk deel van de inkomsten vormt, kan de stijging van olieprijsen een dubbel effect hebben. Stijgende olieprijs heeft namelijk tot effect een hogere besparing aan rode diesel en hogere opbrengsten uit koolzaadkoek. Hierdoor kan het verschil wat nu in de berekeningen naar voren komt, snel veranderen.

### **Bedrijfstype en bedrijfsgrootte**

Zoals in de conclusie benoemd, is de bedrijfsgrootte een factor om rekening mee te houden. De kosten van de pers is in alle berekeningen gelijk. Het gehanteerde model is de kleinst leverbare versie (in dit geval van Skeppsta Maskin AB). Hoe groter de hoeveelheid koolzaad die wordt verwerkt, des te lager de kostprijs per liter koolzaadolie. De gehanteerde pers heeft een capaciteit van 2 tot 6 liter per uur, afhankelijk van de zaadkwaliteit. Dit zou betekenen dat op jaarbasis met 180 werkdagen van 24 uur een hoeveelheid van 8.640 tot 25.920 liter kan worden geproduceerd. Omdat de pers zelf zonder toezicht kan draaien zou er zelfs een groter aantal dagen mee gedraaid kunnen worden. Het bedrijfstype is bepalend voor het bouwplan en gebruik van bijproducten. Een intensief akkerbouwbedrijf met veel suikerbieten zal moeilijker koolzaad kunnen inpassen als een extensief bedrijf. De hogere financiële opbrengsten van veel intensieve gewassen maken het moeilijker om rendabel koolzaad voor eigen brandstofproductie te kunnen inpassen. Een ander voorbeeld is een gemengd bedrijf waar het stro en koolzaadkoek gebruikt kunnen worden in de dierlijke tak van het bedrijf.

### **Technische innovaties**

Een aantal partijen op de markt houdt zich bezig met de ontwikkeling van bv. enzymen die de koolzaadolie zodanig kunnen aanpassen dat aanpassing van de (trekker)motor op koolzaadolie overbodig wordt. Een dergelijke technische innovatie zou de kosten voor ombouw kunnen vermijden. Hierdoor zou in een aantal van de gehanteerde scenario's een positief eindresultaat behaald kunnen worden (incl. accijns).

Een andere optie is dat trekker- en machinefabrikanten af fabriek een trekker leveren die op koolzaadolie kan rijden. Uit een persbericht van Duitse trekkerfabrikanten blijkt dit op korte termijn te verwachten (Deutz-Fahr, 2007).

### **Energiegewassteun en graanprijzen**

Per januari 2008 is de regeling energiegewassteun versoepeld. Lidstaten binnen de EU krijgen meer ruimte om gewassen aan te merken die voor energieproductie kunnen worden ingezet op het eigen bedrijf (MVO, 2007). Door de huidige stijging in het aantal aanvragen van energiegewassteun zal de Europese Commissie per oktober 2007 waarschijnlijk de steun per hectare van EUR 45,- naar 30,- verlagen (AgriHolland, 2007).

Het steunbedrag per hectare heeft geen invloed op de bovenstaande scenario's. De accijnsheffing is in de scenario's een groter bedrag dan de steun die per hectare kan worden ontvangen.

Bij eigen teelt en verwerking is er geen contractverplichting, wel moet worden voldaan aan de zekerheid van €60,- per hectare. Ook moet het product worden gedenatureerd.

De stijgende graanprijzen maken het moeilijker een positief resultaat te halen. De gehanteerde saldi voor de verschillende gewassen zijn gebaseerd op de KWIN 2006. In de KWIN 2006 wordt uitgegaan van een graanprijs van EUR 0,10 per kilogram. Stijging van de opbrengsten voor gewassen die uit het bouwplan verdwijnen voor de brandstofteelt, maakt het moeilijker een positief resultaat te boeken op de eigen biobrandstofteelt en productie. In de meeste scenario's is wintertarwe uit het bouwplan gehaald om ruimte te bieden aan koolzaadteelt. De stijging van de graanprijzen heeft daarom een groot effect op de financiële haalbaarheid van eigen biobrandstofteelt.

## 5 Covergistingsrantsoenen

In 2007 zijn er in Nederland inmiddels 61 mestvergisters operationeel die over een totaal vermogen van 45 megawatt beschikken. De capaciteit per installatie varieert van 190 kilowatt tot 1,8 megawatt. Daarnaast zijn er 45 installaties in aanbouw. De meeste mestvergisters staan in het noorden en oosten van Nederland. Veel van deze installaties worden geëxploiteerd door melkveehouders. In het zuiden zijn er ook varkenshouders die alleen of in samenwerking met collega's mest vergisten (Boerderij, 2007).

Het covergisten (het vergisten van plantaardige materialen samen met de mest) is noodzakelijk om de vergister rendabel te maken. Gebleken is dat veel van de plantaardige coproducten afkomstig zijn uit de voedselverwerkende industrie (mondellinge mededeling dhr. Van Dooren, ASG). Tevens blijkt dat de huidige ondernemers met een mestvergister coproducten proberen te krijgen die zonder kosten op het bedrijf worden afgeleverd. Welke coproducten worden gebruikt is sterk afhankelijk van de locatie van de mestvergister en het seizoen. Veelal zijn de coproducten afkomstig uit de regio. Het rantsoen van een vergistingsinstallatie is daarmee sterk bedrijfsgebonden. Het opstellen van een gestandaardiseerd covergistingsrantsoen voor een melkveebedrijf en een varkenshouderijbedrijf is daarom niet mogelijk. In dit hoofdstuk wordt daarom gekeken naar beschikbare reststromen op het akkerbouwbedrijf. De reststroom wordt beoordeeld op mogelijke financiële opbrengst en eventuele knelpunten of alternatieve afzetmarkten.

Op basis van de bouwplannen in de verschillende regio's zijn de akkerbouwreststromen te benoemen die in aanmerking kunnen komen voor covergisting.

Tabel 10: Regio, bouwplan en potentiële akkerbouwreststromen

<b>Bedrijf</b>	<b>Bouwplan</b>	<b>Akkerbouwreststromen</b>
Noordelijke zeeklei	57% wintertarwe, 20% wintergerst, 14% suikerbieten, 9% groene braak	Tarwestro, gerstestro, bietenblad, groene braak
Noordoostelijk Nederland 1	30% zetmeelaardappelen, 3% pootaardappelen, 28% zomergerst, 6% rogge, 20% suikerbieten, 6% waspeen, 4% maïs, 4% groene braak	Gerstestro, Roggestro, bietenblad, groene braak
Noordoostelijk Nederland 2	45% zetmeelaardappels, 5% pootaardappels, 25% zomergerst, 5% wintertarwe, 20% suikerbieten	Gerstestro, tarwestro, bietenblad
Centrale zeeklei 1	25% wintertarwe, 25% pootaardappelen, 12,5% suikerbieten, 12,5% tulpen, 12,5% winterpeen, 12,5% zaaiuien	Tarwestro, bietenblad, voeraardappels, voerpeen.
Centrale zeeklei 2	25% wintertarwe, 25% suikerbieten, 25% consumptieaardappelen, 12,5% zaaiuien, 12,5% conservenerwten	Tarwestro, bietenblad, voeraardappels
Zuidwestelijke zeeklei	30% wintertarwe, 6% zomergerst, 20% suikerbieten, 20% consumptieaardappelen, 10% conservenerwten en stamslabonen, 10% graszaad, 4% groene braak	Tarwestro, gerstestro, bietenblad, voeraardappelen, groene braak
Zuidoost Nederland 1	25% consumptieaardappel, 25% suikerbieten, 12,5% graan, 12,5% maïs, 12,5% waspeen, 12,5% schorseneer	Tarwestro, bietenblad, voeraardappels
Zuidoost Nederland 2	25% consumptieaardappelen, 25% maïs, 17% suikerbieten, 17% wintertarwe, 17% dubbelteelt spinazie	Tarwestro, bietenblad, voeraardappels

Op basis van deze akkerbouwreststromen wordt beoordeeld of de reststroom interessant is voor covergisting. De aanpak komt deels overeen met de bepaling van de saldi voor covergistingsgewassen. Een verdeling in noord Nederland waar meer runderdrijfmest wordt vergist en zuid Nederland waar meer varkensdrijfmest wordt vergist, bleek niet mogelijk. Er zijn geen data beschikbaar waarin onderscheid wordt gemaakt naar mestsoort en biogasopbrengst van coproducten. Naar aanleiding van de eigen brandstofteelt van hoofdstuk 4 is de biogasopbrengst van koolzaadkoek meegenomen. Deze aanvulling kan meer zicht geven op de haalbaarheid van covergisting van koolzaadkoek. Koolzaadkoek wordt veelal ingezet als veevoederbestanddeel.

## 5.1 Vergisting akkerbouwreststromen

Op basis van de benoemde reststromen uit de bouwplannen voor de verschillende regio's, is bepaald wat de methaanopbrengst en de financiële opbrengst is. De berekeningswijze komt overeen met de berekeningswijze voor covergistingsgewassen. De financiële opbrengst is gebaseerd op een prijs per kilogram vers. De prijs is gebaseerd op de elektriciteitsopbrengst inclusief de kosten van covergisting. De financiële opbrengst is verdeeld met en zonder afvoerkosten.



Tabel 11: Potentiële financiële opbrengst per akkerbouwreststroom en regio

Regio	Akkerbouw- reststroom	Areaal (in ha)	Gewicht kg/ha	Methaan-opbrengst (m <sup>3</sup> /ha)	Financiële opbrengst (€/kg vers)	Financiële opbrengst incl. afvoer (€/kg vers)
Noordelijke zeeklei	Tarwestro	63	3.500	561	0,06	0,04
	Gerstestro	22	4.400	446	0,06	0,04
	Bietenblad	15	32.300	1.473	0,02	-
	Groene braak <sup>1</sup>	10	3.000 <sup>1</sup>	655	0,01	-
Noordoostelijk Nederland 1	Gerstestro	24,3	3.300	421	0,06	0,04
	Roggestro	5,4	4.300	548	0,06	0,04
	Bietenblad	18	32.300	1.473	0,02	-
	Groene braak <sup>1</sup>	3,6	3.000 <sup>1</sup>	655	0,01	-
Noordoostelijk Nederland 2	Gerstestro	3	3.300	421	0,06	0,04
	Tarwestro	15	4.000	510	0,06	0,04
	Bietenblad	12	32.300	1.473	0,02	-
Centrale zeeklei 1	Tarwestro	10	4.500	574	0,06	0,04
	Bietenblad	5	32.300	1.473	0,02	-
	Aardappels	10	1.950	149	0,04	0,02
	Peen	5	3.850	224	0,03	0,01
Centrale zeeklei 2	Tarwestro	15	4.500	574	0,06	0,04
	Bietenblad	15	32.300	1.473	0,02	-
	Aardappels	15	2.850	217	0,04	0,02
	Tarwestro	15	4.500	574	0,06	0,04
Zuidwestelijke zeeklei	Gerstestro	3	3.300	421	0,06	0,04
	Bietenblad	10	32.300	1.473	0,02	-
	Aardappelen	10	2.450	187	0,04	0,02
	Groene braak <sup>1</sup>	2	3.000 <sup>1</sup>	655	0,01	-
	Tarwestro	4,5	4.000	510	0,06	0,04
Zuidoost Nederland 1	Bietenblad	9	32.300	1.473	0,02	-
	Aardappels	9	2.500	191	0,05	0,02
	Tarwestro	5	4.000	510	0,06	0,04
Zuidoost Nederland 2	Bietenblad	5	32.300	1.473	0,02	-
	Aardappels	7,5	2.500	191	0,04	0,02
	Koolzaadkoek	n.v.t.	2.625	1.008	0,21	0,17

<sup>1</sup> – Gewicht per hectare in droge stof in plaats van versgewicht

De prijs (financiële opbrengst) per product is waarvoor het betreffende coproduct op locatie van de mestvergister moet worden geleverd. Dit betekent dat de prijs als prijs inclusief transport moet worden beschouwd. Grotere transportafstanden zullen dus de financiële opbrengst verlagen. De financiële opbrengst geeft zicht op een mogelijke prijs voor de reststroom. Het meerekenen van afvoerkosten van digestaat leidt er toe dat een aantal reststromen geen financiële opbrengsten kennen. Afhankelijk van de reststroom zal het geld kosten om die af te voeren.

## 5.2 Discussie per akkerbouwreststroom

Bij alle coproducten zijn opmerkingen te maken over de economische haalbaarheid of inpasbaarheid in de praktijk. Per coproduct worden een aantal afwegingen benoemd die voor of juist tegen inzetten als coproduct pleiten.

### **Tarwestro**

- Tarwestro wordt nu vooral afgezet naar o.a. de veehouderij en de bloembollenteelt. De prijs voor tarwestro in KWIN 2006 is € 0,05. Op basis van LEI cijfers voor de afgelopen jaren, ligt de tarwestroprijs tussen de € 0,09 en € 0,10 per kg.
- Tarwestro is een vezelrijk product dat maar beperkt wordt afgebroken tijdens de vergisting. Dit betekent dat veel materiaal overblijft als digestaat.
- Er zijn bedrijven die bij een geringe stro-opbrengst het stro verhakselen tijdens de oogst. In dat geval wordt het stro weer gebruikt als groenbemester. Het afvoeren van deze gewasrest heeft in dit geval invloed op de bemestingsstrategie van de betreffende ondernemer.

### **Gerstestro**

- Gerstestro wordt nu vooral afgezet naar de veehouderij. De prijs voor gerstestro in KWIN 2006 is € 0,06. Op basis van LEI cijfers voor de afgelopen jaren, ligt de gerstestroprijs rond de € 0,09 per kg.
- Net als tarwestro, is gerstestro een vezelrijk product dat maar beperkt wordt afgebroken tijdens de vergisting. Dit betekent dat veel materiaal overblijft als digestaat.

### **Bietenblad**

- Bietenblad wordt in veel gevallen niet geoogst. Veel bietenrooiers verhakselen het blad en verspreiden dit over de kavel. Het oogsten van het bietenblad vergt bijna altijd extra handelingen.
- Op basis van een eerdere studie (Van der Voort, et al., 2006) kunnen de kosten worden gesteld op € 104,- per ha. De kosten voor het verzamelen van bietenblad zijn per kilogram beperkt, namelijk € 0,003 per kg. Per hectare ligt de opbrengst rond de € 580,-.
- In het geval de afvoerkosten meegerekend worden, is bietenblad niet rendabel te covergisten.

### **Groenbemester**

- Groenbemesters worden onder geploegd om de voedingsstoffen in de bodem aan te vullen. Het oogsten van de groenbemester om als coproduct te dienen, vergt extra handelingen. De kosten van deze handelingen liggen rond de € 275,- per ha (Van der Voort, et al., 2006). Per kilogram kost dit rond de € 0,02. Daarom is waarschijnlijk niet rendabel om groenbemester te telen als coproduct.
- Groenbemester wordt geteeld om de bemestende waarde. Het oogsten van de groenbemester heeft invloed op de bemestingsstrategie van de ondernemer. Extra kosten voor aanvullende bemesting zouden in de overweging meegenomen moeten worden.

### **Aardappels**

- Voor aardappels is gesteld dat van de geoogste hoeveelheid 5% als voeraardappels kan worden beschouwd (mondelijke mededeling Wustman en Bus, PPO).
- Aardappels moeten op het bedrijf of op een andere locatie, maar in eigen beheer worden gesorteerd. Anders komt het restproduct beschikbaar bij de afnemer/verwerker en niet bij de teler.
- Op basis van LEI cijfers voor de afgelopen jaren ligt de prijs voor voeraardappels rond de € 0,02 per kg. Deze prijs komt overeen met de prijs inclusief afvoerkosten.

### **Peen**

- Voor winterpeen is gesteld dat van de geoogste hoeveelheid 5% als voerpeen kan worden aangemerkt. Dit kan per jaar/perceel sterk wisselen. De 5% is daarom als richtwaarde aangehouden.
- De prijs van voerpeen ligt in de praktijk tussen de € 0,02 en € 0,05 per kg. De markt en hiermee de prijs fluctueren sterk. Het aanbod aan peen op de markt bepaalt ook in grote mate de prijs.
- De voerpeen moet op het bedrijf na verwerking beschikbaar komen of de voerpeen moet weer aan het bedrijf worden terug geleverd. Dit is afhankelijk van leverings- dan wel verwerkingsvoorwaarden.
- Gespoelde peen verdient de voorkeur boven ongespoelde peen. Grond is een ongewenst product in de mestvergister. Grond leidt tot bezinksel in de vergister.

### **Koolzaadkoek**

- Koolzaadkoek is opgenomen in verband met het hoofdstuk eigen brandstofvoorziening. Koolzaadkoek kan worden afgezet naar de veevoederindustrie. In de berekeningen voor de eigen brandstofvoorziening is uitgegaan van de afzet van koolzaadkoek naar de veevoederindustrie voor € 0,20 per kg.
- De prijs voor koolzaadkoek is, in het geval van afvoerkosten voor digestaat, € 0,17 per kg.

Zoals aan het begin van dit hoofdstuk is beschreven kiezen veel bedrijven met mestvergisting voor coproducten die kosteloos worden geleverd. De keuze voor een akkerbouwreststroom blijft daarom grotendeels afhankelijk van de keuzes die ondernemers, met een mestvergister, maken. Een stabiele aanvoer van een kwalitatief goed coproduct zou geld waard kunnen en moeten zijn. Veelal wordt alleen betaald voor een basis hoeveelheid (energie)maïs. Uit contacten met bedrijfsleven blijkt veelal dat de maïsprijzen in de regio van een vergister sterk gestegen te zijn. Wanneer onder de nieuwe subsidieregeling voor duurzame energie weer mestvergisters worden gebouwd, kan dit kansen bieden voor andere producten naast maïs. De prijsontwikkeling is echter sterk afhankelijk van prijzen van andere reststromen uit bijvoorbeeld voedselverwerkende industrie en het aantal vergisters.

## 6 Conclusies en discussie

### 6.1 Conclusie

#### Energiegewassen

Voor covergisting bieden maïs, voederbieten (massabieten) en eventueel soedangras het meeste perspectief. Bij de oliehoudende gewassen bieden koolzaad en olievlas financieel het meeste perspectief. Koolzaad levert wel meer olie per hectare. Bij bio-ethanol zijn tarwe en suikerbieten financieel en qua ethanolopbrengst per hectare het meest interessant.

Voor de reductie van broeikasgasemissies zijn het gewas en het teeltdoel in grote mate bepalend. Het inzetten van reststromen van de gewassen leidt er in alle gevallen tot een reductie aan broeikasgasemissies van meer dan 30%.

Gewas	Saldo loonwerk in EUR/ha (excl. afvoer)	Energierendement* (zonder bijproduct)	Broeikasgas- rendement* (zonder bijproduct)
Maïs	507 – 757	82 – 83%	64 – 67%
Soedangras	640	81%	66%
Zonnebloemen	-1.117 – -1.128	78%	62%
Bieten	928 – 2.401	81 – 85%	60 – 73%
Miscanthus	-107	86%	80%
Koolzaad	757	47%	25%
Soja	326	43%	53%
Oliehennep	288	32%	-28%
Olievlas	501	47%	37%
Wintertarwe	818 – 1.046	35 – 38%	6 – 12%
Suikerbieten	565 – 1.009	34 – 35%	18 – 21%
Zetmeelaardappelen	630 – 835	35 – 38%	19 -27%
Korrelmaïs	95	40%	25%

\* Rendement is afhankelijk van gekozen inzet en route

#### Eigen brandstofteelt

De teelt van koolzaad en de verwerking hiervan tot koolzaadolie kost akkerbouwers geld. In een aantal scenario's is het verschil klein. De prijs voor rode diesel, de ombouwkosten en de accijns zijn de belangrijkste factoren die de haalbaarheid beïnvloeden. Ontwikkelingen in één of meerdere factoren kan het verschil overbruggen en eigen brandstofteelt rendabel maken. Voor de noordelijke zeekei is een prijs van

€ 0,80 voor rode diesel voldoende om eigen brandstofteelt rendabel te maken. In zuidoost Nederland zal minimaal een prijs voor rode diesel van € 1,50 en voor koolzaadkoek van € 0,50 nodig zijn om eigen brandstofteelt rendabel te kunnen maken.

Het meeste perspectief voor de haalbaarheid van eigen brandstofteelt zit wellicht in levering van trekkers die af-fabriek op koolzaadolie kunnen draaien. Wanneer ombouw van motoren overbodig wordt scheelt dit aanzienlijk in de kosten. Daarnaast kan de stijgende prijs van rode diesel eigen brandstofvoorziening rendabel maken. Aanpassing van de accijns wordt door veel partijen op dit moment niet verwacht. Accijnsaanpassing biedt dus op korte termijn weinig perspectief.

Belangrijkste technische knelpunt is het persen van koolzaad in de juiste oliekwaliteit. Voor de kwaliteit van koolzaadolie is een norm opgesteld. Het is de vraag of door het zelf persen en verwerken van koolzaad deze norm ook gehaald kan worden.

#### Covergistingsrantsoenen

Het blijkt dat er geen waarden zijn voor het opstellen van gestandaardiseerde rantsoenen voor mestvergisting. De rantsoenen zijn sterk afhankelijk van de beschikbaarheid van reststromen uit de levensmiddelenindustrie, die veelal gratis of tegen vergoeding worden geleverd.

De reststromen worden veelal lokaal of regionaal betrokken. De situatie in de regio is dus sterk bepalend voor de coproducten in het rantsoen. Uit beoordeling van een aantal akkerbouwreststromen, kan per regio een inschatting gemaakt worden van mogelijke perspectievolle reststromen.

## 6.2 Discussie

De discussie bestaat uit de huidige ontwikkelingen waarvan wordt verwacht dat deze sterk sturend zijn in het economisch rendement van energiegewassen en akkerbouwreststromen. Deze ontwikkelingen kunnen de resultaten van het onderzoek en vooral de eerder genoemde economische resultaten sterk beïnvloeden. De resultaten van het onderzoek zijn daardoor een moment opname. De sterk fluctuerende prijzen van agrarische producten en fossiele olie versterken dit beeld. De beschreven ontwikkelingen moeten daarom in de beoordeling van de conclusie worden meegenomen. De markt voor energie en energiegewassen is van vele factoren afhankelijk. De energie-, olie- en agrarische markten zijn allemaal sterk in beweging. Een aantal van deze factoren die tijdens het onderzoek zijn waargenomen worden hier kort toegelicht. De onderstaande ontwikkelingen zijn van grote invloed op het economisch rendement van de energiegewassen en akkerbouwreststromen.

### **Olieprijs**

De olieprijs schommelt momenteel rond de 100 dollar per vat. De olieprijs fluctueert sterkt, maar laat wel een stijgende tendens zien. De stijgende olieprijs leidt hierdoor onder andere tot hogere prijzen voor energie. Hogere prijzen voor fossiele energie zorgt voor een kleiner verschil met bio-energie.

### **Tegenvallende graanoogsten**

Door tegenvallende graanoogsten zijn de prijzen voor granen sterk gestegen. De prijs is in korte periode van rond de € 0,10 per kg naar een prijs rond de € 0,20 per kg gestegen. Of deze verdubbeling naar de toekomst in stand blijft is de grote vraag. Nadelig effect van de hoge prijzen voor agrarische producten is dat de huidige bio-energieprojecten geconfronteerd worden met hoge inkoopkosten. De stijging van grondstofkosten leidt inmiddels al tot geluiden van onder andere biobrandstofproducenten die moeilijk het hoofd boven water kunnen houden. De hoge prijzen voor agrarische grondstoffen doen het verschil teniet wat door de stijgende prijs van olie wordt gecreëerd.

### **Onzeker overheidsbeleid**

Kenmerkend voor het wispelturige overheidsbeleid is, volgens marktpartijen, de plotselinge stopzetting van MEP-subsidie. Veel projecten die toen in ontwikkeling waren, werden overvallen door de plotselinge stopzetting. De overheid werkt momenteel aan een opvolger voor de MEP-subsidie, de SDE (Stimuleringsregeling Duurzame Energie). De eerste geluiden over de SDE geven bedrijfslevenpartijen weinig hoop. In de berekeningen is uitgegaan van € 0,15 per kWh. De vergoeding voor elektriciteit is in de voorlopige SDE € 0,12 per kWh. De bruto-geldopbrengst voor energiemais in de Veenkoloniën en Noordelijke zeeklei daalt dan met € 540,- tot € 1.319,-.

Een knelpunt binnen de biobrandstoffen is dat er geen differentiatie is in accijns voor fossiele brandstoffen en biobrandstoffen. Biobrandstoffen kennen een lagere energie-inhoud per eenheid dan fossiele brandstoffen. Het verbruik van voertuigen bij gebruik van biobrandstoffen ligt daarom hoger. Daardoor worden biobrandstoffen in feite zwaarder belast dan fossiele brandstoffen. Een aantal marktpartijen pleit er daarom voor brandstofaccijnzen naar energie-inhoud te differentiëren.

### **Broeikasgasemissie**

De Commissie Cramer heeft criteria voor de productie van biomassa opgesteld. Eén van de belangrijkste criteria is dat een reductie van broeikasgasemissies van ten minste 30% wordt behaald. Veel van de doorgerekende gewassen/trajecten in hoofdstuk 4 halen deze norm. Uit praktijkproeven van marktpartijen blijkt dat, bijvoorbeeld voor koolzaad, de reductie door middel van een goede opbrengst en minder bespuitingen kan stijgen tot boven de 30%. Voor koolzaad is, zonder gebruik van restproducten, een reductie berekend van 25%. Naast de broeikasgasemissies moeten de energiebalans en de economische cijfers mede bepalend zijn in de overweging om een bepaald gewas te telen.

Mestvergisting en biobrandstoffen kunnen elkaar versterken in de reductie van broeikasgasemissies. Het gebruik van digestaat als kunstmestvervanger en gebruik van biobrandstoffen in de landbouw zijn twee opties. Deze opties maken het mogelijk aanzienlijke verbeteringen te halen in de broeikasgasemissies.

## Geraadpleegde personen

De heer Joost Fokking	- Biofuels, oliepersen en technische installaties
De heer Joep Hermans	- Vereniging Innovatief Platteland
De heer Ronald Erik Aberson	- Solaroilsystems
De heer Dries Drenth	- Agromiscanthus
De heer Henry Pouw	- Productschap Margarine, Vetten en Oliën
De heer Hendrik Jan van Dooren	- Animal Sciences Group
De heer Jaap Haanstra	- LTO Nederland
De heer Douwe Frits Broens	- Agrologistiek

## Internetbronnen

- LEI, BINternet
- Deutz Fahr

# Literatuur

- Klooster, A. van der, Wolf, M. de, Kwantitatieve informatie, Akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt 2006, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, PPO 354, ISSN: 1571-3059, juli 2006
- Hekkert, G., Dure Diesel, Bespaartest, Van 24,2 naar 19,6 liter per hectare, Boerderij, Jaargang 91, blz. 18-22, november 2005
- Dönges, P., Dr. H. Traulsen, Felderprobung Rapsöl pur, DEULA Schleswig-Holstein GmbH, Juli 2006
- FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.), Pflanzenöl als Kraftstoff in der Landwirtschaft, Erfahrungsberichte, , August 2006
- Kostenrechnung diesel – rapsöl, Arbeitsgemeinschaft der Grundbesitzerverbände e.V.
- Runia, W.T., Molendijk, L.P.G., Literatuuronderzoek naar plantparasitaire aaltjes in de koolzaadteelt, PPO-AGV rapport 3250029600, 2006
- Ferchau, Erik, Equipment for decetralised cold pressing of oil seeds, Folkecenter for Renewable Energy, Denmark, November 2000
- Hulshof, Michiel, Rijden op slaolie, Vrij Nederland, 6 augustus 2005
- Boerderij, Voederwaarde prijzen, veehouderij, nummer 44 (92, no. 1), 31 juli 2007
- AgriHolland, Voor 3 miljoen hectare aanvragen voor EU subsidie energiegewassen, Reformatorisch Dagblad, 8 oktober 2007
- Deutz-Fahr, Deutz Fahr präsentiert den Natural Power Rapsölschlepper!, Rapsölschlepper ab Werk mit 24 Monaten Garantie – Präsentation auf der Agritechnica, Marion Kupfer (Nova-Institut)
- Borm, G.E.L., Voort, M.P.J. van der, Bureaustudie: perspectief teelt van olievlas, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, rapport 510488, mei 2005
- Floot, Henk, Verslag winterkoolzaadrassen, Proefnummer EH 0701, SPNA, augustus 2007
- Kriese, U., Schumann, E., Weber, W.E., Beyer, M., Brühl, L., Matthäus, B., Oil content, tocopherol composition and fatty acid patterns of the seed of 51 Cannabis sativa L. genotypes, Euphytica, vol. 137, no. 3, pp 339-351, 2004
- Marcus, David, Commercial Hemp Cultivation in Canada, An Economic Justification, 1998
- Europese Commissie, Biobrandstoffen: hectaresteun voor energiegewassen verlaagd na overschrijding van het areaal van 2 miljoen hectare, Persbericht 17 oktober 2007
- Klijnsma Bsc, Xantho, Dutch bio-ethanol potential, Conference Sustainable Mobility, Leeuwarden, Van Hall Larenstein, November 20, 2006
- Liimatainen, Henrikki, Kuokkanen, Toivo, Kääriäinen, Development of bio-ethanol production from wated potatoes, University of Oulu, Finland
- Henze, M., Waste Watertreatment: Biological and chemical processes, Springer, 2002, ISBN 3540422285
- Handreichung biogasgewinnung und –nutzung, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Gülzow, 2006
- Gasausbeute in Landwirtschaftlichen Biogasanlagen, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt, 2005
- Oechsner, Hans, Lemmer, Andreas, Neuberger, Claude, Feldfrüchte als Gärsubstrat in Biogasanlagen, Landtechnik 58 (2003), Nr. 3, blz. 146-147
- Koeken, John, Organisatie en economisch perspectief, Praktijkdag Mest Co-vergisting, 2 oktober 2006, Jaarbeurs Utrecht
- Voort, M. van der, Klooster, A. van der, Wekken, J. van der, Kemp, H., Dekker, P., Covergisting van gewasresten, Een verkennende studie naar praktische en economische haalbaarheid, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., rapport 530030, januari 2006
- Wijnholds, ing. K.H., Energieteelt in de Veenkoloniën 2006, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., PPO 32500549, januari 2007
- Wolf, M. de, Haan, J. de, Brochure; Gewasresten afvoeren: utopie of optie?, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, 2005



## Bijlage 1: saldi covergistingsgewassen

Tabel 12: Saldoberekening energiemaïs Veenkoloniën

	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs in EUR	Bedrag in EUR
Hoofdproduct*	18.000	kg ds	0,10	1.859,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<u>1.859,-</u>
<b>Uitgangsmateriaal</b>				
Zaaizaad	2.2	eenheden	88,-	194,-
<b>Bemesting</b>				
Kalkammonsalpeter	185	kg N	0,83	154,-
<b>Onkruidbestrijding</b>				
terbutylazine (500)	0,75	liter	19,40	15,-
sulcotrion (30)	1	liter	51,90	52,-
nicosulfuron (40)	1	liter	41,30	41,-
<b>Bestrijding ziekten &amp; plagen</b>				
<b>Energie</b>				
Brandstof, smeermiddelen	105	liter	0,75	79,-
<b>Overige productgebonden kosten</b>				
Berekende rente			5,5%	16,-
Verzekering	1.859,-		0,54%	10,-
Productschapsheffing	1	ha	3,95	4,-
N-mineraalmonster	1	stuks	45,37	45,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<u>609,-</u>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				<u>1.250,-</u>
<b>Loonwerk</b>				
Zaaien, maiszaaimachine incl. fosfaattoed.	1	ha	88,-	88,-
Oogst, Hakselen, incl. voorzetstukken	1	ha	450,-	450,-
<b>Totaal loonwerk (incl. rente)</b>				<u>538,-</u>
<b>Saldo loonwerk</b>				<u><u>712,-</u></u>

\* - Bedrag is bepaald op de onafgeronde prijs in EUR.

Tabel 13: Saldoberekening energiemaïs Noordelijke zeelei

	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs in EUR	Bedrag in EUR
Hoofdproduct*	18.000	kg ds	0,10	1.859,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<u>1.859,-</u>
<b>Uitgangsmateriaal</b>				
Zaaizaad	2.2	eenheden	88,-	194,-
<b>Bemesting</b>				
Kalkammonsalpeter	185	kg N	0,83	154,-
<b>Onkruidbestrijding</b>				
terbutylazine (500)	0,75	liter	19,40	15,-
sulcotrion (30)	1	liter	51,90	52,-
nicosulfuron (40)	1	liter	41,30	41,-
<b>Bestrijding ziekten &amp; plagen</b>				
<b>Energie</b>				
Brandstof, smeermiddelen	87	liter	0,75	65,-
<b>Overige productgebonden kosten</b>				
Berekende rente			5,5%	11,-
Verzekering	1.859,-		0,36%	7,-
Productschapsheffing	1	ha	3,95	4,-
N-mineraalmonster	0,5	stuks	45,37	23,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<u>564,-</u>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				<u>1.295,-</u>
<b>Loonwerk</b>				
Zaaien, maïszaaimachine incl. fosfaatrije.	1	ha	88,-	88,-
Oogst, Hakselen, incl. voorzetstukken	1	ha	450,-	450,-
<b>Totaal loonwerk (incl. rente)</b>				<u>538,-</u>
<b>Saldo loonwerk</b>				<u>757,-</u>

\* - Bedrag is bepaald op de onafgeronde prijs in EUR.

Tabel 14: Saldoberekening energiemaïs Zuidoost Nederland

	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs in EUR	Bedrag in EUR
Hoofdproduct*	16.000	kg ds	0,10	1.653,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<u>1.653,-</u>
<b>Uitgangsmateriaal</b>				
Zaaizaad	2.2	eenheden	88,-	194,-
<b>Bemesting</b>				
Kalkammonsalpeter	185	kg N	0,83	154,-
<b>Onkruidbestrijding</b>				
terbutylazine (500)	0,75	liter	19,40	15,-
sulcotrion (30)	1	liter	51,90	52,-
nicosulfuron (40)	1	liter	41,30	41,-
<b>Bestrijding ziekten &amp; plagen</b>				
<b>Energie</b>				
Brandstof, smeermiddelen	105	liter	0,75	79,-
<b>Overige productgebonden kosten</b>				
Berekende rente			5,5%	16,-
Verzekering	1.653,-		0,54%	9,-
Productschapsheffing	1	ha	3,95	4,-
N-mineraalmonster	1	stuks	45,37	45,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<u>608,-</u>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				<u>1.045,-</u>
<b>Loonwerk</b>				
Zaaien, maïszaamachine incl. fosfaatrije.	1	ha	88,-	88,-
Oogst, Hakselen, incl. voorzetstukken	1	ha	450,-	450,-
<b>Totaal loonwerk (incl. rente)</b>				<u>538,-</u>
<b>Saldo loonwerk</b>				<u>507,-</u>

\* - Bedrag is bepaald op de onafgeronde prijs in EUR.

Tabel 15: Saldoberekening soedangras

	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs in EUR	Bedrag in EUR
Hoofdproduct*	12.000	kg ds	0,11	1.370,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<u>1.370,-</u>
<b>Uitgangsmateriaal</b>				
Zaaizaad	35	kg	3,-	105,-
<b>Bemesting</b>				
Kalkammonsalpeter	120	kg N	0,83	100,-
<b>Onkruidbestrijding</b>				
<b>Bestrijding ziekten &amp; plagen</b>				
<b>Energie</b>				
Brandstof, smeermiddelen	78	liter	0,75	59,-
<b>Overige productgebonden kosten</b>				
Berekende rente			5,5%	10,-
Verzekering	1.370,-	EUR	0,22%	3,-
Productschapsheffing	1	ha	3,95	4,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<u>280,-</u>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				<u>1.090,-</u>
<b>Loonwerk</b>				
Oogst, hakselen, incl. voorzetstukken	1	ha	450,-	450,-
<b>Totaal loonwerk (incl. rente)</b>				<u>450,-</u>
<b>Saldo loonwerk</b>				<u>640,-</u>

\* - Bedrag is bepaald op de onafgeronde prijs in EUR.

Tabel 16: Saldoberekening zonnebloemen Veenkoloniën

	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs in EUR	Bedrag in EUR
Hoofdproduct*	9.000	kg ds	0,08	698,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<u>698,-</u>
<b>Uitgangsmateriaal</b>				
Zaaizaad	1	eenheid	105,-	105,-
<b>Bemesting</b>				
Kalkammonsalpeter	70	kg N	0,83	58,-
<b>Onkruidbestrijding</b>				
prosulfocarb	5	liter	14,60	73,-
<b>Bestrijding ziekten &amp; plagen</b>				
iprodion (500)	1	liter	64,90	65,-
vinschlozolin (50%)	1	liter	50,-	50,-
<b>Energie</b>				
Brandstof, smeermiddelen	105	liter	0,75	79,-
<b>Overige productgebonden kosten</b>				
Berekende rente			5,5%	10,-
Verzekering	698,-	EUR	0,54%	4,-
Productschapsheffing	1	ha	3,95	4,-
N-mineraalmonster	1	stuks	45,37	45,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<u>493,-</u>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				<u>205,-</u>
<b>Loonwerk</b>				
Zaaien, pneumatisch	1	ha	70,-	70,-
Oogst, hakselen, incl. voorzetstukken	1	ha	450,-	450,-
<b>Totaal loonwerk (incl. rente)</b>				<u>520,-</u>
<b>Saldo loonwerk</b>				<u><u>-315,-</u></u>

\* - Bedrag is bepaald op de onafgeronde prijs in EUR.

Tabel 17: Saldoberekening zonnebloemen Noordelijke zeekei

	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs in EUR	Bedrag in EUR
Hoofdproduct*	9.000	kg ds	0,08	698,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<u>698,-</u>
<b>Uitgangsmateriaal</b>				
Zaaizaad	1	eenheid	105,-	105,-
<b>Bemesting</b>				
Kalkammonsalpeter	100	kg N	0,83	83,-
<b>Onkruidbestrijding</b>				
pendimethalin (400)	4	kg	19,41	78,-
<b>Bestrijding ziekten &amp; plagen</b>				
iprodion (500)	1	liter	64,90	65,-
vinschlozolin (50%)	1	liter	50,-	50,-
<b>Energie</b>				
Brandstof, smeermiddelen	87	liter	0,75	65,-
<b>Overige productgebonden kosten</b>				
Berekende rente			5,5%	15,-
Verzekering	698,-	EUR	0,36%	3,-
Productschapsheffing	1	ha	3,95	4,-
N-mineraalmonster	1	stuks	45,37	45,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<u>513,-</u>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				<u>185,-</u>
<b>Loonwerk</b>				
Zaaien, pneumatisch	1	ha	70,-	70,-
Oogst, hakselen, incl. voorzetstukken	1	ha	450,-	450,-
<b>Totaal loonwerk (incl. rente)</b>				<u>520,-</u>
<b>Saldo loonwerk</b>				<u><u>-335,-</u></u>

\* - Bedrag is bepaald op de onafgeronde prijs in EUR.

Tabel 18: Saldoberekening zonnebloemen Zuidoost Nederland

	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs in EUR	Bedrag in EUR
Hoofdproduct*	9.000	kg ds	0,08	698,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<u>698,-</u>
<b>Uitgangsmateriaal</b>				
Zaaizaad	1	eenheid	105,-	105,-
<b>Bemesting</b>				
Kalkammonsalpeter	100	kg N	0,83	83,-
<b>Onkruidbestrijding</b>				
prosulfocarb	4	liter	14,60	58,-
<b>Bestrijding ziekten &amp; plagen</b>				
iprodion (500)	1	liter	64,90	65,-
vinschlozolin (50%)	1	liter	50,-	50,-
<b>Energie</b>				
Brandstof, smeermiddelen	105	liter	0,75	79,-
<b>Overige productgebonden kosten</b>				
Berekende rente			5,5%	15,-
Verzekering	698,-	EUR	0,54%	4,-
Productschapsheffing	1	ha	3,95	4,-
N-mineraalmonster	1	stuks	45,37	45,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<u>508,-</u>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				190,-
<b>Loonwerk</b>				
Zaaien, pneumatisch	1	ha	70,-	70,-
Oogst, hakselen, incl. voorzetstukken	1	ha	450,-	450,-
<b>Totaal loonwerk (incl. rente)</b>				<u>520,-</u>
<b>Saldo loonwerk</b>				<u><u>-330,-</u></u>

\* - Bedrag is bepaald op de onafgeronde prijs in EUR.

Tabel 19: Saldoberekening (massa) voederbieten Veenkoloniën

	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs in EUR	Bedrag in EUR
Hoofdproduct*	14.000	kg ds	0,21	2.933,-
Bijproduct (bietenblad)*	4.000	kg ds	0,06	250,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<u>3.183,-</u>
<b>Uitgangsmateriaal</b>				
Zaaizaad	1.6	eenheid	115,-	184,-
<b>Bemesting</b>				
Kalkammonsalpeter	200	kg N	0,83	166,-
<b>Onkruidbestrijding</b>				
Ethofumesaat (190) fenmedifam (200)	4	liter	22,-	88,-
Quizalofop-p-ethyl (50)	1	liter	56,20	56,-
Triflusuifuron-methyl (500)	0,06	liter	1240,-	74,-
<b>Bestrijding ziekten &amp; plagen</b>				
Defenconazool(250)	0,4	liter	75,70	30,-
<b>Energie</b>				
Brandstof, smeermiddelen	98	liter	0,75	74,-
<b>Overige productgebonden kosten</b>				
Berekende rente			5,5%	32,-
Verzekering	3.183,-	EUR	0,70%	22,-
Productschapsheffing	1	ha	13,65	14,-
N-mineraalmonster	0.5	stuks	45,37	23,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<u>763,-</u>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				<u>2.420,-</u>
<b>Loonwerk</b>				
Oogst, hakselen, incl. voorzetstukken	1	ha	70,-	70,-
Bladoogst (extra kosten)	1	ha	104,-	104,-
Oogst, bunkerrooier	1	ha	322,-	322,-
<b>Totaal loonwerk (incl. rente)</b>				<u>496,-</u>
<b>Saldo loonwerk</b>				<u><u>1.924,-</u></u>

\* - Bedrag is bepaald op de onafgeronde prijs in EUR.



Tabel 20: Saldoberekening (massa) voederbieten Noordelijke zeeklei

	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs in EUR	Bedrag in EUR
Hoofdproduct*	16.000	kg ds	0,21	3.352,-
Bijproduct (bietenblad)*	4.500	kg ds	0,06	282,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<u>3.634,-</u>
<b>Uitgangsmateriaal</b>				
Zaaizaad	1.6	eenheid	115,-	184,-
<b>Bemesting</b>				
Kalkammonsalpeter	200	kg N	0,83	166,-
<b>Onkruidbestrijding</b>				
metamitron (70%)	2	liter	30,-	60,-
ethofumesaat (190) fenmedifam (200)	4	liter	22,-	88,-
quizalofop-p-ethyl (50)	1	liter	56,20	56,-
<b>Bestrijding ziekten &amp; plagen</b>				
<b>Energie</b>				
Brandstof, smeermiddelen	124	liter	0,75	93,-
<b>Overige productgebonden kosten</b>				
Berekende rente			5,5%	31,-
Verzekering	3.634,-	EUR	0,61%	22,-
Productschapsheffing	1	ha	13,65	14,-
N-mineraalmonster	0,5	stuks	45,37	23,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<u>737,-</u>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				<u>2.897,-</u>
<b>Loonwerk</b>				
Oogst, hakselen, incl. voorzetstukken	1	ha	70,-	70,-
Bladoogst (extra kosten)	1	ha	104,-	104,-
Oogst, bunkerrooier	1	ha	322,-	322,-
<b>Totaal loonwerk (incl. rente)</b>				<u>496,-</u>
<b>Saldo loonwerk</b>				<u><u>2.401,-</u></u>

\* - Bedrag is bepaald op de onafgeronde prijs in EUR.

Tabel 21: Saldoberekening (massa) suikerbieten Zuidoost Nederland

	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs in EUR	Bedrag in EUR
Hoofdproduct	12.000	kg ds	0,17	2.037,-
Bijproduct (bietenblad)	3.000	kg ds	0,06	188,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<b>2.224,-</b>
<b>Uitgangsmateriaal</b>				
Zaaizaad	1	eenheid	228,-	182,-
<b>Bemesting</b>				
Kalkammonsalpeter	200	kg N	0,83	166,-
<b>Onkruidbestrijding</b>				
Ethofumesaat (190) fenmedifam (200)	4	liter	22,-	88,-
Quizalofop-p-ethyl (50)	1	liter	56,20	56,-
Triflusulfuron-methyl (500)	0,06	liter	1240,-	74,-
<b>Bestrijding ziekten &amp; plagen</b>				
Difenconazool(250)	0,8	liter	75,70	61,-
<b>Energie</b>				
Brandstof, smeermiddelen	102	liter	0,75	77,-
<b>Overige productgebonden kosten</b>				
Berekende rente			5,5%	37,-
Verzekering	2.224,-	EUR	1,05%	23,-
Productschapsheffing	1	ha	13,65	14,-
N-mineraalmonster	0,5	stuks	45,37	23,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<b>800,-</b>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				<b>1.424,-</b>
<b>Loonwerk</b>				
Oogst, hakselen, incl. voorzetstukken	1	ha	70,-	70,-
Bladoogst (extra kosten)	1	ha	104,-	104,-
Oogst, bunkerrooier	1	ha	322,-	322,-
<b>Totaal loonwerk (incl. rente)</b>				<b>496,-</b>
<b>Saldo loonwerk</b>				<b>928,-</b>

\* - Bedrag is bepaald op de onafgeronde prijs in EUR.

Tabel 22: Saldoberekening miscanthus (gemiddelden over 10 jaar)

	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs in EUR	Bedrag in EUR
Hoofdproduct	15.000	kg ds	0,06	777,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<u>777,-</u>
<b>Uitgangsmateriaal</b>				
Plantmateriaal	10.000	rhizomen	0,18	1.800,-
<b>Bemesting</b>				
Kalkammonsalpeter	60	kg N	0,83	39,-
Tripelsuperfosfaat	30	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,57	16,-
Kali 60 (chloorhoudend)	180	kg K <sub>2</sub> O	0,40	59,-
<b>Onkruidbestrijding</b>				
Isoproturon (500)	4,5	liter	8,60	39,-
Clodinafop-propargyl(240)cloquintoceet- mexyl(60)	0,2	liter	279,10	56,-
Fluroxypyr(200)	0,75	liter	43,20	32,-
Bifenox(250)mecoprop-p(308)	1	liter	24,90	25,-
<b>Bestrijding ziekten &amp; plagen</b>				
<b>Energie</b>				
Brandstof, smeermiddelen	108	liter	0,75	81,-
<b>Overige productgebonden kosten</b>				
Berekende rente			5,5%	30,-
Verzekering	777,-	EUR	0,38%	4,-
Productschapsheffing	1	ha	3,95	4,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<u>580,-</u>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				197,-
<b>Loonwerk</b>				
Maishakselaar met kemperbek	1	ha	380,-	304,-
<b>Totaal loonwerk (incl. rente)</b>				<u>304,-</u>
<b>Saldo loonwerk</b>				<u><u>-107,-</u></u>

\* - Bedrag is bepaald op de onafgeronde prijs in EUR.

## Bijlage 2: saldi oliehoudende gewassen

Tabel 23: Saldoberekening koolzaad

	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs in EUR	Bedrag in EUR
Hoofdproduct	4.000	kg	0,36	1.456,-
Bijproduct	2.500	kg	0,05	125,-
EU-toeslag	1	ha	45,-	45,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<u>1.626,-</u>
<b>Uitgangsmateriaal</b>				
Zaaizaad	4	kg	20,-	80,-
<b>Bemesting</b>				
Kalkammonsalpeter	180	kg N	0,83	149,-
<b>Onkruidbestrijding</b>				
Fluazifop-P-butyl	0,75	liter	47,-	35,-
Nonylfenol-polyethoxyethanol	1	liter	6,-	6,-
Metazachloor(500)	3	liter	50,-	150,-
<b>Bestrijding ziekten &amp; plagen</b>				
Deltamethrin(6,2%)	0,4	liter	37,-	15,-
Vinchlozolin(50%)	1	liter	50,-	50,-
<b>Energie</b>				
Brandstof, smeermiddelen	112	liter	0,75	84,-
<b>Overige productgebonden kosten</b>				
Berekende rente			5,5%	23,-
Verzekering	1.626,-	EUR	0,70%	11,-
Productschapsheffing	1	ha	3,95	4,-
N-mineraalmonster	0,2	stuks	45,37	9,-
Drogen/schonen	4.000	Kg	0,03	120,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<u>737,-</u>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				<u>889,-</u>
<b>Loonwerk</b>				
Zwadmaaien	1	ha	79,-	79,-
Oogst stro	1	ha	53,-	53,-
<b>Totaal loonwerk (incl. rente)</b>				<u>132,-</u>
<b>Saldo loonwerk</b>				<u>757,-</u>

Tabel 24: Saldoberekening soja

	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs in EUR	Bedrag in EUR
Hoofdproduct	3.200	kg	0,31	976,-
Bijproduct	2.500	kg	0,05	125,-
EU-toeslag	1	ha	45,-	45,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<b>1.146,-</b>
<b>Uitgangsmateriaal</b>				
Zaaizaad	150	kg	1,80	270,-
<b>Bemesting</b>				
Tripelsuperfosfaat	51	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,57	29,-
Kali 60 (chloorhoudend)	54	kg K <sub>2</sub> O	0,40	22,-
<b>Onkruidbestrijding</b>				
<b>Bestrijding ziekten &amp; plagen</b>				
<b>Energie</b>				
Brandstof, smeermiddelen	78	liter	0,75	59,-
<b>Overige productgebonden kosten</b>				
Berekende rente			5,5%	10,-
Verzekering	1.146,-	EUR	0,70%	8,-
Productschapsheffing	1	ha	3,95	4,-
N-mineraalmonster	0,2	stuks	45,37	45,-
Drogen/schonen	3.200	kg	0,03	96,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<b>506,-</b>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				<b>640,-</b>
<b>Loonwerk</b>				
Maaidorsen	1	ha	248,-	248,-
Stro persen	1	ha	66,-	66,-
<b>Totaal loonwerk (incl. rente)</b>				<b>314,-</b>
<b>Saldo loonwerk</b>				<b>326,-</b>

Tabel 25: Saldoberekening oliehenep

	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs in EUR	Bedrag in EUR
Hoofdproduct	1.000	kg	0,07	700,-
Bijproduct	7.000	kg	0,05	350,-
EU-toeslag	1	ha	45,-	45,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<u>1.095,-</u>
<b>Uitgangsmateriaal</b>				
Zaaizaad	20	kg	3,50	70,-
<b>Bemesting</b>				
Kalkammonsalpeter	120	kg N	0,83	99,-
Tripelsuperfosfaat	70	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,57	40,-
Kali 60 (chloorhoudend)	120	kg K <sub>2</sub> O	0,40	48,-
<b>Onkruidbestrijding</b>				
<b>Bestrijding ziekten &amp; plagen</b>				
<b>Energie</b>				
Brandstof, smeermiddelen	52	liter	0,75	39,-
<b>Overige productgebonden kosten</b>				
Berekende rente			5,5%	8,-
Verzekering	1.095,-	EUR	0,36%	4,-
Productschapsheffing	1	ha	3,95	4,-
Drogen/schonen	1.000	kg	0,03	30,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<u>342,-</u>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				<u>753,-</u>
<b>Loonwerk</b>				
Maaidorser	1	ha	350,-	350,-
Oogst stro	1	ha	115,-	115,-
<b>Totaal loonwerk (incl. rente)</b>				<u>465,-</u>
<b>Saldo loonwerk</b>				<u>288,-</u>

Tabel 26: Saldoberekening olievlas

	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs in EUR	Bedrag in EUR
Hoofdproduct	2.500	kg	0,48	1.190,-
Bijproduct	4.000	kg	0,05	200,-
EU-toeslag	1	ha	45,-	45,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<u>1.435,-</u>
<b>Uitgangsmateriaal</b>				
Zaaizaad	30	kg	1,78	53,-
<b>Bemesting</b>				
Kalkammonsalpeter	45	kg N	0,83	37,-
Tripelsuperfosfaat	50	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,57	28,-
Kali 60 (chloorhoudend)	30	kg K <sub>2</sub> O	0,40	12,-
<b>Onkruidbestrijding</b>				
Bentazon(480)	3	liter	32,50	97,-
Minerale olie(800)	5	liter	5,00	25,-
MCPA(500)	0,5	liter	6,50	3,-
<b>Bestrijding ziekten &amp; plagen</b>				
Deltamethrin(25)	0,3	liter	37,-	11,-
<b>Energie</b>				
Brandstof, smeermiddelen	99	liter	0,75	74,-
<b>Overige productgebonden kosten</b>				
Berekende rente			5,5%	13,-
Verzekering	1.435,-	EUR	0,90%	13,-
Productschapshoefting	1	ha	3,95	4,-
N-mineraalmonster	0,5	stuks	45,37	23,-
Drogen/schonen	2.500	kg	0,03	75,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<u>469,-</u>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				<u>966,-</u>
<b>Loonwerk</b>				
Maaidorser	1	ha	350,-	350,-
Oogst stro	1	ha	115,-	115,-
<b>Totaal loonwerk (incl. rente)</b>				<u>465,-</u>
<b>Saldo loonwerk</b>				<u><u>501,-</u></u>

## Bijlage 3: saldi bio-ethanol gewassen

Tabel 27: Saldoberekening wintertarwe kleigrond

	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs in EUR	Bedrag in EUR
Hoofdproduct	9.000	kg	0,15	1.373,-
Bijproduct	4.500	kg	0,07	302,-
EU-toeslag	1	ha	45,-	45,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<u>1.719,-</u>
<b>Uitgangsmateriaal</b>				
Zaaizaad	160	kg	0,43	69,-
<b>Bemesting</b>				
Kalkammonsalpeter	185	kg N	0,83	154,-
<b>Onkruidbestrijding</b>				
Isoproturon (500)	3	liter	8,60	26,-
Cinidon-ethyl(250)	0,25	liter	92,-	23,-
Mecoprop-p(600)	1,5	liter	13,-	20,-
<b>Bestrijding ziekten &amp; plagen</b>				
Chloormequat(750)	1,2	liter	5,90	7,-
Trinexapac-ethyl(250)	0,25	liter	54,10	14,-
Epoxiconazool(84)fenpropimorf(250)	1	liter	45,50	46,-
Prothioconazool(175)trifloxystrobin(150)	1	liter	60,-	60,-
Dimethoaat(40%)	0,5	liter	8,60	4,-
<b>Energie</b>				
Brandstof, smeermiddelen	118	liter	0,75	89,-
<b>Overige productgebonden kosten</b>				
Berekende rente			5,5%	8,-
Verzekering	1.719,-	EUR	0,25%	4,-
Productschapsheffing	1	ha	3,95	4,-
N-mineraalmonster	0,5	stuks	45,37	23,-
Drogen/schonen	9.000	kg	0,001	9,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<u>558,-</u>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				<u>1.161,-</u>
<b>Loonwerk</b>				
Oogst stro	1	ha	115,-	115,-
<b>Totaal loonwerk (incl. rente)</b>				<u>115,-</u>
<b>Saldo loonwerk</b>				<u><u>1.046,-</u></u>



Tabel 28: Saldoberekening wintertarwe zandgrond

	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs in EUR	Bedrag in EUR
Hoofdproduct	7.800	kg	0,15	1.190,-
Bijproduct	4.000	kg	0,07	268,-
EU-toeslag	1	ha	45,-	45,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<b>1.503,-</b>
<b>Uitgangsmateriaal</b>				
Zaaizaad	150	kg	0,43	65,-
<b>Bemesting</b>				
Kalkammonsalpeter	165	kg N	0,83	137,-
Tripelsuperfosfaat	20	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,57	11,-
Kali 60 (chloorhoudend)	94	kg K <sub>2</sub> O	0,40	94,-
<b>Onkruidbestrijding</b>				
Isoproturon (500)	3	liter	8,60	26,-
MCPA(500)	1	liter	6,50	7,-
Fluroxypyr(200)	0,75	liter	43,20	32,-
Metsulforon-methyl(20%)	0,02	liter	820,-	20,-
<b>Bestrijding ziekten &amp; plagen</b>				
Chloormequat(750)	1,2	liter	5,90	7,-
Epoxiconazool(84)fenpropimorf(250)	1	liter	45,50	46,-
Prothioconazool(175)trifloxystrobin(150)	1	liter	60,-	60,-
Dimethoaat(40%)	0,5	liter	8,60	4,-
<b>Energie</b>				
Brandstof, smeermiddelen	115	liter	0,75	86,-
<b>Overige productgebonden kosten</b>				
Berekende rente			5,5%	13,-
Verzekering	1.503,-	EUR	0,25%	4,-
Productschapsheffing	1	ha	3,95	4,-
N-mineraalmonster	0,5	stuks	45,37	23,-
Drogen/schonen	7.800	kg	0,001	8,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<b>583,-</b>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				<b>920,-</b>
<b>Loonwerk</b>				
Oogst stro	1	ha	102,-	102,-
<b>Totaal loonwerk (incl. rente)</b>				<b>102,-</b>
<b>Saldo loonwerk</b>				<b>818,-</b>

Tabel 29: Saldoberekening suikerbieten kleigrond

	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs in EUR	Bedrag in EUR
Hoofdproduct	68.000	kg	0,032	1.190,-
Suikergehalte	16,2	%		55,-
Winbaarheid	89,5			103,-
Tarra	18,5	%		
EU-toeslag	1	ha	45,-	45,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<b>2.379,-</b>
<b>Uitgangsmateriaal</b>				
Zaaizaad	1.1	eenheden	213,-	234,-
<b>Bemesting</b>				
Kalkammonsalpeter	150	kg N	0,83	125,-
Tripelsuperfosfaat	76	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,57	43,-
Kali 60 (chloorhoudend)	53	kg K <sub>2</sub> O	0,40	21,-
<b>Onkruidbestrijding</b>				
Quizalofop-p-ethyl(50)	0,75	liter	56,20	42,-
Chloridazon(65%)	2	kg	29,20	58,-
Triflusaluron-methyl(500)	0,03	liter	1240,-	37,-
Ethofumesaat(190)fenmedifam(200)	6	liter	22,-	132,-
<b>Bestrijding ziekten &amp; plagen</b>				
<b>Energie</b>				
Brandstof, smeermiddelen	124	liter	0,75	93,-
<b>Afzetkosten</b>				
Tarra-verrekening	8.96	ton	12,25	110,-
<b>Overige productgebonden kosten</b>				
Berekende rente			5,5%	31,-
Verzekering	2.379,-	EUR	0,61%	15,-
Productschapsheffing	1	ha	13,65	14,-
N-mineraalmonster	0,5	stuks	45,37	23,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<b>978,-</b>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				<b>1.401,-</b>
<b>Loonwerk</b>				
Zaaien	1	ha	70,-	70,-
Roaien	1	ha	322,-	322,-
<b>Totaal loonwerk (incl. rente)</b>				<b>392,-</b>
<b>Saldo loonwerk</b>				<b>1.009,-</b>

Tabel 30: Saldoberekening suikerbieten zandgrond

	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs in EUR	Bedrag in EUR
Hoofdproduct	63.000	kg	0,032	2.016,-
Suikergehalte	16	%		
Winbaarheid	88,8			63,-
Tarra	17	%		
EU-toeslag	1	ha	45,-	45,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<u>2.124,-</u>
<b>Uitgangsmateriaal</b>				
Zaaizaad	1.1	eenheden	228,-	251,-
<b>Bemesting</b>				
Kalkammonsalpeter	150	kg N	0,83	125,-
Tripelsuperfosfaat	60	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,57	34,-
Kali 60 (chloorhoudend)	180	kg K <sub>2</sub> O	0,40	72,-
<b>Onkruidbestrijding</b>				
Quizalofop-p-ethyl(50)	1	liter	56,20	56,-
Triflusulfuron-methyl(500)	0,03	liter	1240,-	37,-
Ethofumesaat(190)fenmedifam(200)	8	liter	22,-	176,-
<b>Bestrijding ziekten &amp; plagen</b>				
Difenoconazool(250)	0,8	liter	75,70	61,-
<b>Energie</b>				
Brandstof, smeermiddelen	102	liter	0,75	77,-
<b>Overige grond- en hulpstoffen</b>				
erosiebestrijding	1	ha	87,35	87,-
<b>Afzetkosten</b>				
Tarra-verrekening	7.83	ton	12,25	96,-
<b>Overige productgebonden kosten</b>				
Berekende rente			5,5%	37,-
Verzekering	2.124,-	EUR	1,05%	22,-
Productschapsheffing	1	ha	13,65	14,-
N-mineraalmonster	0,5	stuks	45,37	23,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<u>1.167,-</u>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				957,-
<b>Loonwerk</b>				
Zaaien	1	ha	70,-	70,-
Rooien	1	ha	322,-	322,-
<b>Totaal loonwerk (incl. rente)</b>				<u>392,-</u>
<b>Saldo loonwerk</b>				<u><u>565,-</u></u>

Tabel 31: Saldoberekening (zetmeel)aardappels kleigrond

	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs in EUR	Bedrag in EUR
Hoofdproduct	45.000	kg	0,04	2.003,-
Bewaarvergoeding	14	ton	9,64	135,-
EU-toeslag	1	ha	45,-	45,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<b>2.182,-</b>
<b>Uitgangsmateriaal</b>				
Pootgoed	2.300	kg	0,14	322,-
<b>Bemesting</b>				
Kalkammonsalpeter	200	kg N	0,83	166,-
Kali 60 (chloorhoudend)	116	kg K <sub>2</sub> O	0,40	46,-
<b>Onkruidbestrijding</b>				
Metribuzin(70%)	0,5	kg	50	25,-
Prosulfocarb(800)	4	liter	14,60	58,-
Diquat dibromide(200)	4	liter	18,30	73,-
<b>Bestrijding ziekten &amp; plagen</b>				
Cymoxanil(4,5%)mancozeb(68%)	19,25	kg	10,80	208,-
Lambda-cyhalothrin(50)	0,15	liter	67,10	10,-
Fluazinam(500)	1,5	liter	67,10	101,-
Pencycuron(250)	4,6	liter	24,90	115,-
Deltamethrin(25)	0,3	liter	40,-	12,-
<b>Energie</b>				
Brandstof, smeermiddelen	232	liter	0,75	174,-
Bewaring	14	ton	4,07	57,-
<b>Overige grond- en hulpstoffen</b>				
<b>Afzetkosten</b>				
Tarra-kosten	3.24	ton	12,-	39,-
<b>Overige productgebonden kosten</b>				
Berekende rente			5,5%	68,-
Verzekering	2.124,-	EUR	0,26%	6,-
Productschapsheffing	1	ha	26,85	27,-
N-mineraalmonster	0,1	stuks	45,37	5,-
AM-onderzoek	0,5	stuks	82,20	41,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<b>1.552,-</b>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				<b>630,-</b>

Tabel 32: Saldoberekening (zetmeel)aardappels veenkoloniën

	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs in EUR	Bedrag in EUR
Hoofdproduct	45.000	kg	0,04	2.003,-
Bewaarvergoeding	14	ton	9,64	135,-
EU-toeslag	1	ha	45,-	45,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<b>2.182,-</b>
<b>Uitgangsmateriaal</b>				
Pootgoed	2.300	kg	0,14	322,-
<b>Bemesting</b>				
Kalkammonsalpeter	120	kg N	0,83	100,-
Kali 60 (chloorhoudend)	116	kg K <sub>2</sub> O	0,40	46,-
<b>Onkruidbestrijding</b>				
Metribuzin(70%)	0,25	kg	50,-	13,-
Paraquat-dichloride(200)	2	liter	14,10	28,-
Rimsulfuron(25%)	0,03	kg	890,-	27,-
<b>Bestrijding ziekten &amp; plagen</b>				
Cymoxanil(4,5%)mancozeb(68%)	19,25	kg	10,80	208,-
Lambda-cyhalothrin(50)	0,15	liter	67,10	10,-
Fluazinam(500)	1,5	liter	67,10	101,-
Pencycuron(250)	4,6	liter	24,90	115,-
Ethoprosfos(20%)	6,25	kg	11,90	74,-
<b>Energie</b>				
Brandstof, smeermiddelen	221	liter	0,75	166,-
Bewaring	14	ton	4,07	57,-
<b>Overige grond- en hulpstoffen</b>				
<b>Afzetkosten</b>				
Tarra-kosten	3.24	ton	12,-	39,-
<b>Overige productgebonden kosten</b>				
Berekende rente			5,5%	64,-
Verzekering	2.124,-	EUR	0,26%	6,-
Productschapsheffing	1	ha	26,85	27,-
N-mineraalmonster	0,1	stuks	45,37	5,-
AM-onderzoek	0,5	stuks	82,20	41,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<b>1.447,-</b>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				<b>736,-</b>

Tabel 33: Saldoberekening (zetmeel)aardappels zandgrond

	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs in EUR	Bedrag in EUR
Hoofdproduct	45.000	kg	0,04	2.003,-
Bewaarvergoeding	14	ton	9,64	135,-
EU-toeslag	1	ha	45,-	45,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<b>2.182,-</b>
<b>Uitgangsmateriaal</b>				
Pootgoed	2.300	kg	0,14	322,-
<b>Bemesting</b>				
Kalkammonsalpeter	120	kg N	0,83	100,-
Kali 60 (chloorhoudend)	116	kg K <sub>2</sub> O	0,40	46,-
<b>Onkruidbestrijding</b>				
Metribuzin(70%)	0,25	kg	50,-	13,-
Paraquat-dichloride(200)	2	liter	14,10	28,-
Rimsulfuron(25%)	0,03	kg	890,-	27,-
<b>Bestrijding ziekten &amp; plagen</b>				
Cymoxanil(4,5%)mancozeb(68%)	19,25	kg	10,80	208,-
Lambda-cyhalothrin(50)	0,15	liter	67,10	10,-
Fluazinam(500)	1,5	liter	67,10	101,-
Pencycuron(250)	4,6	liter	24,90	115,-
Deltamethrin(25)	0,3	liter	40,-	12,-
<b>Energie</b>				
Brandstof, smeermiddelen	193	liter	0,75	145,-
Bewaring	14	ton	4,07	57,-
<b>Overige grond- en hulpstoffen</b>				
<b>Afzetkosten</b>				
Tarra-kosten	3.24	ton	12,-	39,-
<b>Overige productgebonden kosten</b>				
Berekende rente			5,5%	68,-
Verzekering	2.124,-	EUR	0,26%	6,-
Productschapsheffing	1	ha	26,85	27,-
N-mineraalmonster	0,1	stuks	45,37	5,-
AM-onderzoek	0,5	stuks	82,20	41,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<b>1.347,-</b>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				<b>835,-</b>

Tabel 34: Saldoberekening maïs

	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs in EUR	Bedrag in EUR
Hoofdproduct	8.000	kg	0,16	1.308,-
Bijproduct	6.500	kg	0,05	325,-
EU-toeslag	1	ha	45,-	45,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<b>1.678,-</b>
<b>Uitgangsmateriaal</b>				
Zaaizaad	2	eenheden	88,-	176,-
<b>Bemesting</b>				
Kalkammonsalpeter	65	kg N	0,83	54,-
Kali 60 (chloorhoudend)	152	kg K <sub>2</sub> O	0,40	61,-
<b>Onkruidbestrijding</b>				
Terbutylazine(500)	0,5	liter	19,40	10,-
Sulcotrion(30)	1	liter	51,90	52,-
Nicosulfuron(40)	1	liter	41,30	41,-
<b>Bestrijding ziekten &amp; plagen</b>				
<b>Energie</b>				
Brandstof, smeermiddelen	142	liter	0,75	107,-
<b>Afzetkosten</b>				
<b>Overige productgebonden kosten</b>				
Berekende rente			5,5%	16,-
Verzekering	1.678,-	EUR	0,54%	9,-
Productschapsheffing	1	ha	3,95	4,-
N-mineraalmonster	1	stuks	45,37	45,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<b>575,-</b>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				<b>1.103,-</b>
<b>Loonwerk</b>				
Zaaien, maïszaamachine (incl.fosfaatbem.)	1	ha	88,-	88,-
Dorsen	1	ha	350,-	350,-
Malen en inkuilen	1	ha	450,-	450,-
Oogst stro en inkuilen	1	ha	120,-	120,-
<b>Totaal loonwerk (incl. rente)</b>				<b>1.008,-</b>
<b>Saldo loonwerk</b>				<b>95,-</b>

## Bijlage 4: bruto energie productie

Tabel 35: Bruto energie productie

Vari- ant	Gewas		Biobr. kg ha <sup>-1</sup>	Electr. kWh ha <sup>-1</sup>	Warmte netto GJ ha <sup>-1</sup>	Biobr. GJ ha <sup>-1</sup>	Electr. GJ ha <sup>-1</sup>	Wamte benut GJ ha <sup>-1</sup>	Totaal GJ ha <sup>-1</sup>
1	Koolzaad	biodiesel	1531	0	0	65.7	0	0	65.7
2		+ resten	1531	3421	16.6	65.7	32.5	0	98.2
3		+ resten + stro	1531	7061	34.4	65.7	67.1	0	132.7
4	Soja	biodiesel	608	0	0	26.1	0	0	26.1
5		+resten	608	3531	17.1	26.1	33.5	0	59.6
6		+ resten + stro	608	7171	34.9	26.1	68.1	0	94.2
7	Oliehennep	biodiesel	335	0	0	14.4	0	0	14.4
8		+ resten	335	1017	5.0	14.4	9.7	0	24.0
9		+ resten + stro	335	11209	54.6	14.4	106.5	0	111.2
10	Olievlas	biodiesel	1033	0	0	44.3	0	0	44.3
11		+ resten	1033	2003	9.7	44.3	19.0	0	63.3
12		+ resten + stro	1033	7827	38.2	44.3	74.4	0	118.6
13	Suikerbieten	ethanol	5178	0	0	169.3	0	0	169.3
14	klei	+ resten	5178	4670	24.0	169.3	44.4	27.0	240.6
15	Suikerbieten	ethanol	4738	0	0	154.9	0	0	154.9
16	zand	+ resten	4738	4274	22.0	154.9	40.6	24.7	220.2
17	Aardappelen	ethanol	5868	0	0	191.9	0	0	191.8
18	NZK	+ resten	5868	1240	6.4	191.8	11.8	7.2	210.7
19	Aardappelen	ethanol	5868	0	0	191.9	0	0	191.8
20	ZON	+ resten	5868	1240	6.4	191.8	11.8	7.2	210.7
21	Aardappelen	ethanol	5868	0	0	191.9	0	0	191.8
22	NON	+ resten	5868	1240	6.4	191.8	11.8	7.2	210.7
23	Wintertarwe	ethanol	2882	0	0	94.2	0	0	94.2
22	Klei	+ resten	2882	2418	12.4	94.2	23.0	14.0	131.1
25		+ resten + stro	2882	8708	43.0	94.2	82.7	14.0	190.9
26	Wintertarwe	ethanol	2498	0	0	81.6	0	0	81.6
27	Zand	+ resten	2498	2095	10.8	81.6	19.9	12.1	113.7
28		+ resten + stro	2498	7687	38.0	81.6	73.0	12.1	166.8
29	Korrelmaïs	ethanol	2562	0	0	83.7	0	0	83.7
30		+ resten	2562	2149	11.1	83.7	20.4	12.4	116.6
31		+ resten + stro	2562	11235	55.3	83.7	106.7	12.4	202.9
32	Maïs VK	co-vergisting		16958	87.2		161.1	0	161.1
33	Maïs NZK	co-vergisting		16958	87.2		161.1	0	161.1
34	Maïs ZON	co-vergisting		15073	77.5		143.2	0	143.2
35	Soedangras	co-vergisting		11305	58.1		107.4	0	107.4
36	Zonnebloem	co-vergisting		8479	43.6		80.5	0	80.5
37	Massab. VK	co-vergisting		20726	106.6		196.9	0	196.9
38	Massab. Klei	co-vergisting		23081	118.7		219.3	0	219.3
39	Massab.ZON	co-vergisting		14131	72.7		134.2	0	134.2
44	Miscanthus	co-verbrandig		20957	102.0		199.2	0	199.2
41		verbranding		17000	122.4		161.5	0	161.5



## Bijlage 5: biogasopbrengst

Tabel 36: Biogasopbrengst en waardebeoordeling per kilogram droge stof

Gewas(rest)	Opbrengst			Methaangas		Elektriciteit	Opbrengst Zonder kosten		Opbrengst incl. variabele kosten		Opbrengst incl. afvoer
	in kg ds /ha	% org. ds	Kg org. ds/ha	Opbr. m <sup>3</sup> /kg org. ds	Opbr. m <sup>3</sup> /ha		kWh/ha	EUR/ha	EUR/kg ds	EUR/ha	
Maïs (NZK/NON)	18.000	95,7%	17.226	0,30	5.167	20.050	2.947	0.16	1.859	0,10	0,02
Maïs (ZON)	16.000	95,7%	15.312	0,30	4.593	17.822	2.620	0.16	1.653	0,10	0,02
Soedangras	12.000	93,4%	11.208	0,29	3.196	12.400	1.823	0.15	1.370	0,11	0,04
Zonnebloemen	9.000	88,1%	7.929	0,23	1.824	7.076	1.040	0.12	698	0,08	0,02
Voederbieten NZK	16.000	91%	16.380	0,55	8.023	31.128	4.576	0.29	3.352	0,21	0,03
Voederbieten NON	14.000	91%	18.200	0,55	7.020	27.237	4.004	0.29	2.933	0,21	0,03
Suikerbieten ZON	12.250	96%	11.520	0,39	4.437	17.216	2.531	0.21	2.037	0,17	0,07
Bietenblad (NZK)	4.500	73,4%	2.936	0,29	853	3.723	547	0.12	282	0,06	-0,08
Bietenblad (NON)	4.000	73,4%	3.303	0,29	960	3.309	486	0.12	250	0,06	-0,08
Bietenblad (ZON)	3.000	73,6%	2.208	0,24	521	2.021	297	0.10	194	0,06	-0,02
Miscanthus	15.000	94,4%	14.160	0,22	3.108	12.059	1.773	0.12	893	0,06	0,00

Bronnen:

- KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft) Gasausbeute in landwirtschaftlichen Biogasanlagen, 2005
- Oechsner et al., Feldfrüchte als Gärsubstrat in Biogasanlagen, Landtechnik 3/2003, blz. 146-147.

Uitgangspunten:

Op basis van een aantal in de praktijk operationele mestvergistinginstallaties zijn de volgende uitgangspunten bepaald.

- De elektriciteitsprijs is gesteld op 0,147 cent per kWh;
- Het aandeel elektrische energie is gesteld op 40%;
- In literatuur (Henze, 2002) wordt een energie-opbrengst per m<sup>3</sup> methaangas op 9,7 kWh vastgesteld;
- De elektriciteitsopbrengst per m<sup>3</sup> methaangas komt hiermee op 3,88 kWh;

De biogasopbrengsten zijn richtwaarden uit laboratoriumproeven. In de praktijk dient daarom rekening te worden gehouden met een afwijkingpercentage van 10% procent in gasopbrengst. In hoeverre de richtwaarden afwijken van de praktijk is onder andere sterk afhankelijk van de techniek van de vergister. De richtwaarden bieden daarom een indicatie voor de bovenstaande berekening.

## Bijlage 6: gehanteerde uitgangspunten eigen brandstofvoorziening

### Noordelijke zeeklei

Tabel 37: Uitgangspunten in het bouwplan van de regio Noordelijke zeeklei

Regio	Bouwplan	Aangepast bouwplan	Areaal	Grondsoort
Noordelijke zeeklei	57% wintertarwe, 20% wintergerst, 14% suikerbieten, 9% groene braak	6,5% koolzaad, 57% wintertarwe, 20% wintergerst, 14% suikerbieten, 2,5% groene braak	110 ha	Klei
Bouwplansaldo	€ 37.633,-	€ 38.522,-		
Diesilverbruik	10.499 liter	10.837 liter		

Voor de Noordelijke zeeklei (NZK) wordt de groene braak vervangen door koolzaadteelt. Met een areaal van 7,13 ha koolzaad kan 10.900 liter koolzaadolie worden geproduceerd. De braakverplichting leidt er toe, dat het bouwplansaldo stijgt. De groene braak kent een negatief saldo. Door het wegvallen van de verliespost (groene braak), ligt het start saldo daarom in deze berekening hoger als de andere bouwplannen.

Het Noordelijke zeeklei-bouwplan kent als een van de weinige bouwplannen een goed resultaat bij teelt van eigen brandstoffen, voor accijnsheffing.

Tabel 38: Financieel overzicht aangepast bouwplan Noordelijke zeeklei

<b>Financieel overzicht</b>			
Start saldo aangepaste bouwplan			38.522,-
<b>Inkomsten/besparingen</b>			
Besparing fossiele brandstof	8.108,-		
Inkomsten uit stro en koek	4.361,-		
		12.469,-	
<b>Kosten</b>			
Teeltkosten koolzaad	5.211,-		
Loonwerkkosten koolzaadteelt	944,-		
Kosten verwerking koolzaad	2.995,-		
Ombouwkosten trekkers (4 stuks)	2.175,-		
		11.325,-	
			1.144,-
Saldo aangepaste bouwplan			39.696,-
Accijns, Voorraadheffing en energiebelasting			2.321,-
<b>Eind saldo aangepaste bouwplan</b>			<b>37.375,-</b>

Na kosten en besparingen van het zelf telen van koolzaad komt het berekende scenario uit op een negatief resultaat van €-258,-. Wanneer in het voorbeeldbouwplan geen accijnsheffingen worden berekend, zoals deze wel voor rode diesel gelden, kent het scenario een positief resultaat van € 2.063,-.

## Noordelijke zand/dalgrond

Tabel 39: Uitgangspunten in het bouwplan van de regio Noordelijke zand- en dalgrond 1

Regio	Bouwplan (scenario 1)	Aangepast bouwplan	Areaal	Grondsoort
Veenkoloniën (scenario 1)	30% zetmeel-aardappelen, 3% pootaardappelen, 27% zomergerst, 6% rogge, 20% suikerbieten, 6% waspeen, 4% maïs, 4% groene braak	9,9% koolzaad, 30% zetmeel-aardappelen, 3% pootaardappelen, 27% zomergerst, 0,1% rogge, 20% suikerbieten, 6% waspeen, 4% maïs	90 ha	Zand
Bouwplansaldo	€ 66.266,-	€ 65.691,-		
Dieserverbruik	12.817 liter	13.086 liter		

In het bouwplan scenario voor de Noordelijke zand- en dalgrond wordt 8,57 hectare koolzaad toegevoegd ten koste van de groene braak en winterrogge. De hoeveelheid koolzaad levert hiermee ongeveer 13.100 liter koolzaadolie. Het Noordelijke zand en dalgrond 1-bouwplan kent als een van de weinige bouwplannen een goed resultaat bij teelt van eigen brandstoffen, voor accijnsheffing.

Tabel 40: Financieel overzicht aangepast bouwplan Noordelijke zand- en dalgrond 1

<b>Financieel overzicht</b>			
Start saldo aangepaste bouwplan			65.691,-
<b>Inkomsten/besparingen</b>			
Besparing fossiele brandstof	9.780,-		
Inkomsten uit stro en koek	5.241,-		
		15.021,-	
<b>Kosten</b>			
Teeltkosten koolzaad	6.263,-		
Loonwerkkosten koolzaadteelt	1.135,-		
Kosten verwerking koolzaad	3.106,-		
Ombouwkosten trekkers (4 stuks)	2.175,-		
		12.679,-	
			2.342,-
Saldo aangepaste bouwplan			68.033,-
Accijns, Voorraadheffing en energiebelasting			2.789,-
<b>Eind saldo aangepaste bouwplan</b>			<b>65.244,-</b>

Na kosten en besparingen van het zelf telen van koolzaad komt het berekende voorbeeld uit op een negatief resultaat van €-1.022,-. Wanneer in het voorbeeldbouwplan geen accijnsheffingen worden berekend, zoals deze wel voor rode diesel gelden, kent het voorbeeld een positief resultaat van € 1.767,-.

Tabel 41: Uitgangspunten in het bouwplan van de regio Noordelijke zand- en dalgrond 2

Regio	Bouwplan (scenario 2)	Aangepast bouwplan	Areaal	Grondsoort
Veenkoloniën (scenario 2)	45% zetmeel-aardappels, 5% pootaardappels, 25% zomergerst, 5% wintertarwe, 20% suikerbieten	10,9% koolzaad 45% zetmeel-aardappels, 5% pootaardappels, 19,1% zomergerst, 20% suikerbieten	60 ha	Zand
Bouwplansaldo	€ 44.401,-	€ 41.785,-		
Diesilverbruik	9.525 liter	9.583 liter		

In het tweede bouwplan voorbeeld voor de Noordelijke zand- en dalgrond wordt ruim 6,28 hectare koolzaad ingevoegd ten laste van de zomergerst. Hiermee kan ongeveer 9.600 liter koolzaadolie worden geproduceerd. Dit bouwplan kent met of zonder accijns geen positief resultaat.

Tabel 42: Financieel overzicht aangepast bouwplan Noordelijke zand- en dalgrond 2

<b>Financieel overzicht</b>			
Start saldo aangepaste bouwplan			41.785,-
<b>Inkomsten/besparingen</b>			
Besparing fossiele brandstof	7.166,-		
Inkomsten uit stro en koek	3.841,-		
		11.007,-	
<b>Kosten</b>			
Teeltkosten koolzaad	4.589,-		
Loonwerkkosten koolzaadteelt	831,-		
Kosten verwerking koolzaad	2.929,-		
Ombouwkosten trekkers (4 stuks)	2.175,-		
		10.524,-	
			483,-
Saldo aangepaste bouwplan			42.268,-
Accijns, Voorraadheffing en energiebelasting			2.044,-
<b>Eind saldo aangepaste bouwplan</b>			<b>40.224,-</b>

Na kosten en besparingen van het zelf telen van koolzaad komt het berekende voorbeeld uit op een negatief resultaat van €-4.177,-. Wanneer in het voorbeeldbouwplan geen accijnsheffingen worden berekend, zoals deze wel voor rode diesel gelden, kent het voorbeeld een negatief resultaat van €-2.133,-.

## Centraal kleigebied

Tabel 43: Uitgangspunten in het bouwplan van de regio Centraal kleigebied 1

Regio	Bouwplan (scenario 1)	Aangepast bouwplan	Areaal	Grondsoort
Noordelijk Flevoland	25% wintertarwe, 25% poot aardappels, 12,5% suikerbieten, 12,5% tulpen, 12,5% winterpeen, 12,5% zaaiuien	10,8% koolzaad, 14,2% wintertarwe, 25% poot aardappels, 12,5% suikerbieten, 12,5% tulpen, 12,5% winterpeen, 12,5% zaaiuien	40 ha	Klei
Bouwplansaldo	€ 99.269,-	€ 97.347,-		
Diesilverbruik	6.380 liter	6.354 liter		

In het bouwplan voor het Noordelijk Flevoland wordt ruim 4,19 hectare koolzaad ingevoegd ten laste van de wintertarwe. Hiermee wordt ongeveer 6.400 liter koolzaadolie geproduceerd. Dit bouwplan kent met of zonder accijns geen positief resultaat.

Tabel 44: Financieel overzicht aangepast bouwplan Centraal kleigebied 1

<b>Financieel overzicht</b>				
Start saldo aangepaste bouwplan				97.347,-
<b>Inkomsten/besparingen</b>				
Besparing fossiele brandstof		4.751,-		
Inkomsten uit stro en koek		2.561,-		
			7.312,-	
<b>Kosten</b>				
Teeltkosten koolzaad		3.060,-		
Loonwerkkosten koolzaadteelt		554,-		
Kosten verwerking koolzaad		2.767,-		
Ombouwkosten trekkers (4 stuks)		2.175,-		
			8.556,-	
				-1.244,-
Saldo aangepaste bouwplan				96.103,-
Accijns, Voorraadheffing en energiebelasting				1.363,-
<b>Eind saldo aangepaste bouwplan</b>				<b>94.740,-</b>

Na kosten en besparingen van het zelf telen van koolzaad komt het berekende voorbeeld uit op een negatief resultaat van €-4.529,-. Wanneer in het voorbeeldbouwplan geen accijnsheffingen worden berekend, zoals deze wel voor rode diesel gelden, kent het voorbeeld een negatief resultaat van €-3.166,-.

Tabel 45: Uitgangspunten in het bouwplan van de regio Centraal kleigebied 2

Regio	Bouwplan (scenario 2)	Aangepast bouwplan	Areaal	Grondsoort
Flevoland	25% wintertarwe, 25% suikerbieten, 25% consumptie-aardappelen, 12,5% zaaiuien, 12,5% conservenerwten	10% koolzaad 15% wintertarwe, 25% suikerbieten, 25% consumptie-aardappelen, 12,5% zaaiuien, 12,5% conservenerwten	60 ha	Klei
Bouwplansaldo	€ 100.055,-	€ 97.391,-		
Dieselvebruik	8.828 liter	8.791 liter		

In het bouwplan voor centraal Flevoland wordt ruim 5,76 hectare koolzaad ingevoegd ten laste van de wintertarwe. Hiermee wordt ongeveer 8.800 liter koolzaadolie geproduceerd. Dit bouwplan kent met of zonder accijns geen positief resultaat.

Tabel 46: Financieel overzicht aangepast bouwplan Centraal kleigebied 2

<b>Financieel overzicht</b>			
Start saldo aangepaste bouwplan			97.391,-
<b>Inkomsten/besparingen</b>			
Besparing fossiele brandstof	6.570,-		
Inkomsten uit stro en koek	3.521,-		
		10.091,-	
<b>Kosten</b>			
Teeltkosten koolzaad	4.207,-		
Loonwerkkosten koolzaadteelt	762,-		
Kosten verwerking koolzaad	2.888,-		
Ombouwkosten trekkers (4 stuks)	2.900,-		
		10.757,-	
			-666,-
Saldo aangepaste bouwplan			96.725,-
Accijns, Voorraadheffing en energiebelasting			1.874,-
<b>Eind saldo aangepaste bouwplan</b>			<b>94.851,-</b>

Na kosten en besparingen van het zelf telen van koolzaad komt het berekende voorbeeld uit op een negatief resultaat van €-5.204,-. Wanneer in het voorbeeldbouwplan geen accijnsheffingen worden berekend, zoals deze wel voor rode diesel gelden, kent het voorbeeld een negatief resultaat van €-3.330,-.

## Zuidwestelijk kleigebied

Tabel 47: Uitgangspunten in het bouwplan van de regio Zuidwestelijk kleigebied

Regio	Bouwplan	Aangepast bouwplan	Areaal	Grondsoort
Zuidwest Nederland	30% wintertarwe, 6% zomergerst, 20% suikerbieten, 20% consumptie-aardappels, 10% conservenerwten en stamslabonen, 10% graszaad, 4% groene braak	9,4% koolzaad 24,6% wintertarwe, 6% zomergerst, 20% suikerbieten, 20% consumptie-aardappels, 10% conservenerwten en stamslabonen, 10% graszaad	50 ha	Klei
Bouwplansaldo	€ 46.883,-	€ 45.904,-		
Dieselvebruik	6.861 liter	6.938 liter		

In het bouwplan voor Zuidwestelijk kleigebied wordt ruim 4,58 hectare koolzaad ingevoegd ten laste van de groene braak en wintertarwe. Hiermee wordt ongeveer 7.000 liter koolzaadolie geproduceerd. Dit bouwplan kent met of zonder accijns geen positief resultaat.

Tabel 48: Financieel overzicht aangepast bouwplan Zuidwestelijk kleigebied

<b>Financieel overzicht</b>			
Start saldo aangepaste bouwplan			45.904,-
<b>Inkomsten/besparingen</b>			
Besparing fossiele brandstof		5.188,-	
Inkomsten uit stro en koek		2.800,-	
			7.988,-
<b>Kosten</b>			
Teeltkosten koolzaad		3.346,-	
Loonwerkkosten koolzaadteelt		606,-	
Kosten verwerking koolzaad		2.797,-	
Jaarkosten ombouw trekkers (4 stuks)		2.900,-	
			9.649,-
			-1.661,-
Saldo aangepaste bouwplan			44.243,-
Accijns, Voorraadheffing en energiebelasting			1.490,-
<b>Eind saldo aangepaste bouwplan</b>			<b>42.753,-</b>

Na kosten en besparingen van het zelf telen van koolzaad komt het berekende voorbeeld uit op een negatief resultaat van €-4.130,-. Wanneer in het voorbeeldbouwplan geen accijnsheffingen worden berekend, zoals deze wel voor rode diesel gelden, kent het voorbeeld een negatief resultaat van €-2.640,-.

## Zuidoostelijk zand

Tabel 49: Uitgangspunten in het bouwplan van de regio Zuidoost Nederland 1

Regio	Bouwplan (scenario 1)	Aangepast bouwplan	Areaal	Grondsoort
Zuidoost Nederland (scenario 1)	25% consumptie-aardappel, 25% suikerbieten, 12,5% graan, 12,5% maïs, 12,5% waspeen, 12,5% schorseneer	10,5% koolzaad 25% consumptie-aardappel, 25% suikerbieten, 2% graan, 12,5% maïs, 12,5% waspeen, 12,5% schorseneer	36 ha	Zand
Bouwplansaldo	€ 45.138,-	€ 43.900,-		
Dieselvebruik	5.580 liter	5.569 liter		

In het bouwplan voor Zuidoost Nederland 1 wordt ruim 3,66 hectare koolzaad ingevoegd ten laste van de wintertarwe. Hiermee wordt ongeveer 5.600 liter koolzaadolie geproduceerd. Dit bouwplan kent met of zonder accijns geen positief resultaat.

Tabel 50: Financieel overzicht aangepast bouwplan Zuidoost Nederland 1

<b>Financieel overzicht</b>			
Start saldo aangepaste bouwplan			43.900,-
<b>Inkomsten/besparingen</b>			
Besparing fossiele brandstof		4.163,-	
Inkomsten uit stro en koek		2.240,-	
			6.403,-
<b>Kosten</b>			
Teeltkosten koolzaad		2.677,-	
Loonwerkkosten koolzaadteelt		485,-	
Kosten verwerking koolzaad		2.726,-	
Ombouwkosten trekkers (4 stuks)		2.175,-	
			8.063,-
			-1.660,-
Saldo aangepaste bouwplan			42.240,-
Accijns, Voorraadheffing en energiebelasting			1.192,-
<b>Eind saldo aangepaste bouwplan</b>			<b>41.048,-</b>

Na kosten en besparingen van het zelf telen van koolzaad komt het berekende voorbeeld uit op een negatief resultaat van €-4.090,-. Wanneer in het voorbeeldbouwplan geen accijnsheffingen worden berekend, zoals deze wel voor rode diesel gelden, kent het voorbeeld een negatief resultaat van €-2.898,-.



Tabel 51: Uitgangspunten in het bouwplan van de regio Zuidoost Nederland 2

Regio	Bouwplan (scenario 2)	Aangepast bouwplan	Areaal	Grondsoort
Zuidoost Nederland (scenario 2)	25% consumptie-aardappelen, 25% maïs, 17% suikerbieten, 17% wintertarwe, 17% dubbelteelt spinazie	9% koolzaad 25% consumptie-aardappelen, 25% maïs, 17% suikerbieten, 8% wintertarwe, 17% dubbelteelt spinazie	30 ha	Zand
Bouwplansaldo	€ 24.808,-	€ 23.968,-		
Diesilverbruik	3.785 liter	3.778 liter		

In het bouwplan voor Zuidoost Nederland 2 wordt ruim 2,49 hectare koolzaad ingevoegd ten laste van de wintertarwe. Hiermee wordt ongeveer 3.800 liter koolzaadolie geproduceerd. Dit bouwplan kent met of zonder accijns geen positief resultaat.

Tabel 52: Financieel overzicht aangepast bouwplan Zuidoost Nederland 2

<b>Financieel overzicht</b>			
Start saldo aangepaste bouwplan			23.968,-
<b>Inkomsten/besparingen</b>			
Besparing fossiele brandstof		2.824,-	
Inkomsten uit stro en koek		1.520,-	
			4.344,-
<b>Kosten</b>			
Teeltkosten koolzaad		1.817,-	
Loonwerkkosten koolzaadteelt		329,-	
Kosten verwerking koolzaad		2.635,-	
Ombouwkosten trekkers (4 stuks)		2.175,-	
			6.956,-
Saldo aangepaste bouwplan			-2.612,-
Accijns, Voorraadheffing en energiebelasting			809,-
<b>Eind saldo aangepaste bouwplan</b>			<b>20.547,-</b>

Na kosten en besparingen van het zelf telen van koolzaad komt het berekende voorbeeld uit op een negatief van €-4.261,-. Wanneer in het voorbeeldbouwplan geen accijnsheffingen worden berekend, zoals deze wel voor rode diesel gelden, kent het voorbeeld een negatief resultaat van €-3.452,-.

## Bijlage 7: aandachtspunten aaltjes per regio

**Voor alle bouwplannen geldt dat het aanbeveling verdient om voorafgaand aan een schadegevoelig gewas een grondanalyse te laten uitvoeren om inzicht te krijgen in de aaltjessituatie op het perceel.**

*Aandachtspunten per bouwplan (Klei)*

### **Noordelijke zeeklei**

In dit bouwplan kunnen er problemen ontstaan met het witte bietencysteaaaltje *Heterodera schachtii* (WBCA). Winterkoolzaad vermeerderd dit aaltje sterk. De daarop volgende suikerbieten kunnen daardoor schade ondervinden omdat ze zeer schadegevoelig zijn voor dit aaltje. Schade wordt voorkomen door resistente suikerbietrassen te telen.

Door de inpassing van winterkoolzaad wordt de gewenste 1:5 rotatie (1 jaar waardplant, gevolgd door 4 jaren met niet of slechte waardplanten) voor dit aaltje verlaten en wordt de teelt van niet resistente suikerbieten riskant.

### **Centrale zeeklei 1**

In dit bouwplan kunnen dezelfde problemen ontstaan met suikerbiet door WBCA als genoemd onder 1. Ook hier wordt de rotatie te nauw voor WBCA. Daarnaast verhoogt winterkoolzaad de kans op schade in peen door het speldaaaltje *Paratylenchus bukowinensis* omdat het dit aaltje sterk vermeerderd. Het is gunstig dat na het winterkoolzaad er 5 jaren van niet (bekende) waardplanten volgen. Dit is voldoende om problemen in peen in het zesde jaar voorkomen.

De gewasvolgorde is in dit verband essentieel.

### **Centrale zeeklei 2**

Voor dit bouwplan geldt dat dezelfde aaltjes als in bouwplan 4 sterk worden vermeerderd door winterkoolzaad. In dit bouwplan zit geen peen of andere schermbloemigen zodat geen schade is te verwachten door speldaaaltjes.

### **Zuidwestelijke zeeklei**

Voor dit bouwplan geldt dat dezelfde aaltjes als in bouwplan 4 sterk worden vermeerderd door winterkoolzaad. In dit bouwplan zit geen peen of andere schermbloemigen zodat geen schade is te verwachten door speldaaaltjes.

*Zand*

### **Noordoost Nederland 1**

Op de zand- en dalgronden in Noordoost Nederland kunnen in dit bouwplan naast de op klei genoemde aaltjes WBCA en speldaaaltjes ook diverse Trichodoride aaltjessoorten voorkomen en voor problemen zorgen. Winterkoolzaad staat bekend als een sterke vermeerderaar. Suikerbieten zijn sterk schadegevoelig voor deze aaltjes maar ook de gewassen aardappel, maïs en peen zijn matig schadegevoelig. Het tabaksratelvirus wordt ook sterk vermeerderd door winterkoolzaad en kan in aardappel schade veroorzaken.

### **Noordoost Nederland**

Voor dit bouwplan geldt hetzelfde als voor bouwplan 2 met dit verschil dat er geen peen in de rotatie voorkomt en dus schade door speldaaaltjes niet is te verwachten.

### **Zuidoostelijk Nederland 1 en 2**

Voor deze bouwplannen voor de zandgronden in Zuidoost Nederland geldt hetzelfde als voor bouwplan 2. Ter aanvulling: schorseneer (7) is ook matig schadegevoelig voor Trichodoride aaltjes maar spinazie (8) niet.

## Bijlage 8: Technische aspecten persen en ombouw trekkers

Het gebruik van koolzaadolie als biobrandstof kent een aantal knelpunten. Uit ervaringen uit de praktijk blijken een aantal potentiële knelpunten. Het gebruik van koolzaadolie als biobrandstof in laagbelaste trekkers kan mogelijk tot problemen leiden met de motor. Doordat de trekkermotor onvoldoende wordt belast wordt deze onvoldoende gereinigd.

Een knelpunt in de productie van koolzaadolie is het bezinksel. De vervuiling in de koolzaadolie dient niet in de trekkertank terecht te komen. Na het persen is het noodzakelijk om de vervuiling te laten bezinken. Het vervolgens overpompen van de bovenste laag koolzaadolie is voorwaarde om een schone biobrandstof (koolzaadolie) te krijgen.

### Ombouw trekker

Fossiele (rode) diesel verschilt van koolzaadolie in eigenschappen. Belangrijkste eigenschap is de vloeibaarheid (viscositeit) van beide brandstoffen. Koolzaadolie is stroperig van aard onder koudere temperaturen. Het voorverwarmen van de koolzaadolie of motor is daarom noodzakelijk om een goede werking te garanderen.

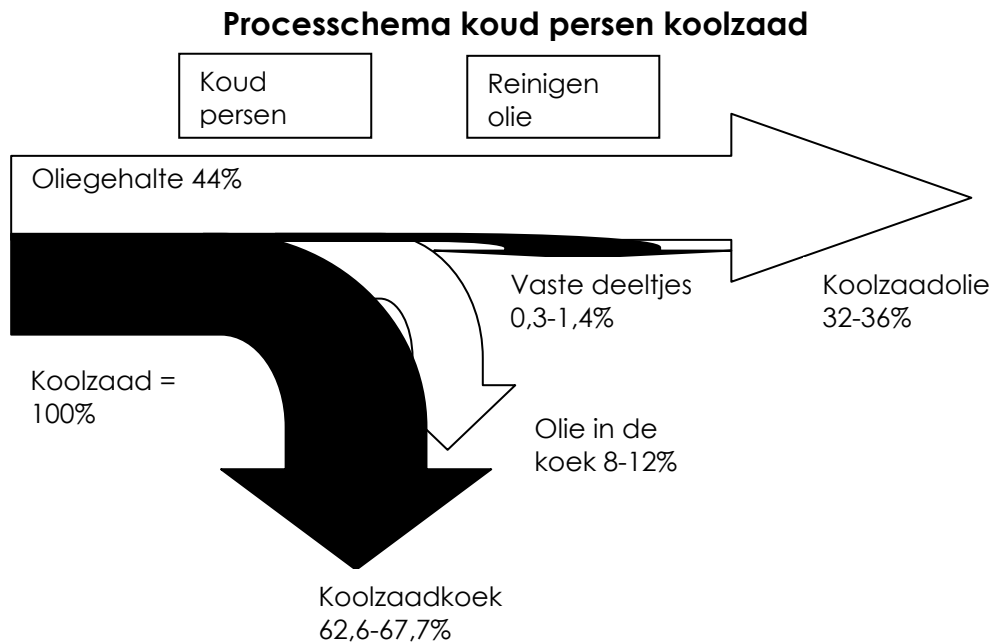
Met de ombouw van trekkers op koolzaadolie is in Duitsland de nodige ervaring opgebouwd. Voor de ombouw van trekkers kan gekozen worden voor een ééntank-systeem en een tweetank-systeem. Het ééntank-systeem heeft als voordeel dat er 100% koolzaadolie gebruik kan worden. Bij een tweetank-systeem wordt tijdens de start fossiele diesel gebruikt en wordt bij bedrijfstemperatuur omgeschakeld. Voor een goede werking van het ééntank-systeem wordt de koolzaadolie voorafgaand aan de start elektrisch verwarmd. Bij koudere temperaturen zal de benodigde tijd voor het opwarmen van de koolzaadolie toenemen. Voor de stand- of additionele verwarming is veelal een zwaardere accu noodzakelijk. Een groot aantal Duitse bedrijven bieden ombouw van trekkers aan. Het tweetank-systeem is veelal eenvoudiger en goedkoper. De fossiele diesel wordt gebruikt tot dat de trekker op bedrijfstemperatuur is, hierna wordt handmatig omgeschakeld naar koolzaadolie. Voor het stilzetten van de trekker moet kort voor het uitschakelen een korte periode weer op fossiele diesel worden gedraaid. Het tweetank-systeem kent in de praktijk een verbruik dat  $\pm 10\%$  hoger ligt ten opzichte van fossiele diesel. Het ééntank-systeem kent een meerverbruik van  $\pm 5\%$  ten opzichte van fossiele diesel. Mogelijke problemen met omgebouwde trekkers treden vooral op wanneer de trekker door meerdere personen gebruikt wordt. Veel voorkomende problemen (fouten) zijn:

- Een te korte opwarmfase voorafgaand aan de koude start (ééntank-systeem);
- Onnodig de trekker onbelast laten draaien;
- Bij een tweetank-systeem wordt niet tijdig naar diesel terug geschakeld (voor uitschakelen trekker);
- Niet regelmatig oliepeil controleren;
- Koolzaadolie van onvoldoende kwaliteit.

(FNR, 2006)

### Persen

Het 'koud' persen van koolzaad kan middels een door een elektromotor aangedreven pers, welke veelal aan elkaar gekoppeld zijn. Het 'koud' persen zorgt ervoor dat niet alle olie uit het koolzaad wordt gewonnen. 32% tot 36% van de 43% à 44% olie welke in koolzaad aanwezig is doormiddel van 'koud' persen gewonnen worden. Koolzaadkoek is het 'bijproduct'. Dit bijproduct zou als volwaardig veevoedingsbestanddeel kunnen worden gebruikt.



Figuur 1: Stromen uit persing van koolzaad (Fenchau, 2005)

Het bovenstaande figuur geeft een globale weergave van de aandelen olie, koek en overige bestanddelen. De waarde van koolzaadkoek als veevoer varieert afhankelijk van de persintensiteit. Onderstaande tabel geeft weer welke waarden de koolzaadkoek zou kunnen geven bij verschillende intensiteiten.

Tabel 53: Opbrengst koolzaad persing bij verschillende intensiteiten

<b>Persen</b>		<b>Zwak</b>	<b>Hard</b>
Opbrengst van 100 kg zaad			
- Olie	kg	27,5	32,5
- Koek	kg	72,5	67,5
Voederwaarde koek			
- Ruw vet	g/kg	170	100
- Ruw eiwit	g/kg	280	300
- Converteerbare energie varkens	MJ/kg	12,6	11,4

Bron: Ferchau, 2000

De bovenstaande tabel geeft aan hoeveel koek er bij het persen onder de twee verschillende scenario's vrijkomt en welke voederwaarde de koek heeft. De koolzaadkoek wordt veelal als veevoeder bestanddeel verkocht, dus is de voederwaarde van belang voor de afzet.