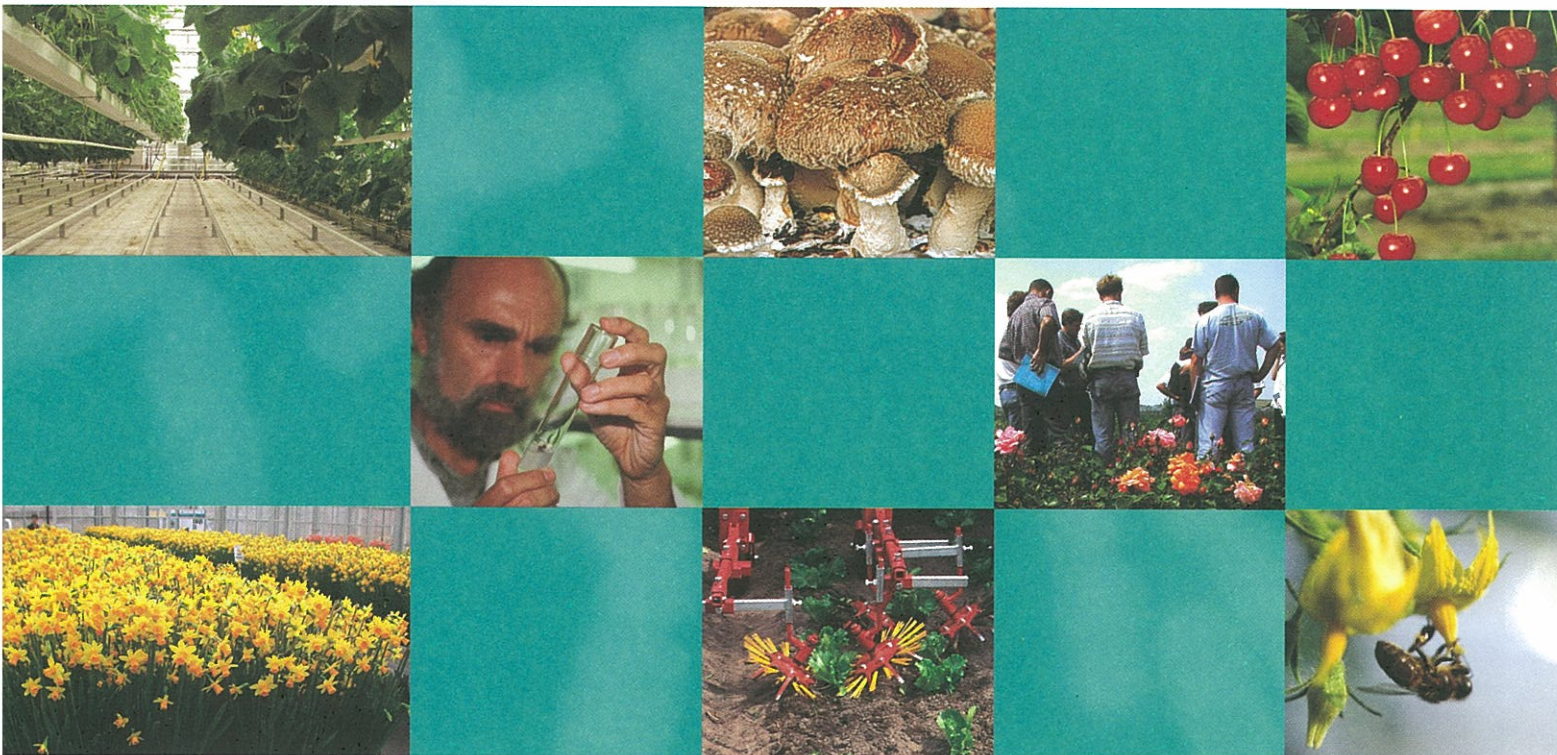




# Saldi van energiegewassen

Saldberekeningen van energiegewassen voor  
covergisting en bio-ethanolproductie

M.P.J. van der Voort



© 2007 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. 32500580

Projectnummer: 32500580

### 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

1	SAMENVATTING.....	5
2	SUMMARY .....	6
3	INLEIDING .....	7
3.1	Achtergrond .....	7
3.2	Aanleiding .....	7
3.3	Probleemstelling.....	7
3.4	Aanpak .....	7
4	MESTVERGISTING.....	9
4.1	Milieuaspecten mestvergisting .....	9
4.2	Eindproduct (digestaat) .....	10
4.3	Positieve lijst .....	10
4.4	Markt covergisting .....	11
5	BIO-ETHANOL PRODUCTIE .....	13
5.1	Bio-ethanol productie uit suikerhoudende gewassen .....	13
5.2	Bio-ethanol productie uit zetmeelhoudende gewassen.....	13
5.3	Markt, areaal en kostprijs voor bio-ethanol .....	14
6	COVERGISTINGSGEWASSEN.....	15
6.1	Teelttechnische gegevens .....	15
6.1.1	Energiemaïs .....	15
6.1.2	Soedangras.....	16
6.1.3	Zonnebloemen.....	16
6.1.4	Massabieten.....	17
6.2	Biogasopbrengst .....	18
6.3	Saldeberekening.....	20
6.3.1	Energiemaïs .....	21
6.3.2	Soedangras.....	21
6.3.3	Zonnebloemen.....	21
6.3.4	Massabieten.....	21
7	BIO-ETHANOLGEWASSEN .....	23
7.1	Kostprijsbepaling .....	23
7.1.1	Uitgangspunten .....	23
7.1.1.1	Bewerkingen.....	24
7.1.1.2	Toegerekende kosten .....	24
7.1.1.3	Loonwerkkosten .....	24
7.1.1.4	Werktuigkosten.....	24
7.1.1.5	Arbeidskosten .....	24
7.1.1.6	Kosten gebouwen .....	24
7.1.1.7	Grondkosten.....	24
7.1.2	Bio-ethanolopbrengst per hectare .....	24
7.1.3	Kostprijsberekeningen.....	25
7.2	Teelttechnische aspecten bio-ethanolgewassen.....	26

7.3	Saldi suikerbietenenteelt .....	26
7.4	Non-food tarwe.....	26
8	CONCURRENTIE IN BOUWPLAN .....	27
8.1	Noordelijke zeeklei.....	27
8.2	Veenkoloniën.....	28
8.3	Zuidoostelijk Nederland .....	29
9	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN .....	31
9.1	Energiegewassen .....	31
9.2	Conclusie saldi covergistingsgewassen .....	31
9.3	Conclusie bio-ethanol gewassen.....	32
9.4	Aanbevelingen .....	32
	LITERATUUR.....	33
	INTERNET .....	34
	BIJLAGE 1: BIO-ETHANOL OPBRENGSTEN PER HECTARE .....	35
	BIJLAGE 2: KOSTPRIJSBEREKENING BIO-ETHANOL .....	37
	BIJLAGE 3: SALDOBEREKENINGEN CO-VERGISTINGSGEWASSEN .....	39

# 1 Samenvatting

In Nederland is de teelt van energiegewassen beperkt tot een klein maar stijgend areaal. Het beperkte areaal, maar sterk stijgende areaal heeft tot gevolg een wens naar meer duidelijkheid over de rentabiliteit van de teelt van energiegewassen. In dit onderzoek is daarom onderzocht op basis van literatuur en expertinschattingen welke saldi energiegewassen mogelijk kunnen geven.

Door de beperkte teelt van energiegewassen en duurzame energieproductie in Nederland, zijn er veel vragen nog te beantwoorden. De berekeningen en opmerkingen uit dit onderzoek dienen dan ook als indicatie te worden gezien. De (financiële) resultaten kunnen in de praktijk naar boven en beneden afwijken. De saldi voor covergistingsgewassen liggen rond die van reguliere laagsalderende gewassen. Vanuit saldo oogpunt bekeken zijn energiemais en mogelijk massabieten de meest interessante opties. Het saldo is gebaseerd op de biogasopbrengsten en de hieruit te realiseren elektriciteitsproductie. Afvoerkosten van digestaat (mest) zijn in de berekeningen niet meegenomen. Op basis van de huidige mestmarkt zou, in dat geval, alleen energiemais een rendabele teelt geven. De plaats van de vergister en de hiermee samenhangende afvoerkosten zijn in grote mate bepalend voor de rentabiliteit. Op basis hiervan zou het verondersteld kunnen worden dat een vergister het meest rendabel kan draaien op een akkerbouwbedrijf. Dit scenario is verder niet doorgerekend.

Een ander element wat niet is meegenomen is de afzet van warmte. In de berekeningen is alleen elektriciteit als financiële opbrengst meegenomen. Afzet van warmte en het ontvangen van een vergoeding hiervoor zal een groot verschil in rendement betekenen. Een grootste deel van de energie komt immers als warmte beschikbaar.

In Nederland is er nog nauwelijks productie van bio-ethanol. Bij de bestaande projecten wordt er uit reststromen van de suiker- en zetmeelindustrie bio-ethanol geproduceerd. Teelt van graan voor bio-ethanolproductie vindt al wel plaats in Nederland. Het graan wordt veelal in Duitsland tot bio-ethanol verwerkt.

Door de zeer beperkte beschikbaarheid van bruikbare gegevens, is in dit onderzoek de kostprijs van een aantal bio-ethanolgewassen bepaald. De kostprijsbepaling toont aan dat onder de huidige omstandigheden de kostprijs te hoog ligt, wat accijnsvrijstelling voor bio-ethanol noodzakelijk maakt. De kostprijs is een indicatief, maar verklaard wel waarom de productie van bio-ethanol uit gewassen in plaats van reststromen nog geen grote toepassing kent. De kostprijsberekening biedt wel de mogelijkheid om gerichte teeltverbeteringen door te voeren. Uit studies blijkt dat de productiekosten, zowel teelt, verwerking en distributiekosten, in Europa aanzienlijk hoger liggen als bijvoorbeeld in andere werelddelen. Aandacht voor de productiekosten in alle stadia van de keten zijn daarom van groot belang.

De productiekosten voor de teelt van het energiegewas kunnen mogelijk nog verder worden verbeterd. In de berekeningen van dit onderzoek zijn nauwelijks aanpassingen gedaan aan de teeltwijze ten opzichte van voedselteelt. Het beperken van mestgift en bestrijdingsmiddelen gebruik kunnen de kosten drukken. Deze aanpassingen leiden daarnaast tot verbetering van de milieuprestaties.

## 2 Summary

The Netherlands has a small but growing area of energy crop cultivation. There is no clear picture on the profitability of the energy crops. This research should give a better view on the profitability of energy crops based on literature and expert knowledge. Due to the limited cultivation of energy crops and limited bio-energy production, a number of questions exist. The calculations and remarks in this research should be seen as indication. The (financial) results can differ in practice.

The margins of crops grown for anaerobe digestion are about the same as current low margin crops. Energy maize and energy beets are the most promising crops. The discharge costs of digestate were not included in the calculations. On the current manure market, only maize will give a profitable return. Another element which came to light was that the location of the digestion installation determines the profitability. Due to the high discharge costs for manure the possibility of anaerobe digestion on an arable farm looks promising. This possibility has not been research further. Another element which was not taken into account in the calculations was the sale of warmth. The biggest amount of energy is the warmth generated. In the calculations only the revenues for electricity were included. The sale of warmth will dramatically change the profitability of the anaerobic digestion.

In The Netherlands there is hardly any bioethanol production. The current projects use byproducts from agricultural processing industry. Cultivation of crops for bioethanol production does take place in The Netherlands. Wheat is cultivated for bioethanol production plants in Germany.

Due to the limited amount of useable data, the cost price crops for bioethanol production were determined. The cost price for these crops is too high for a profitable unsupported bioethanol production. The cost price for these crops must be seen as an indication. The calculations do explain why byproducts are used for bioethanol production. The cost price calculations point out possible improvement areas.

Research shows that the production costs of bioethanol production, cultivation, conversion and distribution costs, are considerably higher in Europe in comparison with other continents. Attention for the production costs in all stages of the supply chain is therefore required.

Cultivation costs of energy crops can be improved. In the calculation of this research project hardly take in account the adjustments that can be made in comparison with food cultivation. Adjustments in fertilization and pesticides can possibly improve the profitably of the energy crop cultivation. These adjustments can also improve the environmental achievements of the energy crop cultivation.

## 3 Inleiding

### 3.1 Achtergrond

In de agrarische sector groeit het besef dat zij een aanzienlijke rol kan spelen in de (duurzame) energievoorziening. Een stijgend aantal initiatieven in de agrarische sector geeft blijk van de stijgende interesse vanuit de sector.

Een andere ontwikkeling in de agrarische sector is de wijzigingen in het prijs- en inkomensbeleid van onder andere suiker en zetmeel. Hierdoor zijn agrarisch ondernemers zeer geïnteresseerd in de mogelijkheden van biomassaproductie voor energiewinning. Praktische informatie is echter fragmentarisch aanwezig. Daarbij geldt dat voor de verschillende gewassen het productiedoel wijzigt (bijvoorbeeld methaanproductie i.p.v. olie, suiker, zetmeel). Dit kan gevolgen hebben voor de verschillende teelthandelingen.

### 3.2 Aanleiding

De Dienst Landelijk Gebied (DLG) is in het Noorden van het land betrokken bij een aantal projecten en programma's op het gebied van bio-energie. Zo wordt bijvoorbeeld in opdracht van DLG het project "Energieteelt in de Veenkoloniën" uitgevoerd. Het project moet een bijdrage leveren aan het informeren van de doelgroep over de mogelijkheden van 'energie-teelten' via veldproeven, voorlichtingen en lezingen. De kennis over de teeltaspecten van specifieke energiegewassen uit het buitenland wordt daarbij onder Nederlandse condities getest op een proefbedrijf 't Kompas te Valthermond.

Ter ondersteuning van de kennisdoorwerking naar ondernemers heeft DLG grote behoefte aan saldo-informatie. De kennisvraag van DLG sluit goed aan bij het rapport 'Meer met Energie'. Het versterkt de rol van LNV en van de landbouw in de gewenste energietransitie en in regionale initiatieven rond dit thema (Energy-Valley, Interreg-project DLG, activiteiten agrarisch ondernemers, etc).

### 3.3 Probleemstelling

Het onderzoek betreft twee kernvragen:

- Wat zijn de saldi van verschillende gewassen die geschikt zijn om te verwerken tot bio-ethanol en wat zijn deze in vergelijking tot gewassaldi en een bouwplansaldo voor een representatief bouwplan voor o.a. de Veenkoloniën?
- Bereken de potentiële gewassaldi en stel biogasproductie vast voor energiegewassen die specifiek voor covergisting worden ingezet. Dit door het verder uitwerken van teelttechnische gegevens naar saldo-informatie.

### 3.4 Aanpak

Het projectvoorstel bestaat uit twee delen, welke aansluiten op de hierboven gestelde vragen. De gewaskeuze bestaat daarom uit twee groepen, namelijk gewassen voor covergisting en gewassen voor bio-ethanol. De geselecteerde gewassen voor covergisting en bio-ethanol zijn;

- **Covergisting;** energiemaïs, soedangras, zonnebloemen en massabieten.
- **Bio-ethanol;** suikerbieten, wintertarwe, voederbieten en zetmeelaardappels.

Naast de Veenkoloniën zijn twee andere regio's geselecteerd de Noordelijke zeeklei en Zuidoost Nederland. De keuze voor deze gronden is ingegeven vanuit het beeld dat energiegewassen eerder lijken te kunnen concurreren met de reguliere gewassen in het bouwplan op marginale gronden. Voor elk van de 3 regio's

wordt een representatief bouwplan bepaald. De saldo's van de energiegewassen kunnen met de saldi van de gewassen uit de representatieve bouwplannen worden vergeleken.

Om de bovenstaande vergelijking te kunnen uitvoeren worden de teelttechnische aspecten van de energiegewassen voor covergisting bepaald. De bepaling vindt plaats door de teeltexperts van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. Uitgangspunt voor de bepaling van de teelttechnische gegevens is een teelt op basis van goede landbouw praktijk. Naast de saldi op basis van de productprijs voor bio-ethanol, zal er voor de covergistinggewassen bepaald worden wat (op basis van literatuur) de verwachte methaangas opbrengst in een vergister zal zijn. De gasopbrengst gekoppeld aan de hoeveelheid elektriciteit die hieruit is op te wekken geeft een mogelijke opbrengst van het gewas.

De saldoberekeningen zullen enkel betrekking hebben op de teelt van energiegewassen. Eventuele kosten en baten uit be- en verwerking van de energiegewassen worden in dit onderzoek niet meegenomen.

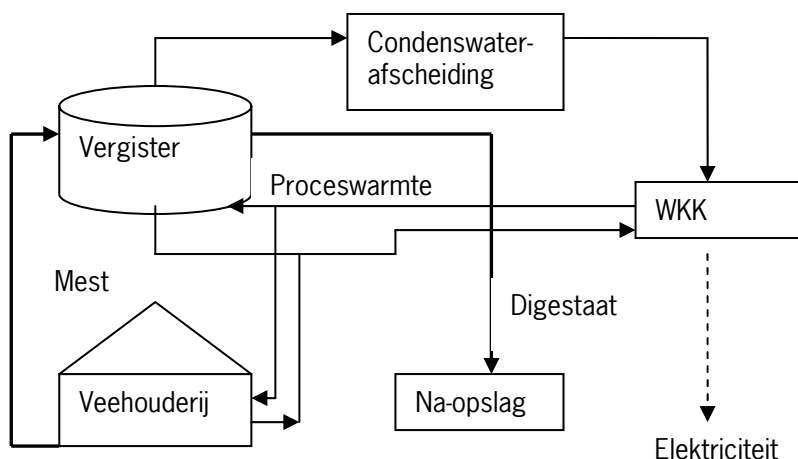
De cijfers uit het rapport zijn aan een aantal onderzoeks- en bedrijfslevenpartijen ter beoordeling voorgelegd. Dit waren naast experts (onderzoekers), ook bedrijfsleven partijen met aanzienlijke ervaring met bio-energie productie of met plannen voor de bouw van een installatie.



## 4 Mestvergisting

Vergisting van mest is een biologisch proces waarbij onder zuurstofloze omstandigheden organische stof wordt afgebroken tot de eindproducten methaan ( $\text{CH}_4$ ) en koolzuurgas ( $\text{CO}_2$ ). Met het methaan in het biogas kan energie worden geproduceerd. Omdat mest het eindproduct is van de verwerking van voedsel in een dier, is de biogasproductie uit mest relatief gering. De energieopbrengst kan men verhogen door het toevoegen van andere energierijke organische stoffen (bijvoorbeeld maïs, voer- en gewasresten of vetten). Dit wordt covergisting genoemd.

Voor een jaarlijkse mestproductie op bedrijfsniveau van 4.500 m<sup>3</sup> varkensdrijfmest is een meststilo (vergister) van circa 600 m<sup>3</sup> nodig. Bij een gemiddelde verblijftijd van de mest in de vergister van 45 dagen bij een temperatuur van circa 35°C (mesofiel, zonder covergisting) kan (afhankelijk van mestsoort en mestsamenstelling) 15 tot 40 m<sup>3</sup> biogas per kubieke meter mest worden geproduceerd met een methaangehalte van 50 tot 80%. In een warmte-krachtkoppeling kunnen met het methaan, elektriciteit (rendement 35%) en warmte (rendement 55%) worden gemaakt. Een deel van de warmte wordt gebruikt om het vergistingsproces op temperatuur te houden. Om een maximale biogasopbrengst te realiseren is het van belang dat men in de stal geproduceerde mest zo vers mogelijk naar de vergister transporteert (Melse, 2004). Figuur 1 geeft een vergister schematisch weer.



Figuur 1.: Schematische weergave van een vergister

### 4.1 Milieuaspecten mestvergisting

De agrarische sector draagt naar schatting 12 procent bij aan de totale emissies van broeikasgassen in Nederland. Belangrijkste broeikasgassen zijn  $\text{CO}_2$ , methaan ( $\text{CH}_4$ ) en lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Methaan en lachgas zijn de belangrijkste broeikasgassen die door de landbouw worden uitgestoten. Met betrekking tot methaan is de landbouw veroorzaker van 41 - 48% van de uitstoot en voor lachgas is dit 36 - 44% van de totale uitstoot in Nederland. Beide broeikasgassen zijn gerelateerd aan mest. Hierdoor is mestvergisting niet alleen een manier om  $\text{CO}_2$ -uitstoot te beperken (door elektriciteitsproductie op basis van aardolieproductie uit te sparen), maar ook een manier om de uitstoot van methaan en lachgas te beperken. Milieutechnisch gezien zit er dus zeker perspectief in het vergisten van mest en eventuele cosubstraat. Covergisting reduceert de directe methaanemissie bij mestopslag. Het gevormde biogas wordt omgezet in duurzame energie en kooldioxide. Deze  $\text{CO}_2$  is afkomstig van biomassa en is klimaatneutraal. De reductie die door middel van mestvergisting kan worden gehaald, is afhankelijk van het aantal bedrijven dat vergisting toepast (Beumer, 2005).

Tabel 1.: Enkel duurzaamheidsaspecten van covergisting

Duurzaamheidsaspect	Relevantie voor covergisting
Klimaat	Reductie methaan en lachgas en productie duurzame energie
Meststof op maat	Betere bemesting (op maat), minder kunstmest
Risico op dierziekten	Hygiëniserende werking, minder pathogenen in mest door vergisting
Verontreinigingen	Van belang voor voedselveiligheid
Geuremissie	Vergiste mest geeft minder geur af
Sociaal economisch	Stabiel inkomen voor een agrariër voor langere tijd, verbreding bedrijfsbasis

Bron: Beumer, 2005

## 4.2 Eindproduct (digestaat)

Na winning van biogas uit mest en coproducten blijft een eindproduct over. Dit eindproduct wordt digestaat genoemd. Broeze et al (2005) hebben onderzoek gedaan naar “De waarde van digestaat van covergisting ten opzichte van dierlijke mest”. In deze oriënterende studie worden schattingen gemaakt van de samenstelling van de output (digestaat) bij verschillende cosubstraten.

Een aantal conclusies over de output zijn:

- Bij vergisting wordt een deel van de organisch gebonden stikstof omgezet in ammoniakale vorm; de omgezette stikstof is snel beschikbaar voor de plant en de werking van vergiste mest is daarom beter dan die voor onbewerkte mest. Bij strengere mestwetgeving kan hierdoor de bemestingskwaliteit op niveau worden gehouden.
- Gehalten aan mineralen en sporenelement worden niet beïnvloed door het vergistingsproces.
- Het organische-stofgehalte van digestaat is vaak iets lager dan dat van dierlijke mest. Alleen is het organische-stofgehalte van digestaat stabiel dan in dierlijke mest. Volgens experts is daarom in de regel de humuswerking van digestaat beter dan die van onbewerkte mest.
- Bij het toevoegen van cosubstraten verandert de samenstelling van het digestaat. Door gerichte keuze van cosubstraten kan gestuurd worden op een gewenste samenstelling van digestaat.

Over de bemestende waarde van digestaat is nog weinig informatie voor handen. Er zijn enkele bemestingsproeven uitgevoerd, maar deze proeven zijn onvoldoende repliceerbaar om daar conclusies uit te trekken. Wel kan op basis van de literatuur de volgende conclusie worden getrokken. Het vergisten van mest (en cofermentaten) zal leiden tot een beter beschikbaarheid van nutriënten. De hoeveelheid minerale stikstof neemt toe, terwijl de functie als bodemverbeteraar behouden blijft. Door een goede toepassing (tijdstip van aanwenden, emissiearme aanwendingstechniek en toepassing bij gewassen met een relatief korte N-opname) kan er bespaard worden op de kunstmestgift, wat zich uit in een kostenvoordeel voor de akkerbouwers. Door de mest te vergisten neemt de geuremissie af (Tijmensens et al., 2002).

## 4.3 Positieve lijst

Niet alle producten (gewassen) mogen als coproduct in de vergister worden aangewend. Per 16 juni 2004 heeft het ministerie van LNV een positieve lijst van producten die met mest vergist mogen worden gepubliceerd (Stcrt. Nr. 112). Het betreft een positieve lijst waarbij het te vergisten mengsel in hoofdzaak moet bestaan uit dierlijke mest waaraan uitsluitend één of meer van de volgende producten mag worden toegevoegd:

<b>Granen</b>	gerst, haver, rogge, tarwe;
<b>Voedergewas</b>	gras, vers gras, weidegras, kuilgras, snijmaïs/ maïssilage, corn cob mix (CCM), voederbieten;
<b>Roovruchten</b>	aardappelen, (suiker)bieten, bietstaartjes/ -puntjes, witlofpennen;
<b>Vlinderbloemigen</b>	erwten, lupinen, veldbonen;
<b>Energiegewas</b>	energiemaïs (5 meter hoog);
<b>Oliehoudende gewassen</b>	koolzaad, zonnebloempitten, olievlas;
<b>Overige</b>	vezelvlas, groente en fruit.

Per juli 2006 is de positieve lijst uitgebreid met een achttal nieuwe producten. De volgende producten zijn toegevoegd:

- **Uitgepakte vloeibare zuivelproducten en mengsels daarvan;**
- **Visafval;**
- **Uitgepakte voedingsmiddelen afkomstig uit de keten van fabrikant tot detailhandel waarvan de uiterste verkoopdatum is overschreden;**
- **Mengsels van uitgepakte frisdranken en uitgepakte licht-alcoholische dranken;**
- **Tarwezetmeel;**
- **Mengsel van witte bonen;**
- **Tarwe-indamconcentraat;**
- **Schilresten van sinaasappelen.**

De positieve lijst is opgesteld om covergisting te stimuleren. Voor vaststelling van de positieve lijst was er sprake van individuele ontheffingen. Uitbreiding van de positieve lijst met producten en mogelijk reststromen uit diervoeder- en voedingsindustrie, is afhankelijk van de uitkomsten van een uitgebreide (milieu) risicoanalyse.

De coproducten mogen maximaal worden toegevoegd tot een verhouding van 50% mest en 50% coproduct, op basis van versgewicht. Wanneer het coproduct meer dan 50% is van het totaal, dan wordt het digestaat als afval aangemerkt.

## 4.4 Markt covergisting

In Nederland zijn er inmiddels zo rond de 25 vergistingsinstallaties, met een verwerkingscapaciteit tussen de 1.000 m<sup>3</sup> en de 36.000 m<sup>3</sup> per jaar. De MEP-subsidie maakt het tot voorkort mogelijk rendabel een mestvergister te voeren.

In de brochure 'Energie uit het landelijk gebied' van SenterNovem wordt gesteld dat de Nederlandse landbouw een forse bijdrage kan leveren aan de duurzame energieproductie. De onderstaande gegevens voor mestvergisting zijn overgenomen uit deze publicatie.

Tabel 2.: **Reststromen uit het landelijk gebied**

<b>Naam</b>	<b>Potentieel beschikbaar (miljoen ton)</b>	<b>Elektriciteit voor aantal huishoudens<sup>1</sup></b>	<b>PJ vermeden fossiele energie<sup>2</sup></b>
Drijfmest	15,0	389.000	9,6
Agrarische reststromen	4,0	159.000	4,0

Bron: Energie uit het landelijk gebied, SenterNovem

<sup>1</sup> – Er is een elektriciteitsverbruik van 3.000 kWh per huishouden gehanteerd.

<sup>2</sup> – Ten opzichte van een referentierendement van 43.5% conform het Protocol Monitoring Duurzame Energie. Bij warmtekrachttoepassing wordt er meer vermeden.

Ter referentie: het aantal huishoudens op 1 januari 2005 bedroeg 7.1 miljoen (CBS). Drijfmest en agrarische reststromen kunnen voor ongeveer 7,7% van de huishoudens duurzame stroom opleveren. Gesteld dat gemiddeld een mestvergister elektriciteit levert voor ongeveer 920 huishoudens, dan betekent dit op basis hiervan dat de huidige 25 vergistingsinstallaties elektriciteit voor 23.000 huishoudens leveren. Dit is maar 6% van het potentiële aantal huishoudens. Een stijging van het aantal vergistingsinstallaties in Nederland wordt daarom ook verwacht. Hiermee stijgt ook de vraag naar coproducten.

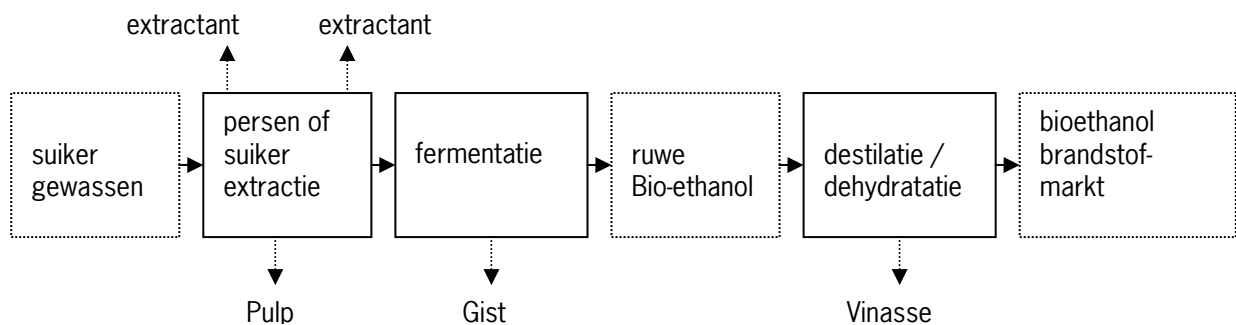


## 5 Bio-ethanol productie

De eerste 'benzine' auto's reden op ethanol (alcohol). Nu een honderd jaar later is er toenemende belangstelling voor bio-ethanol. Bio-ethanol wordt geproduceerd uit suikerhoudende en zetmeelhoudende gewassen, zoals graan en suikerbieten. Bio-ethanol kan middels fermentatie (= gisting) gewonnen worden uit deze gewassen. Bio-ethanol wordt gebruikt om bij te mengen in benzine, bijvoorbeeld als E15 blend. E15 is benzine, waaraan 15% bio-ethanol is toegevoegd. Bio-ethanol kan zonder aanpassing van de motor tot ongeveer 20% worden bijgemengd.

### 5.1 Bio-ethanol productie uit suikerhoudende gewassen

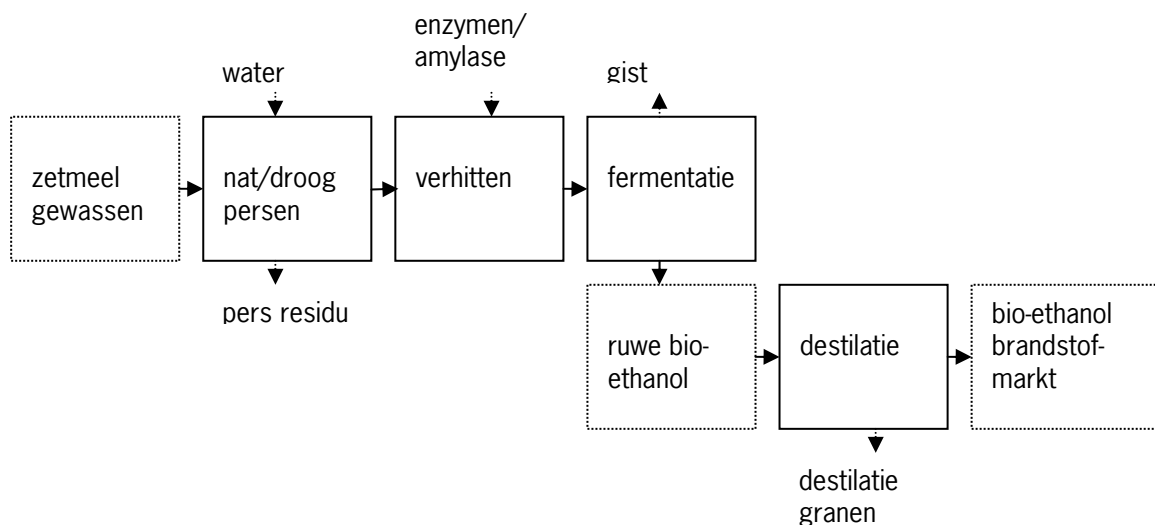
Suikergewassen bevatten simpele suikers die relatief eenvoudig te winnen zijn om vervolgens beschikbaar worden gesteld aan de gist in het fermentatie proces. Het winnen van de suikers wordt gedaan middels extractie of persing. In het geval van suikerbieten wordt dit door middel van een 'diffusion' proces gedaan. De volgende stap is het fermenteren van suiker tot ruwe bio-ethanol. Vervolgens wordt de ruwe bio-ethanol door middel van destillatie en dehydratatie gezuiverd, om een brandstofkwaliteit bio-ethanol te krijgen (Van Thuijl, 2003).



Figuur 2.: Conversie proces voor bio-ethanol uit suikerhoudende gewassen  
Bron: Van Thuijl, 2003

### 5.2 Bio-ethanol productie uit zetmeelhoudende gewassen

Het inzetten van zetmeelgewassen voor de productie van bio-ethanol vereist meer bewerkingen, voordat tot fermentatie kan worden overgegaan. Door de langere en complexere molecuulstructuur van zetmeel moet deze eerst omgezet worden in suikers. In de extra stap worden de zetmeelhoudende gewassen geperst en verhit en vermengd in water tot opgelost zetmeel. Gelijktijdig wordt de zetmeel door enzymen of hydrolyse zuur omgezet in suikers. De hierop volgende processtappen zijn gelijk aan de productie van bio-ethanol uit suikerhoudende gewassen.



Figuur 3.: Conversie proces voor bio-ethanol productie uit zetmeelhoudende gewassen (Bron: Van Thuijl, 2003)

### 5.3 Markt, areaal en kostprijs voor bio-ethanol

De benzinemarkt is de belangrijkste afzetmarkt voor bio-ethanol. De totale benzine afzet als motorbrandstof in het wegverkeer ligt rond de 188,2 PJ (CBS, 2006). Op basis hiervan kan de volgende areaal inschatting per biobrandstoffen doelstelling worden gemaakt. Het calorisch vermogen van ethanol wordt op 26.8 MJ/kg gesteld.

Tabel 3.: **Potentieel areaal tarwe of suikerbieten voor bio-ethanol**

<b>EU biobrandstoffenrichtlijn</b>	<b>2%</b>	<b>5,75%</b>
Bio-ethanol (PJ)	3,75	10,8
Bio-ethanol (ton)	140.000	403.000
Tarwe (ton brandstof/ha)	2,3	2,3
Tarwe (ha)	<b>60.800</b>	<b>175.000</b>
Suikerbieten (ton brandstof/ha)	4,8	4,8
Suikerbieten (ha)	<b>29.200</b>	<b>84.000</b>

\*Berekening gebaseerd op tabel 1, Achtergronddocument Biobrandstoffen, Ministerie van de Vlaamse gemeenschap, Maart 2005

Het totale areaal aan suikerbieten in Nederland is 91.313 ha. Ter referentie, het areaal aan suikerbieten is tussen 2000 en 2005 bijna 20% gedaald (CBS, 2006). De totale productie in tonnen vers product is met bijna 12% gedaald. De daling van bijna 20.000 ha suikerbieten is bijna even groot als de 2% richtlijn (29.200 ha). Het areaal tarwe (winter en zomer) in Nederland in 2005 is 136.700 ha. De onderstaande tabel geeft voor de 3 regio's een indicatie van de huidige teelten aan tarwe- en suikerbieten.

Tabel 4.: **Arealen aan wintertarwe, zomertarwe en suikerbieten per regio**

	Wintertarwe (ha)	Zomertarwe (ha)	Suikerbieten (ha)
Noordelijke Zeeklei	10.600	1.700	6.400
Veenkoloniën	18.290	4.400	17.500
Zuidoostelijk Veehouderij gebied	5.750	1.400	12.600

Bron: CBS, 2006

## 6 Covergistingsgewassen

Voor de berekening van de gewassaldi voor de covergistingsgewassen is de volgende insteek gekozen. Allereerst is gestart met de beoordeling van de teelttechnische aspecten, zoals zaaien, bemesting, gewasmiddelen gebruik, direct energieverbruik en overige toegerekende kosten. Vervolgens zijn de opbrengstgegevens gekoppeld aan biogas opbrengsten per kilogram droge stof (kg ds). Als laatste stap zijn de variabele kosten voor het opslaan, bewerken en toedienen van het coproduct in mindering gebracht. Als covergistingsgewassen zijn gekozen energiemaïs, soedangras, zonnebloemen en massabieten. De eerste drie gewassen zijn gekozen, vanwege de DLG demovelden op proefbedrijf 't Kompas te Valthermond. Per gewas wordt de opbrengst per hectare behaald op proefbedrijf 't Kompas ter referentie genoemd. Op het proefbedrijf 't Kompas is gekeken naar de opbrengsten voor deze energiegewassen op Veenkoloniale gronden. Massabieten worden regelmatig genoemd als mogelijk interessant coproduct voor vergisting. Daarom zijn massabieten als vierde gewas opgenomen. Massabieten zijn (voeder)bieten die een hoge opbrengst (vers en droge stof) per hectare kennen.

### 6.1 Teelttechnische gegevens

De teeltwijze van de vier geselecteerde energiegewassen voor covergisting is beoordeeld door teeltexperts van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. De beoordeling is gedaan voor drie regio's, namelijk de Veenkoloniën, het noordelijk zeeklei gebied en het zuidoostelijk zandgebied

Op basis van deze beoordeling zijn er per gewas een aantal opmerkingen te maken. Voor alle gewassen is de opbrengst per hectare vermeld als droge stof opbrengst. De opmerkingen bij de vier gewassen zijn van de teeltexpert van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. De opmerkingen dienen als onderbouwing of als toelichting bij teelttechnische gegevens.

#### 6.1.1 Energiemaïs

Tabel 5.: **Teelttechnische gegevens energiemaïs voor de drie geselecteerde regio's**

	Veenkoloniën		Noordelijke zeeklei		Zuidoost Nederland	
Hoofdproduct	18.000	kg ds	18.000	kg ds	18.000	kg ds
Zaaizaad	2.2	eenh	2.2	eenh	2.2	eenh
Bemesting	185	kg N	185	kg N	185	kg N
Onkruidbestrijding						
- <i>terbutylazine(500)</i>	0,75	Ltr	0,75	Ltr	0,75	Ltr
- <i>sulcotrion(30)</i>	1	Ltr	1	Ltr	1	Ltr
- <i>nicosulfuron(40)</i>	1	Ltr	1	Ltr	1	Ltr
Energie	105	Ltr	105	Ltr	105	Ltr

Opmerkingen bij de teelt:

- Opbrengst is op basis van droge stof. De opbrengst voor de Veenkoloniën is gebaseerd op vochthoudende dalgrond; in Zuidoost Nederland kan droogtegevoelige grond beperkende factor zijn;
- Zaaizaad: zaad per eenheid 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;
- Bemesting: Optimale N-gift blijft gelijk aan snijmaïs. Een hogere gift geeft geen voordeel. Bemesting is gebaseerd op voldoende P en K-getallen via bouwplanbemesting en anderzijds voorziening via (kostenloze) dierlijke mest en rijenbemesting P bij zaaien;
- Onkruidbestrijding: Is gelijk aan de onkruidbestrijding in snijmaïs;
- Overige productgebonden kosten: Nmin monster is niet rendabel voor deze teelt;
- Teelt is gebaseerd op energiemaïsteelt op een akkerbouwbedrijf;
- Product wordt ingekuild (zonder grote verliezen als ds% op niveau is) en kan zonder voorbewerking de vergister in.

In teeltproeven op proefbedrijf 't Kompas te Valthermond werden er op de drie verschillende oogst momenten opbrengsten behaald tussen de 20 en 21 ton ds/ha (Wijnholds, 2007).

### 6.1.2 Soedangras

Tabel 6.: **Teelttechnische gegevens soedangras voor de drie geselecteerde regio's**

	Veenkoloniën		Noordelijke zeeklei		Zuidoost Nederland	
Hoofdproduct	12.000	kg ds	12.000	kg ds	12.000	kg ds
Zaaizaad	35	kg	35	kg	35	Kg
Bemesting	120	kg N	120	kg N	120	kg N
Energie	87	Ltr	87	Ltr	87	Ltr

Opmerkingen bij de teelt:

- Opbrengst: op basis van droge stof. Onvoldoende warmte en vocht zijn beperkende factoren in de gebieden. Hier is uitgegaan van geslaagde teelten;
- Bemesting: Er 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 en anderzijds voorziening via (kostenloze) dierlijke mest;
- 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;
- Ziekte & plagen: geen ziekten en plagen bekend. Daarom geen bestrijding noodzakelijk.

In teeltproeven op proefbedrijf 't Kompas te Valthermond werd er gemiddeld een opbrengst van 9,3 ton ds/ha voor soedangras (Wijnholds, 2007).

### 6.1.3 Zonnebloemen

Tabel 7.: **Teelttechnische gegevens zonnebloemen voor de drie geselecteerde regio's**

	Veenkoloniën		Noordelijke zeeklei		Zuidoost Nederland	
Hoofdproduct	9.000	kg ds	9.000	kg ds	9.000	kg ds
Zaaizaad	1	eenh	1	eenh	1	eenh
Bemesting	70	kg N	100	kg N	100	kg N
Onkruidbestrijding						
- <i>pendimethalin(400)</i>			4	Ltr		
- <i>prosulfocarb</i>	5	Ltr			4	Ltr
Bestrijding ziekten & plagen						
- <i>iprodison(500)</i>	1	Ltr	1	Ltr	1	Ltr
- <i>vinchlozolin(50%)</i>	1	kg	1	kg	1	kg
Energie	87	Ltr	87	Ltr	87	Ltr

Opmerkingen bij de teelt:

- Opbrengst: op basis van droge stof. Productie kan worden beperkt door droogte (ZON), onvoldoende warmte (NZK) en/of sclerotinia (VK).
- Zaaizaad: zaad per eenheid van 75.000 zaden (3-5 kg). Zaaizaad is duur en de droge stof opbrengst neemt nauwelijks toe bij hogere dichtheden. Daarom de zaaizaadhoeveelheid beperkt houden.
- Bemesting: optimale N-gift voor zaadteelt is 40-180 kg N/ha, maar dit is sterk afhankelijk van grondsoort en klimaat. 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;
- Gewasbescherming: Er zijn geen toelatingen voor zonnebloemen. Zonnebloemen zijn wel zeer gevoelig voor sclerotinia en botrytis. Onkruidbestrijding dient in de beginfase ten minste eenmaal te worden uitgevoerd.



- Oogst: De oogst van zonnebloemen is vergelijkbaar aan snijmais, vergelijkbare mechanisatie en tevens geen droogkosten. De inkuilbaarheid is mogelijk minder goed dan van energiemais. In teeltproeven op proefbedrijf 't Kompas te Valthermond werd er gemiddeld een opbrengst van 10,2 ton ds/ha voor zonnebloemen (Wijnholds, 2007).

#### 6.1.4 Massabielen

Tabel 8.: **Teeltechnische gegevens massabielen voor de drie geselecteerde regio's**

	Veenkoloniën		Noordelijke zeeklei		Zuidoost Nederland	
Hoofdproduct	14.000	kg ds	16.000	kg ds	12.000	kg ds
Bijproduct	4.000	kg ds	4.500	kg ds	3.000	kg ds
Zaaizaad	1	eenh	1	eenh	1	eenh
Bemesting	200	kg N	200	kg N	200	kg N
Onkruidbestrijding						
- <i>metamitron</i> (70%)			2	kg		
- <i>ethofumesaat</i> (190)	4	Ltr	4	Ltr	4	Ltr
- <i>fenmedifam</i> (200)						
- <i>quizalofop-p-ethyl</i> (50)	1	Ltr	1	Ltr	1	Ltr
- <i>triflusuifuron-methyl</i> (500)	0.06	Ltr		Ltr	0.06	Ltr
Energie	98	Ltr	124	Ltr	102	Ltr

#### Opmerkingen bij de teelt:

- Opbrengst: Op basis van droge stofopbrengst van (voeder)bieten + blad. Sapzuiverheid en nitraat spelen geen rol van betekenis. Streven naar de hoogst mogelijke droge stofopbrengst. 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. (Recent Duits onderzoek geeft trouwens ook aan dat de drogestofopbrengst van suikerbieten circa 20% hoger is dan van voederbieten);
- Zaaizaad: Zaaidichtheid kan mogelijk omlaag. Het effect hiervan op drogestof- en energieopbrengst is onbekend;
- Bemesting: Bemesting is gebaseerd op voldoende P en K-getallen via bouwplanbemesting en anderzijds voorziening via (kostenloze) dierlijke mest;
- Onkruidbestrijding: Onkruidbestrijding blijft ongewijzigd. Bouwplanmaatregelen zijn van groter belang dan teeltmaatregelen;
- Overige teeltkosten: productschapheffing voor bieten is hoog, voor massabielen is dit gelijk gehouden;
- Voederbieten zijn moeilijker te bewaren dan de andere 3 producten. Jaarrond voederbieten gebruiken als co-substraat 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. Een ander punt is de aanhangende grond. Op den duur zal dit te veel bezinsel geven in de vergister.

## 6.2 Biogasopbrengst

Om een bruto-geldopbrengst te kunnen bepalen, is gekozen om de biogasopbrengst per gewas te bepalen. Uitgangspunt is dat de biogasopbrengst gelijk staat aan een bepaalde hoeveelheid elektriciteit en geld voor deze elektriciteit. Het gebruik van de warmte en de hiermee samenhangende financiële opbrengsten zijn buiten beschouwing gelaten. Naast financiële opbrengsten uit elektriciteit spelen ook kosten van de vergister en de kosten voor afvoer van (mest) digestaat een rol. De variabele kosten, waarmee gerekend is, hebben te maken met het klaarmaken, opslaan en gebruik van het coproduct in de vergister. In de beschikbare literatuur was voor soedangras en zonnebloemen geen informatie beschikbaar over de te verwachten variabele kosten. De variabele kosten voor soedangras zijn daarom gelijk gesteld aan weidegras. Voor zonnebloemen zijn de variabele kosten gelijkgesteld aan tarwekorrels. Een ander element is de afvoerkosten voor digestaat. Er van uitgaande dat de vergister niet op een akkerbouwbedrijf staat, betekent dit dat de mest (digestaat) afgevoerd moet worden. De kosten hiervoor zijn ingeschat op een €20,- per ton. De kosten van afvoer van digestaat zijn sterk afhankelijk van de opzet en locatie van de vergister. Doordat dit per vergister kan verschillen is besloten deze kosten niet mee te nemen in de berekeningen. Wel wordt in tabel 9. benoemd wat een mogelijke prijs per kilogram droge stof zou kunnen zijn wanneer afvoerkosten van digestaat worden berekend.

Tabel 9.: **Biogasopbrengsten uitgesplitst naar gewas en regio**

<b>Gewas (rest)</b>	<b>Opbrengst</b>		<b>Kg org. ds/ha</b>	<b>Methaan</b>		<b>Elektriciteit kWh/ha</b>	<b>Opbrengst</b>	
	<b>in kg ds</b>	<b>% org. ds</b>		<b>Opbr. m<sup>3</sup>/kg org. ds</b>	<b>Opbr. m<sup>3</sup>/ha</b>		<b>EUR/ha</b>	<b>EUR/kg ds</b>
Mais (NZK/NON)	18.000	95%	17.100	0.33	5643	56.430	2.257	0,13
Mais (ZON)	16.000	95%	15.200	0.33	5016	50.160	2.006	0,13
Soedangras	12.000	91%	10.920	0.29	3183	31.830	1.273	0,11
Zonnebloemen	9.000	88,1%	7.929	0.23	1824	18.240	729	0,08
Voederbieten NZK	16.000	95,3%	19.060	0.40	6099	60.992	2.440	0,15
Voederbieten NON	14.000	95,3%	17.154	0.40	5337	53.368	2.135	0,15
Suikerbieten ZON	12.250	92%	11.270	0.36	4023	40.233	1.609	0,13
Bietenblad (NZK)	4.500	80%	3.600	0.32	1166	11.660	467	0,10
Bietenblad (NON)	4.000	80%	3.200	0.32	1037	10.370	415	0,10
Bietenblad (ZON)	3.000	80%	2.400	0.32	778	7.780	311	0,10

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:

- De elektriciteitsprijs is gesteld op 0,125 cent per kWh;
- Het benuttingpercentage is gesteld op 32%;
- De elektriciteitsopbrengst per m<sup>3</sup> methaan is gesteld op 10 kWh;

De methaanopbrengsten zijn richtwaarden uit laboratoriumproeven. Een afwijkingpercentage van 10% procent zou daarom in de praktijk moeten worden toegepast. In hoeverre de richtwaarden afwijken van de praktijk is onder andere sterk afhankelijk van de techniek van de vergister. De richtwaarden bieden daarom een betere indicatie voor de bovenstaande berekening.

In de financiële opbrengst per kilogram droge stof in tabel 9 zijn de variabele en afvoerkosten niet meegenomen. Het doorberekenen van deze kosten laat een volgend beeld zien. De eerste kolom is overgenomen uit tabel 9, de tweede kolom is de opbrengst per kilogram droge stof waarbij de variabele kosten zijn meegenomen. De derde kolom geeft de financiële opbrengst per kilogram droge stof wanneer afvoerkosten wel worden berekend, maar variabele kosten niet. De afvoerkosten van digestaat zijn berekend op basis van vers gewicht en biogasopbrengst. De vierde en laatste kolom geeft de financiële opbrengsten per kilogram droge stof wanneer variabele en afvoerkosten worden berekend.

Tabel 10.: **Financiële opbrengst per kilogram droge stof**

Gewas	Excl. alle kosten	Incl. var. kosten	Incl. afvoerkosten <sup>1</sup>	Incl. afvoer <sup>1</sup> en var. kosten
	EUR/kg ds	EUR/kg ds	EUR/kg ds	EUR/kg ds
Maïs (NZK/NON)	0,13	0,08	0,08	0,04
Maïs (ZON)	0,13	0,08	0,08	0,04
Soedangras	0,11	0,07	0,04	0,00
Zonnebloemen	0,08	-0,01	0,03	-0,06
Voederbieten NZK	0,15	0,08	-0,02	-0,10
Voederbieten NON	0,15	0,08	-0,02	-0,10
Suikerbieten ZON	0,13	0,08	0,04	-0,01
Bietenblad (NZK)	0,10	0,04	-0,04	-0,09
Bietenblad (NON)	0,10	0,04	-0,04	-0,09
Bietenblad (ZON)	0,10	0,07	0,03	-0,01

<sup>1</sup> - De afvoerkosten voor mest (=digestaat) is gesteld op EUR 20,- per ton.

Tabel 10 laat zien hoe de verschillende factoren de financiële opbrengst per kilogram droge stof beïnvloeden. Daarom zijn in de tweede en derde kolom enkel de betreffende kosten in mindering gebracht op de financiële opbrengst uit de biogas. Uit de prijzen per kilogram droge stof blijkt dat afvoerkosten van digestaat zwaar wegen op de rentabiliteit van de vergister. Dit is op basis van de huidige mestmarkt en een prijs van EUR 20,- per ton voor het afvoeren van mest. De afvoer van mest (digestaat) wordt door verschillende partijen benoemd als financiële aspecten van covergisting waar voldoende aandacht voor dient te zijn (Koeken, 2006).

Tabel 10 geeft een indicatie van de financiële opbrengsten per kilogram droge stof in verschillende situaties. Het is sterk afhankelijk van de situatie in de praktijk, de plaats en de locatie van de vergister welke kosten in mindering moeten worden gebracht op de financiële resultaat uit biogasopbrengsten.

## 6.3 Saldoberekening

De teelttechnische gegevens en biogasopbrengsten gecombineerd, geven een volgend beeld. De saldi zijn gebaseerd op de financiële opbrengst exclusief afvoerkosten, maar inclusief variabele kosten en de opbrengst in kilogram droge stof per hectare. Verder moet aangetekend worden dat de energiepremie, energiebonus van € 45,- voor non-foodteelt, niet is meegenomen. Reden hiervoor is dat de noodzakelijke administratieve eisen te veel werk vergen voor een ondernemer met kleinschalige mestvergisting. De administratieve lasten wegen dan niet op tegen de baten.

De saldi zijn gebaseerd op de biogasopbrengsten. In de praktijk wordt er bijvoorbeeld voor energiemais meer betaald, dan op basis van biogasopbrengsten verwacht zou worden (Koeken, 2006).

### 6.3.1 Energiemaïs

Tabel 11.: **Potentieel saldo energiemaïs voor de drie geselecteerde regio's**

	Veenkoloniën	Noordelijke zeelei	Zuidoost Nederland
Hoofdproduct	1.440,-	1.440,-	1.280,-
Bijproduct	-	-	-
<b>Bruto-geld opbrengst</b>	<b>1.440,-</b>	<b>1.440,-</b>	<b>1.280,-</b>
Toegerekende kosten	561,-	545,-	560,-
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>	<b>879,-</b>	<b>895,-</b>	<b>720,-</b>
Kosten loonwerk	538,-	538,-	538,-
<b>Saldo loonwerk</b>	<b>341,-</b>	<b>357,-</b>	<b>182,-</b>

### 6.3.2 Soedangras

Tabel 12.: **Potentieel saldo soedangras voor de drie geselecteerde regio's**

	Veenkoloniën	Noordelijke zeelei	Zuidoost Nederland
Hoofdproduct	840,-	840,-	840,-
Bijproduct	-	-	-
<b>Bruto-geld opbrengst</b>	<b>840,-</b>	<b>840,-</b>	<b>840,-</b>
Toegerekende kosten	279,-	279,-	279,-
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>	<b>561,-</b>	<b>561,-</b>	<b>561,-</b>
Kosten loonwerk	450,-	450,-	450,-
<b>Saldo loonwerk</b>	<b>111,-</b>	<b>111,-</b>	<b>111,-</b>

### 6.3.3 Zonnebloemen

Tabel 13.: **Potentieel saldo zonnebloemen voor de drie geselecteerde regio's**

	Veenkoloniën	Noordelijke zeelei	Zuidoost Nederland
Hoofdproduct	-90,-	-90,-	-90,-
Bijproduct	-	-	-
<b>Bruto-geld opbrengst</b>	<b>-90,-</b>	<b>-90,-</b>	<b>-90,-</b>
Toegerekende kosten	430,-	440,-	442,-
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>	<b>-520,-</b>	<b>-531,-</b>	<b>-532,-</b>
Kosten loonwerk	514,-	514,-	514,-
<b>Saldo loonwerk</b>	<b>-1.034,-</b>	<b>-1.044,-</b>	<b>-1.046,-</b>

### 6.3.4 Massabieten

Voor de saldoberekening van bieten moeten er twee dingen 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.

Daarnaast zijn voor Zuidoost Nederland suikerbieten meegenomen, in plaats van voeder(massa)bieten. Er zijn geen voederbieten met resistentie tegen rhizoctonia. Vooralsnog geldt deze eis niet voor de twee andere regio's.

Tabel 14.: **Potentieel saldo massabieten voor de drie geselecteerde regio's**

	Veenkoloniën	Noordelijke zeelei	Zuidoost Nederland
Hoofdproduct	1.120,-	1.280,-	980,-
Bijproduct	160,-	180,-	210,-
<b>Bruto-geld opbrengst</b>	<b>1.280,-</b>	<b>1.460,-</b>	<b>1.190,-</b>
Toegerekende kosten	617,-	628,-	654,-
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>	<b>662,-</b>	<b>832,-</b>	<b>535,-</b>
Kosten loonwerk	496,-	496,-	496,-
<b>Saldo loonwerk</b>	<b>166,-</b>	<b>336,-</b>	<b>40,-</b>



## 7 Bio-ethanolgewassen

Uit zetmeel- en suikerhoudende gewassen is bio-ethanol te produceren. Bestaande en geplande productiefaciliteiten zijn allen gericht op het gebruik van reststromen uit de suiker- en zetmeelverwerkende industrie. De teelt van gewassen om deze direct tot bio-ethanol gewassen komt in Nederland nog niet voor. Knelpunt in het maken van saldoberekeningen is daarom een reëel beeld te schetsen van economische rentabiliteit van de teelt.

Door de beperkte beschikbaarheid van gegevens om saldi voor de bio-ethanolgewassen te bepalen is gekozen om de kostprijs van de teelt van wintertarwe, (zetmeel)aardappels, suiker- en voederbieten als uitgangspunt te nemen. De kostprijsberekening biedt marktpartijen zicht op een mogelijke grondstofprijs. Op basis van verschillende literatuur (o.a. Von Lampe, 2006) wordt voor bio-ethanolproductie in Europa vooral naar granen en suikerbieten gekeken. In de Verenigde Staten wordt vooral maïs ingezet als grondstof voor bio-ethanolproductie en in Brazilië is de grondstof suikerriet. De productiekosten voor bio-ethanol verschillen per werelddeel.

De onderstaande berekeningen moeten daarom vooral worden gezien als indicatie. Verder kunnen de berekeningen aanzet vormen tot het verder verbeteren van de kostprijs voor bio-ethanolproductie. De volgende gewassen zijn gekozen voor de berekening, wintertarwe, (zetmeel)aardappels, suiker- en voederbieten. Wintertarwe en suikerbieten worden in de literatuur benoemd voor bio-ethanolgrondstoffen. Ook zetmeelaardappels worden wel genoemd. Voor de Veenkoloniën is zetmeelaardappels een belangrijk gewas. Voor de noordelijke zeelei en zuidoost Nederland worden consumptie aardappels in plaats van zetmeelaardappels als uitgangspunt genomen. Als vierde gewas is gekozen voor voederbieten. Voederbieten geven in de productie voor bio-ethanol een hogere hoeveelheid restproduct (mondelijke mededeling dhr. D.F. Boens, Agrologistiek). Het restproduct (destillaat) kan mogelijk worden afgezet als coproduct voor vergisting. Voederbieten geven een grotere hoeveelheid destillaat. Dit kan mogelijk de rentabiliteit van de bio-ethanol productie verhogen. In de berekening is voor voederbieten geen resultaat opgenomen voor zuidoostelijk zandgebied. Het ontbreken van rhizoctonia als ook rhizomanie resistentie maken het niet reëel te veronderstellen dat er voederbienteelt zal plaatsvinden in zuidoostelijk zandgebied.

### 7.1 Kostprijsbepaling

Voor de berekening van een kostprijs zijn er een aantal aannames gemaakt in de berekening. Het betreft dus een indicatie van de kostprijs. De kostprijs zal in de praktijk eerder lager dan hoger uitvallen. Door verschillen in de bedrijfsvoering kunnen in de praktijk grote verschillen in kostprijs mogelijk zijn. Dit kan bijvoorbeeld veroorzaakt worden door de grondprijzen en mechanisatiekosten. In de onderstaande kostprijsberekeningen is gerekend met de actuele aanschafwaardes van grond en mechanisatie uit de KWIN 2006. De onderstaande kostberekeningen moeten daarom als indicatie worden gezien.

De aardappelteelten verschillen per regio. Voor de regio Veenkoloniën is dit zetmeelaardappels en voor de regio's Noordelijk zeelei en Zuidoost Nederland is gekozen voor consumptieaardappels. Hiermee kan een zo praktijkgetrouw mogelijke berekening worden gemaakt.

#### 7.1.1 Uitgangspunten

Voor de kostprijsberekeningen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd. De onderstaande uitgangspunten zijn gebaseerd op representatieve bouwplannen voor de betreffende regio's. De onderstaande tabel geeft een beeld van de gehanteerde bouwplannen voor de drie regio's. De indicatieve bouwplannen zijn overgenomen uit eerdere scenario studies naar onder andere consequenties van het mestbeleid van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Tabel 15.: **Gewassen in het bouwplan van de regio's Noordelijke zeeklei, Veenkoloniën en Zuidoost Nederland**

<b>Regio</b>	<b>Bouwplan</b>	<b>Areaal</b>	<b>Grondsoort</b>
Noordelijke zeeklei	57% wintertarwe, 20% wintergerst, 14% suikerbieten, 9% groene braak	110	Zeeklei
Veenkoloniën	45% zetmeelaardappel, 5% pootaardappel, 25% zomergerst, 5% wintertarwe, 20% suikerbiet	60	Zand
Zuidoost Nederland	25% consumptieaardappel, 25% suikerbieten, 12,5% graan, 12,5% maïs, 12,5% waspeen, 12,5% schorseneer	36	Zand

De bouwplannen zijn gebruikt om de mechanisatie en grondkosten naar de gewassen te differentiëren. Hiermee worden kosten voor het hele bedrijf over de verschillende gewassen toegedeeld.

#### **7.1.1.1 Bewerkingen**

De bewerkingen zijn het uitgangspunt voor de arbeidskosten en de werktuigkosten per hectare. Middels het BedrijfsEconomisch Advies model (BEA) van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving zijn de bewerkingen bepaald. Deze bewerkingen zijn ook de basis voor de saldi uit de KWIN 2006.

#### **7.1.1.2 Toegerekende kosten**

De toegerekende kosten worden overgenomen uit de bewerkingen en de KWIN 2006.

#### **7.1.1.3 Loonwerkkosten**

De loonwerkkosten zijn overgenomen uit de KWIN 2006.

#### **7.1.1.4 Werktuigkosten**

Voor de werktuigkosten zijn de bewerkingen uitgangspunt geweest. De kosten zijn gebaseerd op vervangingswaarde van de machines en de jaarkosten voor gebruik. De jaarkosten van de machines zijn gebaseerd op de KWIN 2006. Jaarkosten zijn een percentage van de vervangingswaarde en bestaan uit rente, afschrijving, verzekering en onderhoud. De gemiddelde grootte van het bouwplan (zie hoofdstuk 8) is bepalend geweest voor de vaste machinekosten.

De kosten voor een aantal machines is gewasspecifiek. Voor deze machines is het areaal van het betreffende gewas uitgangspunt geweest (zie hiervoor hoofdstuk 8).

#### **7.1.1.5 Arbeidskosten**

De arbeidskosten zijn gebaseerd op de arbeidsuren uit de KWIN 2006. Uit een eerdere kostprijsstudie is het loontarief van EUR 26,75 overgenomen (Borm, 2005)

#### **7.1.1.6 Kosten gebouwen**

Voor de kosten van gebouwen is het areaal in het bouwplan uitgangspunt geweest en voor aardappels is gerekend met een bewaring op het landbouwbedrijf. De kosten zijn gebaseerd op investeringswaarden van de gebouwen en hieruit worden de jaarkosten voor gebruik bepaald. De jaarkosten van de gebouwen zijn gebaseerd op de KWIN 2006. De gemiddelde grootte van het bouwplan is bepalend geweest voor de vaste gebouwkosten. De kosten voor een bepaalde gebouwen zijn gewasspecifiek. Hiervoor is het areaal in het bouwplan van het betreffende gewas uitgangspunt.

#### **7.1.1.7 Grondkosten**

De grondkosten zijn gebaseerd op de verkoopwaarde van de grond. De waarden zijn overgenomen uit de KWIN 2006. Voor de rente is het percentage van de Euribor ([www.euribor.org](http://www.euribor.org)) per januari 2007 gehanteerd, dit was 4.03 %.

### **7.1.2 Bio-ethanolopbrengst per hectare**

De kostprijs wordt onder andere gerelateerd aan de liters bio-ethanol die per gewas te halen zijn. Op basis van gewasopbrengsten en gegevens voor de omzetting van zetmeel of suikers tot ethanol, laat een volgend beeld zien voor de gewassen wintertarwe, suikerbieten en aardappels.



Tabel 16.: **Opbrengst ethanol per ha voor wintertarwe, suikerbieten en aardappels voor de drie geselecteerde regio's**

	Veenkoloniën	Noordelijke zeeklei	Zuidoost Nederland
<b>Wintertarwe</b>			
Ethanol per ha	3.598 Ltr	3.875 Ltr	3.598 Ltr
<b>Suikerbieten</b>			
Ethanol per ha	6.117 Ltr	6.350 Ltr	6.005 Ltr
<b>Aardappels</b>			
Ethanol per ha	5.635 Ltr	5.086 Ltr	5.190 Ltr
<b>Voederbieten</b>			
Ethanol per ha	4.110 Ltr	4.289 Ltr	

Bron: Klijnsma, 2006 en bewerking PPO

### 7.1.3 Kostprijsberekeningen

De gehanteerde uitgangspunten vertalen zich in de volgende kostprijzen voor wintertarwe, (zetmeel)aardappels, suiker- en voederbieten. Per gewas zijn de kostprijzen voor elk van de drie geselecteerde regio's bepaald. Een meer gedetailleerdere opbouw van de kostprijs is te vinden in bijlage 1. Tabel 17 geeft per gewas en regio een indicatie van de kostprijs per hectare, per kilogram vers producten en per liter ethanol. De kostprijs per kilogram vers product is als referentie punt opgenomen.

Tabel 17.: **Kostprijs voor wintertarwe in Euro per ha voor de drie geselecteerde regio's**

	Veenkoloniën	Noordelijke zeeklei	Zuidoost Nederland
<b>Wintertarwe</b>			
Kostprijs	1.928 EUR/ha	1.989 EUR/ha	2.437 EUR/ha
- per kg product	0,25 EUR/kg	0,24 EUR/kg	0,32 EUR/kg
- per liter ethanol	0,54 EUR/Ltr	0,51 EUR/Ltr	0,69 EUR/Ltr
<b>Suikerbieten</b>			
Kostprijs	2.687 EUR/ha	2.532 EUR/ha	3.214 EUR/ha
- per kg product	0,04 EUR/kg	0,04 EUR/kg	0,05 EUR/kg
- per liter ethanol	0,44 EUR/Ltr	0,40 EUR/Ltr	0,54 EUR/Ltr
<b>Aardappels</b>			
Kostprijs	4.020 EUR/ha	5.624 EUR/ha	6.115 EUR/ha
- per kg product	0,09 EUR/kg	0,11 EUR/kg	0,12 EUR/kg
- per liter ethanol	0,71 EUR/Ltr	1,10 EUR/Ltr	1,18 EUR/Ltr
<b>Voederbieten</b>			
Kostprijs	2.342 EUR/ha	2.280 EUR/ha	
- per kg product	0,02 EUR/kg	0,02 EUR/kg	
- per liter ethanol	0,57 EUR/Ltr	0,53 EUR/Ltr	

In de fact-finding studie van Ecofys wordt een kale productprijs van 0,61 cent per liter bio-ethanol genoemd (Van den Heuvel, 2003). De kale productprijs voor bio-ethanol is de prijs per liter zonder accijns en belastingen. De grondstofprijs per liter voor de verschillende gewassen ligt hoger dan de kale kostprijs per liter bio-ethanol. Als op basis van de studie van Rosenberger et al. (2002) wordt gesteld dat de productiekosten voor bio-ethanol rond de 0,40 cent liggen, dan geeft dit een volgend beeld voor de kale productprijs. De kale productprijs voor bio-ethanol komt tussen de EUR 0,80 en EUR 1,- te liggen. De kostprijs is bedrijfsafhankelijk, daarom kan het zijn dat individuele bedrijven een lagere kostprijs behalen. Tevens is de kostprijs berekend in tabel 17 gebaseerd op voedselteelten. Het doorvoeren van teeltverbeteringen (minder meststoffen en/of minder bespuitingen) kan de kostprijs verder verbeteren. Hiervoor is aanvullend onderzoek noodzakelijk, om zicht te krijgen op de effecten hiervan. Productie van bio-ethanol uit gewassen en niet uit reststromen, laat zien dat tarwe en suikerbieten de laagste kostprijs per liter kennen. De productiekosten van bio-ethanol uit (zetmeel)aardappels liggen duidelijk hoger. Voederbieten kunnen een alternatief zijn, maar er zijn geen voederbieten met resistentie tegen rhizoctonia. Hierdoor is teelt van voederbieten in Zuidoost Nederland al geen optie en staat de teelt in heel Nederland onderdruk.

## 7.2 Teelttechnische aspecten bio-ethanolgewassen

Uit literatuur (Rosenberger et al., 2002) blijkt dat naast teeltaspecten als bemesting en gewasbescherming, voorvrucht een zomogelijk nog belangrijkere element is. Bemesting heeft niet altijd het gewenste resultaat, maar geeft wel extra kosten. Erwtten als voorvrucht levert meer effect op (hogere opbrengst) en de nawerking brengt geen teeltkosten met zich mee. Rosenberger et al. heeft drie gewassen getest, wintertarwe, wintertriticale en winterrogge. In de proeven bleek triticale (cv. Modus) het meest productieve gewas. Dit was gebaseerd op liters bio-ethanol per ha. Wintertarwe en winterrogge scoorden vergelijkbaar. Maar winterrogge kwam in de test minder goed naar voren, door de hogere kosten voor omzetting naar bio-ethanol. De teeltkosten per liter bio-ethanol waren voor triticale het laagst.

In een ander artikel (Rosenberger et al., 2000) wordt geconcludeerd dat teeltintensiteit (hoge N-gift) verband houdt met de korrelopbrengst, maar ook de hoogste bio-ethanolopbrengst in liter per ha.

## 7.3 Saldi suikerbietenteelt

Zoals eerder benoemd is er onvoldoende zicht op productie van bio-ethanol direct uit gewassen en niet uit reststromen. In Duitsland zijn er een aantal partijen die gewassen direct aanwenden voor de productie van bio-ethanol. Deze partijen hebben contracten met telers afgesloten voor de teelt van suikerbieten voor bio-ethanol. De partijen Nordzucker en Danisco bieden telers respectievelijk EUR 24,- en 18,- per ton (Bergen, 2006). Deze contractprijzen worden als basis gehanteerd voor de saldoberekening. De overige informatie is gebaseerd op de suikerbietsaldi uit de KWIN 2006. Voor suikerbieten zijn de beide contractprijzen verwerkt in de onderstaande tabel.

Tabel 18.: **Saldi voor suikerbieten in Euro per ha voor de drie geselecteerde regio's**

Suikerbieten	Veenkoloniën		Noordelijke zeeklei		Zuidoost Nederland	
	Nordz.	Danisco	Nordz.	Danisco	Nordz.	Danisco
Hoofdproduct	1.525,-	1.134,-	1.574,-	1.170,-	1.525,-	1.134,-
Bijproduct		45,-		45,-		45,-
Bruto-geld opbrengst	<b>1.570,-</b>	<b>1.179,-</b>	<b>1.619,-</b>	<b>1.215,-</b>	<b>1.570,-</b>	<b>1.179,-</b>
Toegerekende kosten	1050,-	1.047,-	940,-	937,-	1.150,-	1.146,-
Saldo eigen mechanisatie	<b>520,-</b>	<b>132,-</b>	<b>679,-</b>	<b>278,-</b>	<b>420,-</b>	<b>33,-</b>
Kosten loonwerk		392,-		392,-		392,-
Saldo loonwerk	<b>128,-</b>	<b>-260,-</b>	<b>287,-</b>	<b>-114,-</b>	<b>28,-</b>	<b>-359,-</b>

De saldi laten zien dat de contractprijs van Nordzucker resulteert in een laag, maar positief saldo loonwerk. De prijs van Danisco heeft een negatief saldo loonwerk als resultaat.

## 7.4 Non-food tarwe

In Nederland zijn er partijen die teeltcontracten verlenen voor de teelt van non-food tarwe. De non-food tarwe wordt veelal ingezet in de bio-ethanolproductie in Duitsland. De teeltcontracten zijn marktconform. De prijs voor tarwe is een basis prijs van 0,08 cent en hierover heen komt nog een premie (mondelijke mededeling dhr. Dibits, Agrifirm). Geschat dat de premie rond de 1 à 2 cent ligt, betekent dit dat een saldo voor non-food tarwe nagenoeg gelijk is aan reguliere tarweteelt. In de saldi berekeningen van hoofdstuk 8 is de premie voor energiegewassen meegenomen in het saldo.

## 8 Concurrentie in bouwplan

De teelt van energiegewassen wordt door verschillende studies benoemd als optie voor gebieden met marginale gronden. De berekende saldi worden daarom vergeleken met de gewassen in het bouwplan van de genoemde regio's (Noordelijke zeeklei, Veenkoloniën en Zuidoostelijk zandgebied). Voor bio-ethanolproductie zijn de wintertarwe en suikerbieten saldi uit paragraaf 7.3 en 7.4 meegenomen. De kostprijzen voor bio-ethanol zijn buiten beschouwing gelaten. Voor de drie regio's zijn de volgende bouwplannen bepaald.

Tabel 19.: **Gewassen in het bouwplan van de regio's Noordelijke zeeklei, Veenkoloniën en Zuidoost Nederland**

Regio	Bouwplan	Areaal	Grondsoort
Noordelijke zeeklei	57% wintertarwe, 20% wintergerst, 14% suikerbieten, 9% groene braak	110	Zeeklei
Veenkoloniën	45% zetmeelaardappel, 5% pootaardappel, 25% zomergerst, 5% wintertarwe, 20% suikerbiet	60	Zand
Zuidoost Nederland	25% consumptieaardappel, 25% suikerbieten, 12,5% graan, 12,5% maïs, 12,5% waspeen, 12,5% schorseneer	36	Zand

### 8.1 Noordelijke zeeklei

Gebaseerd op de bouwplan uitgangspunten kan een vergelijking worden gemaakt tussen de saldi van energiegewassen en bestaande teelten. De gewassen in het bouwplan van bedrijven op de Noordelijke zeeklei geven de onderstaande saldi.

Op basis van de saldi kan allereerst gesteld worden dat de energiegewassen de concurrentie met hoogsalderende gewassen niet aan kunnen. Als alternatief voor laagsalderende gewassen komen een aantal energieteelten wel in aanmerking. Energiemaïs en massabieten voor covergisting en non-food tarwe en suikerbieten voor bio-ethanolproductie kunnen een mogelijk alternatief vormen in het bouwplan op de Noordelijke zeeklei. De bio-ethanolgewassen zijn beide gebaseerd op de huidige teeltcontracten die marktpartijen bieden.

Tabel 20.: **Saldi gewassen Noordelijke zeeklei (Euro per ha)**

	Winter-tarwe	Winter-gerst	Suiker-bieten	Groene braak
Hoofdproduct	840,-	650,-	2.275,-	0,-
Bijproduct	220,-	199,-	197,-	
Bruto-geld opbrengst	<b>1.060,-</b>	<b>849,-</b>	<b>2.472,-</b>	<b>0,-</b>
Toegerekende kosten	700,-	487,-	945,-	118,-
Saldo eigen mechanisatie	<b>360,-</b>	<b>362,-</b>	<b>1.527,-</b>	<b>-118,-</b>
Kosten loonwerk	113,-	90,-	397,-	0,-
Saldo loonwerk	<b>247,-</b>	<b>272,-</b>	<b>1.130,-</b>	<b>-118,-</b>

Bron: KWIN 2006/2002 en eigen bewerking voor groene braak

Tabel 21.: **Saldi energiegewassen Noordelijke zeeklei (Euro per ha)**

	Covergisting			Bio-ethanol		
	Energie- mais	Soedan- gras	Zonne- bloemen	Massa- bieten	Non-food tarwe	Suiker- bieten <sup>1</sup>
Hoofdproduct	1.440,-	840,-	-90,-	1.280,-	840,-	1.574
Bijproduct	-	-	-	180,-	265,-	45
Bruto-geld opbrengst	<b>1.440,-</b>	<b>840,-</b>	<b>-90,-</b>	<b>1.460,-</b>	<b>1.105,-</b>	<b>1.619</b>
Toegerekende kosten	545,-	279,-	440,-	628,-	700,-	940,-
Saldo eigen mechanisatie	<b>895,-</b>	<b>561,-</b>	<b>-531,-</b>	<b>832,-</b>	<b>405,-</b>	<b>679</b>
Kosten loonwerk	538,-	450,-	514,-	496,-	113,-	392-
Saldo loonwerk	<b>357,-</b>	<b>111,-</b>	<b>-1.044,-</b>	<b>336,-</b>	<b>292,-</b>	<b>287,-</b>

<sup>1</sup> – Suikerbieten op contract volgens prijs Nordzucker

## 8.2 Veenkoloniën

Voor de Veenkoloniën geven de gewassen in het bouwplan de onderstaande saldi. Voor de Veenkoloniën kan ook gesteld worden dat de energiegewassen de concurrentie met hoogsalderende gewassen niet aan kunnen. Als alternatief voor laagsalderende gewassen komen een aantal energieteelten wel in aanmerking. Energiemaïs en massabieten voor covergisting en non-food tarwe voor bio-ethanolproductie vormen een mogelijk alternatief in het bouwplan voor de Veenkoloniën. De non-food tarwe teelt is gebaseerd op de huidige teeltcontracten die marktpartijen aanbieden.

Tabel 22.: **Saldi gewassen Veenkoloniën (Euro per ha)**

	Zetmeel- aardappel	TBM poot- aardappel	Zomer- gerst	Winter- tarwe	Suiker- bieten
Hoofdproduct	2163,-	3.500,-	720,-	780,-	2.205,-
Bijproduct	139,-		180,-	200,-	178,-
Bruto-geld opbrengst	<b>2.302,-</b>	<b>3.500,-</b>	<b>900,-</b>	<b>980,-</b>	<b>2.383,-</b>
Toegerekende kosten	1.542,-	2.721,-	924,-	550,-	1.056,-
Saldo eigen mechanisatie	<b>760,-</b>	<b>779,-</b>	<b>471,-</b>	<b>430,-</b>	<b>1.327,-</b>
Kosten loonwerk			77,-	102,-	396,-
Saldo loonwerk			<b>394,-</b>	<b>328,-</b>	<b>931,-</b>

Bron: KWIN 2006

Tabel 23.: **Saldi energiegewassen Veenkoloniën (Euro per ha)**

	Covergisting			Bio-ethanol		
	Energie- mais	Soedan- gras	Zonne- bloemen	Massa- bieten	Non-food tarwe	Suiker- bieten <sup>1</sup>
Hoofdproduct	1.440,-	840,-	-90,-	1.120,-	780,-	1.525,-
Bijproduct	-	-	-	160,-	245,-	45,-
Bruto-geld opbrengst	<b>1.440,-</b>	<b>840,-</b>	<b>-90,-</b>	<b>1.280,-</b>	<b>1.025,-</b>	<b>1.570,-</b>
Toegerekende kosten	561,-	279,-	434,-	618,-	550,-	1.050,-
Saldo eigen mechanisatie	<b>879,-</b>	<b>561,-</b>	<b>-520,-</b>	<b>662,-</b>	<b>475,-</b>	<b>520,-</b>
Kosten loonwerk	538,-	450,-	514,-	496,-	102,-	392,-
Saldo loonwerk	<b>341,-</b>	<b>111,-</b>	<b>-1.034,-</b>	<b>166,-</b>	<b>373,-</b>	<b>128,-</b>

<sup>1</sup> – Suikerbieten op contract volgens prijs Nordzucker

## 8.3 Zuidoostelijk Nederland

Voor de Zuidoostelijk Nederland geven de gewassen in het bouwplan de onderstaande saldi. Voor Zuidoostelijk Nederland kan ook gesteld worden dat de energiegewassen de concurrentie met hoogsalderende gewassen niet aan kunnen. Als alternatief voor laagsalderende gewassen komen een aantal energieteelten wel in aanmerking. Energiemaïs voor covergisting en non-food tarwe voor bio-ethanolproductie vormen een mogelijk alternatief in het bouwplan voor Zuidoostelijk Nederland. De non-food tarwe teelt is gebaseerd op de huidige teeltcontracten die marktpartijen aanbieden.

Tabel 24.: **Saldi gewassen Zuidoostelijk Nederland (Euro per ha)**

	Consumptie- aardappel	Suiker- bieten	Winter- gerst	Snij- maïs	Was- peen	Schorse- neren
Hoofdproduct	3.850,-	2.205,-	590,-	1.641,-	15.600,-	4.400,-
Bijproduct	0,-	63,-	182,-			
Bruto-geld opbrengst	<b>3.850,-</b>	<b>2.268,-</b>	<b>772,-</b>	<b>1.680,-</b>	<b>15.600,-</b>	<b>4.400,-</b>
Toegerekende kosten	2.127,-	1.157,-	559,-	664,-	4.653,-	1.159,-
Saldo eigen mechanisatie	<b>1.723,-</b>	<b>1.111,-</b>	<b>213,-</b>	<b>1.016,-</b>	<b>10.947,-</b>	<b>3.241,-</b>
Kosten loonwerk		397,-	82,-	540,-		825,-
Saldo loonwerk		<b>714,-</b>	<b>131,-</b>	<b>476,-</b>		<b>2.416,-</b>

Bron: KWIN 2006

Tabel 25.: **Saldi energiegewassen Zuidoostelijk Nederland (Euro per ha)**

	Energie- maïs	Covergisting Soedan- gras	Zonne- bloemen	Massa- bieten	Bio-ethanol Non-food tarwe	Suiker- bieten <sup>1</sup>
Hoofdproduct	1.280,-	840,-	-90,-	980,-	780,-	1.525,-
Bijproduct	-	-	-	210,-	245,-	45,-
Bruto-geld opbrengst	<b>1.280,-</b>	<b>840,-</b>	<b>-90,-</b>	<b>1.190,-</b>	<b>1.025,-</b>	<b>1.570,-</b>
Toegerekende kosten	560,-	279,-	442,-	654,-	550,-	1.150,-
Saldo eigen mechanisatie	<b>720,-</b>	<b>561,-</b>	<b>-532,-</b>	<b>536,-</b>	<b>475,-</b>	<b>420,-</b>
Kosten loonwerk	538,-	450,-	514,-	496,-	102,-	392,-
Saldo loonwerk	<b>182,-</b>	<b>111,-</b>	<b>-1.046,-</b>	<b>40,-</b>	<b>373,-</b>	<b>28,-</b>

<sup>1</sup> – Suikerbieten op contract volgens prijs Nordzucker



## 9 Conclusies en aanbevelingen

### 9.1 Energiegewassen

De teelt van gewassen voor energieproductie kent in Nederland nog geen groot areaal. Wellicht is het kleine aantal installaties (vergisters en bio-ethanolproductie) de belangrijkste oorzaak. Inschattingen naar de teelt van energiegewassen laten wel degelijk een stijgende lijn zien. Door de stijging van het aantal installaties neemt de vraag naar grondstof (coproduct) wel per jaar toe. Door de geringe teelt van energiegewassen en een beperkte duurzame energieproductie in Nederland, zijn er veel vragen nog te beantwoorden. De berekeningen en opmerkingen uit dit onderzoek dienen dan ook als richtlijn te worden gezien. De saldi zijn door inschattingen en aannames tot stand zijn gekomen. De (financiële) resultaten in de praktijk kunnen daarom naar boven en beneden afwijken.

Een ander element wat in de praktijk zichtbaar wordt, is de regionale invloed van bio-energie installaties. De bouw van bijvoorbeeld een vergister in een bepaalde regio, kan een sterk prijs opdrijvend effect hebben op de markt voor coproducten. Dit betekent dat bijvoorbeeld energiemais voor een hogere prijs wordt gecontracteerd in die specifieke regio, dan in andere regio's. Dit effect is niet meegenomen in de berekeningen, maar kan in de praktijk wel degelijk een belangrijke rol spelen.

### 9.2 Conclusie saldi covergistingsgewassen

Op basis van de berekeningen kunnen een aantal conclusies worden getrokken over de teelt van gewassen voor covergisting. De teelt van energiegewassen voor covergisting kent in de praktijk een stijgende trend. Desondanks is er nog onvoldoende informatie beschikbaar om praktijkcijfers te kunnen gebruiken bij de bepaling van saldi. De cijfers zijn gebaseerd op richtwaarden. Die waarden kunnen in de praktijk afwijken. De cijfers moeten daarom als indicatie van de mogelijkheden worden gezien. De gewassaldi zijn op basis van biogasopbrengsten bepaald. De markt laat op dit moment zien dat bijvoorbeeld voor energiemais een hogere prijs wordt betaald, dan op basis van biogasopbrengsten mag worden verwacht.

Op basis van de berekeningen bieden de teelt van energiemais en massabieten de meeste perspectief. De teelt van energiemais lijkt op basis van de berekeningen het meest interessant. De teelt van massabieten voor covergisting kent als beperking de afvoer van digestaat. Massabieten leveren, naar verhouding, meer af te voeren digestaat. Dit zet het saldo onder druk, wanneer afvoer van digestaat noodzakelijk is. Bij aanwending van digestaat op het akkerbouwbedrijf speelt dit niet. Alleen staan momenteel de meeste covergistinginstallaties op veehouderijbedrijven wat afvoer waarschijnlijk noodzakelijk maakt. Soedangras biedt geen hoog saldo, maar wordt nu veelal als groenbemester in het bouwplan ingezet. Een aantal groenbemesters kennen een negatief saldo, omdat zij geen opbrengst kennen. Inzet van soedangras als groenbemester voor covergisting zou, afhankelijk van het bouwplan, een goede optie kunnen zijn. De waarde als groenbemester vervalt hiermee grotendeels.

De berekeningen zijn gebaseerd op de biogasopbrengsten die met het betreffende gewas te behalen zijn. De financiële opbrengst aan elektriciteit is hierop gebaseerd. Belangrijk element wat niet is meegenomen is de warmteproductie. De warmteproductie wordt, zover bekend, nog nauwelijks verkocht.

Vergistingsinstallaties waar de warmte wel wordt gebruik of afgezet zullen financieel een ander beeld laten zien. Dit kan zich weer vertalen in een hogere prijs per kilogram coproduct. Een andere ontwikkeling is de afzet van het methaangas op het gasnet. De Gasunie experimenteert met deze mogelijkheid. Deze ontwikkeling zal ook zeker invloed hebben op de rentabiliteit van de vergister en de prijs voor coproducten. Daarnaast wordt er door verschillende initiatieven gewerkt aan de mogelijkheid tot koppeling van covergisting en bio-ethanolproductie. De bio-ethanolproductie vergt warmte. Warmte die mogelijk uit covergisting kan komen. De ontwikkelingen geven aan dat er mogelijkheden zijn om het rendement van de vergister te verbeteren. Dit zal ook het saldo mogelijk ten goede kunnen komen.

## 9.3 Conclusie bio-ethanol gewassen

De kostprijs van de vier gewassen ligt mogelijk te hoog voor bio-ethanol productie. De grondstofkosten (teeltkosten) zorgen voor een kale bio-ethanolprijs per liter die ondersteuning (accijnsverlaging) nodig maakt. Dit betekent niet dat teelt van gewassen voor bio-ethanol in de toekomst geen economisch rendabele teelten kunnen worden. Wel zal er in de teelt van gewassen voor bio-ethanol kritisch naar de kostprijs gekeken moeten worden, om de ketenkostprijs verder te verlagen. Een element wat zeer beperkt in de berekeningen is meegenomen, is het verschil in teeltwijze tussen voedselteelt en energieteelt. Op bemesting en gewasbescherming kan mogelijk nog het nodige bespaard worden. Meer onderzoek naar de effecten van aanpassing van bemesting en gewasbescherming is hiervoor aan te bevelen.

## 9.4 Aanbevelingen

De saldoberekeningen uit dit onderzoek zijn indicatief. Maar een aantal aanbevelingen kunnen op basis van de berekeningen wel gemaakt worden.

De teeltkosten van energiegewassen zijn door veredeling, teeltonderzoek op onder andere bemesting en gewasbescherming mogelijk verder terug te dringen.

De opzet en bedrijfsvoering van duurzame energieproducenten zal medebepalend zijn voor de rentabiliteit van deze producenten en de andere ketenpartijen. Bijvoorbeeld het knelpunt van de afvoer van digestaat kan op meerdere manieren opgelost worden. Eén mogelijkheid is het vergisten van mest door akkerbouwers. Een andere mogelijkheid is het maken van onderlinge afspraken tussen akkerbouwer en veehouder over uitwisseling van mest (digestaat) en coproduct.



## Literatuur

- Achtergronddocument Biobrandstoffen, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Land- en Tuinbouw (ALT), Afdeling Monitoring en Studie (AM&S), maart 2005
- Beumer, G.J., Covergisting op boerderijschaal in Nederland, Een verkennende studie naar implementatie, SenterNovem, Utrecht, 31 januari 2005
- Broeze, J., Hoeksma, P., Willers, H., Corré, W., De waarde van digestaat van covergisting te opzichte van dierlijke mest; een bijdrage aan het project "Op zoek naar de meerwaarde van digestaat" van Stichting AFA-DE, Agrotechnology and Foodinnovations, Wageningen, Rapport nr. 411, april 2005
- Criteria voor duurzame biomassa productie, Projectgroep Duurzame productie van biomassa, Task Force Energietransitie, 14 juli 2006
- Energie uit het landelijk gebied, Het gebruik van agrarische reststromen voor duurzame energieopwekking, Novem, 2DEN-02.16
- Gasausbeute in Landwirtschaftlichen Biogasanlagen, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt, 2005
- Klooster, A. van der, Wolf, M. de, Kwantitatieve informatie, Akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt 2006, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, PPO 354, ISSN: 1571-3059, juli 2006
- Melse, R.W., Buissonjé, F.E. de, Verdoes, N., Willers, H.C., Quick scan van be- en verwerkingstechnieken voor dierlijke mest, Animal Sciences Group, november 2004
- Oechsner, Hans, Lemmer, Andreas, Neuberg, Claude, Feldfrüchte als Gärsustrat in Biogasanlagen, Landtechnik 58 (2003), Nr. 3, blz. 146-147
- Thuijl, E. van, Ree, R. van, Lange, T.J. de, Biofuel Production chains, background document for modelling the EU biofuel market using the BIOTRANS model, ECN, ECN-C-03-088, December 2003
- Voort, M.P.J. van der, Klooster, Arjan van der, Wekken, Jakob van der, Kemp, Henk, Dekker, Peter, Covergisting van gewasresten, een verkennende studie naar de praktische en economische haalbaarheid, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, rapport nr. 530030, januari 2006
- Department of Transport, International resource costs of biodiesel and bioethanol
- Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Land- en tuinbouw, afdeling Monitoring en Studie, Achtergronddocument Biobrandstoffen; ter voorbereiding van de ronde tafel op 8-3-2005, Brussel, Maart 2005
- Heuvel, Dr.Ir. Richard van den, Walwijk, Ir. Martijn van, Niermeijer, Ir. Peter, Tijmensen, Drs. Michiel, Biofuels in the Dutch market: a fact-finding study, Ecofys B.V., Utrecht, November 2003
- Rosenberger, A., Kaul, H.-P., Senn, T., Aufhammer, W., Costs of bioethanol production from winter cereals: the effect of growing conditions and crop production intensity levels, University of Hohenheim, Elsevier; Industrial Crops and Products 15, 2002, blz. 91-102
- Klijsma Bsc, Xantho, Dutch bio-ethanol potential, Conference Sustainable Mobility, Leeuwarden, Van Hall Larenstein, November 20, 2006
- Liimatainen, Henriikki, Kuokkanen, Toivo, Kääriäinen, Development of bio-ethanol production from wated potatoes, University of Oulu, Finland
- Borm, Gerard, Voort, Marcel van der, Kansen voor zaadteelt 'nieuwe' gewassen in Nederland, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., Augustus 2005
- Bergen, Dr.Ir. Dirk, Maandbericht uit Berlijn, Landbouwrap, Vlaamse Vertegenwoordiging, Ambassade van België, oktober 2006
- Lampe, Martin von, Agricultural market impacts of future growth in the production of biofuels, Working party on Agricultural Policies and Markets, OECD Directorate for Food, Agriculture and fisheries, committee for agriculture, February 1, 2006
- Wijnholds, ing. K.H., Energieteelt in de Veenkoloniën 2006, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., PPO 32500549, januari 2007
- Koeken, John, Organisatie en economisch perspectief, Praktijkdag Mest Co-vergisting, 2 oktober 2006, Jaarbeurs Utrecht

## Internet

- [www.agriholland.nl](http://www.agriholland.nl)
- [www.mestverwerken.wur.nl](http://www.mestverwerken.wur.nl)
- [www.senternovem.nl](http://www.senternovem.nl)
- [www.cbs.nl](http://www.cbs.nl)
- [www.euribor.org](http://www.euribor.org)

## Bijlage 1: Bio-ethanol opbrengsten per hectare

Tabel 26.: Opbrengst ethanol per ha wintertarwe voor de drie geselecteerde regio's

Wintertarwe	Veenkoloniën		Noordelijke zeelei		Zuidoost Nederland	
Opbrengst <sup>1</sup>	7.800	Kg	8.400	Kg	7.800	Kg
Zetmeelpercentage	70	%	70	%	70	%
Zetmeel per ha	5.460	Kg/ha	5.880	Kg/ha	5.460	Kg/ha
Ethanol	0,52	p/kg	0,52	p/kg	0,52	p/kg
		zetmeel		zetmeel		zetmeel
Ethanol per ha (kg)	2.839,2	Kg	3.057,6	Kg	2.839,2	Kg
Soortelijk gewicht	0,789	Kg/Ltr	0,789	Kg/Ltr	0,789	Kg/Ltr
Ethanol per ha (Ltr)	3598	Ltr	3875	Ltr	3598	Ltr

Bron: Klijsma, 2006 (<sup>1</sup> = KWIN 2006)

Tabel 27.: Opbrengst ethanol per ha suikerbieten voor de drie geselecteerde regio's

Suikerbieten	Veenkoloniën		Noordelijke zeelei		Zuidoost Nederland	
Opbrengst <sup>1</sup>	63.000	Kg	65.000	Kg	63.000	Kg
Suikerpercentage <sup>1</sup>	16,3	%	16,4	%	16	%
Suiker per ha	10.269	Kg/ha	10.660	Kg/ha	10.080	Kg/ha
Ethanol	0.47	p/kg	0.47	p/kg	0.47	p/kg
		suiker		suiker		suiker
Ethanol per ha (kg)	4.826,4	Kg	5010,2	Kg	4.737,6	Kg
Soortelijk gewicht	0.789	Kg/Ltr	0.789	Kg/Ltr	0.789	Kg/Ltr
Ethanol per ha (Ltr)	6117	Ltr	6350	Ltr	6005	Ltr

Bron: Klijsma, 2006 (<sup>1</sup> = KWIN, 2006)

Tabel 28.: Opbrengst ethanol per ha (zetmeel)aardappels voor de drie geselecteerde regio's

Aardappels	Veenkoloniën		Noordelijke zeelei		Zuidoost Nederland	
Opbrengst <sup>1</sup>	45.000	Kg	49.000	Kg	50.000	Kg
Zetmeelpercentage <sup>2</sup>	19	%	15,75	% <sup>(1)</sup>	15,75	% <sup>(1)</sup>
Zetmeel per ha	8.550	Kg/ha	7.717,5	Kg/ha	7,875	Kg/ha
Ethanol	0,52	p/kg	0,52	p/kg	0,52	p/kg
		zetmeel		zetmeel		zetmeel
Ethanol per ha (kg)	4.446	Kg	4.013	Kg	4.095	Kg
Soortelijk gewicht	0,789	Kg/Ltr	0,789	Kg/Ltr	0,789	Kg/Ltr
Ethanol per ha (Ltr)	5635	Ltr	5086	Ltr	5190	Ltr

Bron: Klijsma, 2006 (<sup>1</sup> = KWIN 2006, <sup>2</sup> = gebaseerd op Liimatainen, 2006)

Tabel 29.: **Opbrengst ethanol per ha voederbieten voor de twee geselecteerde regio's**

<b>Aardappels</b>	<b>Veenkoloniën</b>		<b>Noordelijke zeelei</b>		<b>Zuidoost Nederland</b>
Opbrengst <sup>1</sup>	115.000	Kg	120.000	Kg	
Zetmeelpercentage <sup>2</sup>	6	%	6	%	
Zetmeel per ha	6.900	Kg/ha	7200	Kg/ha	
Ethanol	0,47	p/kg zetmeel	0,47	p/kg zetmeel	
Ethanol per ha (kg)	3.243	Kg	3.384	Kg	
Soortelijk gewicht	0,789	Kg/Ltr	0,789	Kg/Ltr	
Ethanol per ha (Ltr)	4.110	Ltr	4.289	Ltr	

Bron: Klijnsma, 2006 (<sup>1</sup>= KWIN 2006, <sup>2</sup> = expert inschattingen PPO-agv)

## Bijlage 2: Kostprijsberekening bio-ethanol

Tabel 30.: **Kostprijs voor wintertarwe in Euro per ha voor de drie geselecteerde regio's**

<b>Wintertarwe</b>	<b>Veenkoloniën</b>		<b>Noordelijke zeeklei</b>		<b>Zuidoost Nederland</b>	
Toegerekende kosten	573,42	EUR/ha	699,02	EUR/ha	573,42	EUR/ha
Loonwerkkosten	115,00	EUR/ha	115,00	EUR/ha	115,00	EUR/ha
Vaste machinekosten	5,58	EUR/ha	3,04	EUR/ha	9,30	EUR/ha
Gewas gerelateerde machinekosten	12,06	EUR/ha	2,56	EUR/ha	48,23	EUR/ha
Arbeidskosten	321,00	EUR/ha	321,00	EUR/ha	321,00	EUR/ha
Vaste gebouwkosten	34,87	EUR/ha	19,02	EUR/ha	58,11	EUR/ha
Gewas gerelateerde gebouwkosten	23,66	EUR/ha	5,03	EUR/ha	94,65	EUR/ha
Grondkosten	850,33	EUR/ha	826,15	EUR/ha	1.249,30	EUR/ha
<b>Kostprijs</b>	<b>1.935,92</b>	<b>EUR/ha</b>	<b>1.990,82</b>	<b>EUR/ha</b>	<b>2.469,01</b>	<b>EUR/ha</b>
- per kg product	0,25	EUR/kg	0,24	EUR/kg	0,32	EUR/kg
- per Liter ethanol	0,54	EUR/Ltr	0,51	EUR/Ltr	0,69	EUR/Ltr

Tabel 31.: **Kostprijs voor suikerbieten in Euro per ha voor de drie geselecteerde regio's**

<b>Suikerbieten</b>	<b>Veenkoloniën</b>		<b>Noordelijke zeeklei</b>		<b>Zuidoost Nederland</b>	
Toegerekende kosten	1.043,93	EUR/ha	934,36	EUR/ha	1.141,14	EUR/ha
Loonwerkkosten	392,00	EUR/ha	392,00	EUR/ha	392,00	EUR/ha
Vaste machinekosten	5,58	EUR/ha	3,04	EUR/ha	9,30	EUR/ha
Gewas gerelateerde machinekosten	3,58	EUR/ha	2,79	EUR/ha	4,77	EUR/ha
Arbeidskosten	347,75	EUR/ha	347,75	EUR/ha	347,75	EUR/ha
Vaste gebouwkosten	34,87	EUR/ha	19,02	EUR/ha	58,11	EUR/ha
Gewas gerelateerde gebouwkosten	8,87	EUR/ha	6,91	EUR/ha	11,83	EUR/ha
Grondkosten	850,33	EUR/ha	826,15	EUR/ha	1.249,30	EUR/ha
<b>Kostprijs</b>	<b>2.686,91</b>	<b>EUR/ha</b>	<b>2.532,02</b>	<b>EUR/ha</b>	<b>3.214,20</b>	<b>EUR/ha</b>
- per kg product	0,04	EUR/kg	0,04	EUR/kg	0,05	EUR/kg
- per Liter ethanol	0,44	EUR/Ltr	0,40	EUR/Ltr	0,54	EUR/Ltr

Tabel 32.: **Kostprijs voor aardappels in Euro per ha voor de drie geselecteerde regio's**

<b>Aardappels</b>	<b>Veenkoloniën</b>		<b>Noordelijke zeeklei</b>		<b>Zuidoost Nederland</b>	
Toegerekende kosten	1.736,43	EUR/ha	2.271,07	EUR/ha	2.115,14	EUR/ha
Loonwerkkosten	-	EUR/ha	-	EUR/ha	-	EUR/ha
Vaste machinekosten	5,58	EUR/ha	3,04	EUR/ha	9,30	EUR/ha
Gewas gerelateerde machinekosten	133,69	EUR/ha	364,60	EUR/ha	401,06	EUR/ha
Arbeidskosten	749,00	EUR/ha	749,00	EUR/ha	749,00	EUR/ha
Vaste gebouwkosten	34,87	EUR/ha	19,02	EUR/ha	58,11	EUR/ha
Gewas gerelateerde gebouwkosten	506,84	EUR/ha	1.382,29	EUR/ha	1.520,52	EUR/ha
Grondkosten	850,33	EUR/ha	826,15	EUR/ha	1.249,30	EUR/ha
<b>Kostprijs</b>	<b>4.016,74</b>	<b>EUR/ha</b>	<b>5.615,16</b>	<b>EUR/ha</b>	<b>6.102,44</b>	<b>EUR/ha</b>
- per kg product	0,09	EUR/kg	0,11	EUR/kg	0,12	EUR/kg
- per Liter ethanol	0,71	EUR/Ltr	1,10	EUR/Ltr	1,18	EUR/Ltr

Tabel 33.: **Kostprijs voor voederbieten in Euro per ha voor de twee geselecteerde regio's**

<b>Aardappels</b>	<b>Veenkoloniën</b>		<b>Noordelijke zeelei</b>		<b>Zuidoost Nederland</b>
Toegerekende kosten	720,38	EUR/ha	682,68	EUR/ha	
Loonwerkkosten	392,00	EUR/ha	392,00	EUR/ha	
Vaste machinekosten	5,58	EUR/ha	3,04	EUR/ha	
Gewas gerelateerde machinekosten	3,58	EUR/ha	2,79	EUR/ha	
Arbeidskosten	347,75	EUR/ha	347,75	EUR/ha	
Vaste gebouwkosten	34,87	EUR/ha	19,02	EUR/ha	
Gewas gerelateerde gebouwkosten	8,87	EUR/ha	6,91	EUR/ha	
Grondkosten	850,33	EUR/ha	826,15	EUR/ha	
<b>Kostprijs</b>	<b>2.363,36</b>	<b>EUR/ha</b>	<b>2.280,34</b>	<b>EUR/ha</b>	
- per kg product	0,02	EUR/kg	0,02	EUR/kg	
- per Liter ethanol	0,57	EUR/Ltr	0,53	EUR/Ltr	

## Bijlage 3: Saldoberekeningen co-vergiftingsgewassen

Tabel 34.: Saldoberekening energiemais Veenkoloniën

<b>Energiemais Veenkoloniën</b>	<b>Hoeveelheid</b>	<b>Eenheid</b>	<b>Prijs in EUR</b>	<b>Bedrag in EUR</b>
Hoofdproduct	18.000	kg ds	0,08	1.440,-
Bijproduct				
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<u>1.440,-</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,-	14,-
sulcotrion (30)	1	liter	52,-	52,-
nicosulfuron (40)	1	liter	41,-	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	1.440,-		0,54%	8,-
Productschapsheffing	1	ha	3,95	4,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<u>561,-</u>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				<u>879,-</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 loowerk</b>				<u>341,-</u>

Tabel 35.: Saldoberekening energiemais Noordelijke zeeklei

<b>Energiemais Noordelijke zeeklei</b>	<b>Hoeveelheid</b>	<b>Eenheid</b>	<b>Prijs in EUR</b>	<b>Bedrag in EUR</b>
Hoofdproduct	18.000	kg ds	0,08	1.440,-
Bijproduct				
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<u>1.440,-</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,-	14,-
sulcotrion (30)	1	liter	52,-	52,-
nicosulfuron (40)	1	liter	41,-	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%	16,-
Verzekering	1.440,-		0,36%	5,-
Productschapsheffing	1	ha	3,95	4,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<u>545,-</u>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				<u>895,-</u>
<b>Loonwerk</b>				
Zaaien, maiszaaimachine 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 loowerk</b>				<u><u>357,-</u></u>



Tabel 36.: Saldoberekening energiemais Zuidoost Nederland

<b>Energiemais Zuidoost Nederland</b>	<b>Hoeveelheid</b>	<b>Eenheid</b>	<b>Prijs in EUR</b>	<b>Bedrag in EUR</b>
Hoofdproduct	16.000	kg ds	0,08	1.280,-
Bijproduct				
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<u>1.280,-</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,-	14,-
sulcotrion (30)	1	liter	52,-	52,-
nicosulfuron (40)	1	liter	41,-	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	1.280,-		0,54%	7,-
Productschapsheffing	1	ha	3,95	4,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<u>560,-</u>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				<u>720,-</u>
<b>Loonwerk</b>				
Zaaien, maiszaaimachine 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 loowerk</b>				<u><u>182,-</u></u>

Tabel 37.: Saldoberekening soedangras

<b>Soedangras (alle regio's)</b>	<b>Hoeveelheid</b>	<b>Eenheid</b>	<b>Prijs in EUR</b>	<b>Bedrag in EUR</b>
Hoofdproduct	12.000	kg ds	0,07	840,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<u>840,-</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	840,-	EUR	0,22%	2,-
Productschapsheffing	1	ha	3,95	4,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<u>279,-</u>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				<u>561,-</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>111,-</u>

Tabel 38.: Saldoberekening zonnebloemen Veenkoloniën

Zonnebloemen Veenkoloniën	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs in EUR	Bedrag in EUR
Hoofdproduct	9.000	kg ds	-0,01	-90,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				-90,-
<b>Uitgangsmateriaal</b>				
Zaaizaad	1	eenheid	105,-	105,-
<b>Bemesting</b>				
Kalkammonsalpeter	70	kg N	0,83	58,-
<b>Onkruidbestrijding</b>				
prosulfocarb	5	liter	13,-	65,-
<b>Bestrijding ziekten &amp; plagen</b>				
iprodion (500)	1	liter	62,-	62,-
vinschlozolin (50%)	1	liter	52,-	52,-
<b>Energie</b>				
Brandstof, smeermiddelen	105	liter	0,75	79,-
<b>Overige productgebonden kosten</b>				
Berekende rente			5,5%	6,-
Verzekering	-90,-	EUR	0,22%	0,-
Productschapsheffing	1	ha	3,95	4,-
<b>Toegerekende kosten</b>				430,-
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				-520,-
<b>Loonwerk</b>				
Zaaien, pneumatisch	1	ha	63,53	64,-
Oogst, hakselen, incl. voorzetstukken	1	ha	450,-	450,-
<b>Totaal loonwerk (incl. rente)</b>				514,-
<b>Saldo loonwerk</b>				-1.034,-

Tabel 39.: Saldoberekening zonnebloemen Noordelijke zeeklei

Zonnebloemen Noordelijke zeeklei	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs in EUR	Bedrag in EUR
Hoofdproduct	9.000	kg ds	-0,01	-90,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				-90,-
<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	16,-	64,-
<b>Bestrijding ziekten &amp; plagen</b>				
iprodion (500)	1	liter	62,-	62,-
vinschlozolin (50%)	1	liter	52,-	52,-
<b>Energie</b>				
Brandstof, smeermiddelen	87	liter	0,75	65,-
<b>Overige productgebonden kosten</b>				
Berekende rente			5,5%	6,-
Verzekering	-90,-	EUR	0,22%	0,-
Productschapsheffing	1	ha	3,95	4,-
<b>Toegerekende kosten</b>				440,-
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				-531,-
<b>Loonwerk</b>				
Zaaien, pneumatisch	1	ha	63,53	64,-
Oogst, hakselen, incl. voorzetstukken	1	ha	450,-	450,-
<b>Totaal loonwerk (incl. rente)</b>				514,-
<b>Saldo loonwerk</b>				-1.044,-

Tabel 40.: Saldoberekening zonnebloemen Zuidoost Nederland

Zonnebloemen Zuidoost Nederland	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs in EUR	Bedrag in EUR
Hoofdproduct	9.000	kg ds	-0,01	-90,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				-90,-
<b>Uitgangsmateriaal</b>				
Zaaizaad	1	eenheid	105,-	105,-
<b>Bemesting</b>				
Kalkammonsalpeter	100	kg N	0,83	83,-
<b>Onkruidbestrijding</b>				
prosulfocarb	4	liter	13,-	52,-
<b>Bestrijding ziekten &amp; plagen</b>				
iprodion (500)	1	liter	62,-	62,-
vinschlozolin (50%)	1	liter	52,-	52,-
<b>Energie</b>				
Brandstof, smeermiddelen	105	liter	0,75	79,-
<b>Overige productgebonden kosten</b>				
Berekende rente			5,5%	6,-
Verzekering	-90,-	EUR	0,22%	0,-
Productschapsheffing	1	ha	3,95	4,-
<b>Toegerekende kosten</b>				442,-
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				-532,-
<b>Loonwerk</b>				
Zaaien, pneumatisch	1	ha	63,53	64,-
Oogst, hakselen, incl. voorzetstukken	1	ha	450,-	450,-
<b>Totaal loonwerk (incl. rente)</b>				514,-
<b>Saldo loowerk</b>				-1.046,-

Tabel 41.: Saldoberekening (massa) voederbieten Veenkoloniën

<b>Voederbieten Veenkoloniën</b>	<b>Hoeveelheid</b>	<b>Eenheid</b>	<b>Prijs in EUR</b>	<b>Bedrag in EUR</b>
Hoofdproduct	14.000	kg ds	0,08	1.120,-
Bijproduct (bietenblad)	4.000	kg ds	0,04	160,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<u>1.280,-</u>
<b>Uitgangsmateriaal</b>				
Zaaizaad	1,6	eenheid	115,-	184,-
<b>Bemesting</b>				
Kalkammonsalpeter	200	kg N	0,83	130,-
<b>Onkruidbestrijding</b>				
Ethofumesaat (190) fenmedifam (200)	4	liter	22,-	88,-
Quizalofop-p-ethyl (50)	1	liter	41,50	42,-
Triflusulfuron-methyl (500)	0,06	liter	1038,-	62,-
<b>Bestrijding ziekten &amp; plagen</b>				
<b>Energie</b>				
Brandstof, smeermiddelen	98	liter	0,75	74,-
<b>Overige productgebonden kosten</b>				
Berekende rente			5,5%	32,-
Verzekering	1.280,-	EUR	0,22%	3,-
Productschapsheffing	1	ha	3,95	4,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<u>618,-</u>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				<u>662,-</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>166,-</u></u>

Tabel 42.: Saldoberekening (massa) voederbieten Noordelijke zeelei

<b>Voederbieten Noordelijke zeelei</b>	<b>Hoeveelheid</b>	<b>Eenheid</b>	<b>Prijs in EUR</b>	<b>Bedrag in EUR</b>
Hoofdproduct	16.000	kg ds	0,08	1.280,-
Bijproduct (bietenblad)	4.500	kg ds	0,04	180,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<u>1.460,-</u>
<b>Uitgangsmateriaal</b>				
Zaaizaad	1,6	eenheid	115,-	184,-
<b>Bemesting</b>				
Kalkammonsalpeter	200	kg N	0,83	130,-
<b>Onkruidbestrijding</b>				
metamitron (70%)	2	liter	27,-	54,-
ethofumesaat (190) fenmedifam (200)	4	liter	22,-	88,-
quizalofop-p-ethyl (50)	1	liter	41,50	42,-
<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	1.460,-	EUR	0,22%	3,-
Productschapsheffing	1	ha	3,95	4,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<u>628,-</u>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				<u>832,-</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>336,-</u></u>

Tabel 43.: **Saldoberekening (massa) suikerbieten Zuidoost Nederland**

<b>Suikerbieten Zuidoostelijk Nederland</b>	<b>Hoeveelheid</b>	<b>Eenheid</b>	<b>Prijs in EUR</b>	<b>Bedrag in EUR</b>
Hoofdproduct	12.250	kg ds	0,08	980,-
Bijproduct (bietenblad)	3.000	kg ds	0,07	210,-
<b>Bruto geldopbrengst</b>				<b>1.190,-</b>
<b>Uitgangsmateriaal</b>				
Zaaizaad	0.8	eenheid	228,-	183,-
<b>Bemesting</b>				
Kalkammonsalpeter	200	kg N	0,83	130,-
<b>Onkruidbestrijding</b>				
Ethofumesaat (190) fenmedifam (200)	4	liter	22,-	88,-
Quizalofop-p-ethyl (50)	1	liter	41,50	42,-
Triflusuifuron-methyl (500)	0,06	liter	1038,-	62,-
<b>Bestrijding ziekten &amp; plagen</b>				
<b>Energie</b>				
Brandstof, smeermiddelen	119	liter	0,75	89,-
<b>Overige productgebonden kosten</b>				
Berekende rente			5,5%	45,-
Verzekering	1.190,-	EUR	0,22%	3,-
Productschapsheffing	1	ha	13,65	14,-
<b>Toegerekende kosten</b>				<b>654,-</b>
<b>Saldo eigen mechanisatie</b>				<b>536,-</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>40,-</b>



