

CE

**Oplossingen voor
milieu, economie
en technologie**

Oude Delft 180

2611 HH Delft

tel: 015 2 150 150

fax: 015 2 150 151

e-mail: ce@ce.nl

website: www.ce.nl

Besloten Vennootschap

KvK 27251086

Milieuanalyse 4 alternatieve (bio-) brandstoffen voor de Gelderland 13

Corncobpellets, rijstresidupellets,
palmpitkorrels en eucalyptushoutpellets

Rapport

Delft, januari 2006

Opgesteld door: J.T.W. (Jan) Vroonhof
H.J. (Harry) Croezen
M.N. (Maartje) Sevenster
M. (Kiek) Singels



Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

J.T.W. (Jan) Vroonhof, H.J. (Harry) Croezen, M.N. (Maartje) Sevenster, M. (Kiek) Singels
Milieuanalyse 4 alternatieve (bio-)brandstoffen voor de Gelderland 13
Corncobpellets, rijstresidupellets, palmpitkorrels en eucalyptushoutpellets
Delft, CE, 2005

CO-verbranding / Biomassa / Elektriciteitscentrales / Steenkool / Milieu / Analyse / Effecten

Publicatienummer: 06.6011.05

Alle CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Opdrachtgever: Electrabel Nederland N.V.
Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider: Jan Vroonhof.

© copyright, CE, Delft

CE

Oplossingen voor milieu, economie en technologie

CE is een onafhankelijk onderzoeks- en adviesbureau, gespecialiseerd in het ontwikkelen van structurele en innovatieve oplossingen van milieuvraagstukken. Kenmerken van CE-oplossingen zijn: beleidsmatig haalbaar, technisch onderbouwd, economisch verstandig maar ook maatschappelijk rechtvaardig.

CE-Transform

Visies voor duurzame verandering

CE-Transform, een business unit van CE, adviseert en begeleidt bedrijven en overheden bij veranderingen gericht op duurzame ontwikkeling.

De meest actuele informatie van CE is te vinden op de website: www.ce.nl.

Dit rapport is gedrukt op 100% kringlooppapier.

Inhoud

Samenvatting	1
1 Inleiding	5
1.1 Aanleiding tot deze studie	5
1.2 Doelstelling	5
1.3 Opzet rapportage	5
2 Beschrijving methodiek	7
3 Rijstresidupellets	9
3.1 Inleiding	9
3.2 Huidige markt	9
3.3 Markt voor energietoepassing Electrabel	12
3.4 Te vergelijken systemen	13
3.5 Systeem 1: toepassing als meststof	13
3.6 Systeem 2: inzet in Gelderland	15
3.7 Resultaat systeemvergelijking	16
3.8 Conclusie	18
4 Eucalyptushoutpellets	19
4.1 Inleiding	19
4.2 Huidige markt	19
4.3 Markt voor energietoepassing Electrabel	20
4.4 Te vergelijken systemen	21
4.5 Systeem 1: geen gebruik van het resthout	21
4.6 Systeem 2: inzet in de Gelderland	22
4.7 Resultaat systeemvergelijking	23
4.8 Conclusies	24
5 Palmpitkorrels	25
5.1 Inleiding	25
5.2 Huidige markt	25
5.3 Markt bij energietoepassing Electrabel	28
5.4 Te vergelijken systemen	29
5.5 Verwerking van schroot conform situatie 1: toepassing in mengvoeders	31
5.5.1 Situatie 1 systeem 1: toepassing in mengvoeders	31
5.5.2 Situatie 1 systeem 2: inzet in de Gelderland	32
5.6 Situatie 2: Pile burning palmpitschroot	36
5.6.1 Situatie 2 systeem 1: Verbranding op hopen	36
5.6.2 Situatie 2 systeem 2: inzet in de Gelderland	37
5.7 Resultaat systeemvergelijkingen	38
5.8 Conclusies en aanbevelingen	40
6 Corncobpellets	43
6.1 Inleiding	43
6.2 Huidige markt	43

6.3	Markt voor energietoepassing Electrabel	45
6.4	Te vergelijken systemen	45
6.5	Systeem 1: toepassing als veevoeder	46
6.6	Systeem 2: inzet in Gelderland 13	47
6.7	Resultaat systeemvergelijking	49
6.8	Conclusies en aanbevelingen	51
7	Conclusies	53
7.1	Conclusies per alternatieve brandstof	53
7.2	Conclusies per alternatieve brandstof uit de vorige studie	54
7.3	Algemene conclusies	56
A	Gebruikte karakterisatiefactoren, schaduw prijzen en schadekosten	59
B	Achtergronddata rijstresidupellets	61
C	Achtergronddata eucalyptushoutpellets	65
D	Achtergronddata palmpitkorrels	69
E	Achtergronddata corncobpellets	77

Samenvatting

Electrabel heeft, net als andere Nederlandse elektriciteitsproducenten, in het kolenconvenant met de Nederlandse overheid afgesproken een deel van de kolen die zij gebruikt voor elektriciteitsproductie te vervangen door biomassa. Belangrijkste argument voor deze afspraak is een verlaging van het broeikaseffect.

Op de internationale biomassamarkt zijn diverse grondstoffen verkrijgbaar die als biobrandstof in een kolengestookte of gasgestookte energiecentrale kunnen worden ingezet. In deze studie, in opdracht van Electrabel, zijn vier alternatieve brandstoffen onderzocht op hun milieu voor en nadelen, te weten: rijstresidupellets, eucalyptushoutpellets, palmpitkorrels en corncobpellets. Bij deze materialen speelt de vraag of inzet elders in de economie milieukundig niet beter is.

In het rapport 'Milieuevaluatie van inzet van alternatieve (bio-)brandstoffen in de Gelderland 13 energiecentrale' van augustus 2005 is aan de hand van vier andere alternatieve brandstoffen de methodiek ontwikkeld waarmee de milieueffecten van het meestoken van die brandstoffen in de Gelderland 13 kolencentrale kunnen worden vergeleken met de milieueffecten van alternatieve toepassingen van die brandstoffen. Deze methodiek is in deze studie toegepast. De analyse van milieueffecten is een van de criteria op basis waarvan Electrabel wil besluiten of de alternatieve brandstof zal worden ingezet.

De conclusies per biomassastroom en in het algemeen luiden als volgt.

Rijstresidupellets

Het pelletiseren, naar Nederland transporteren gevolgd door meestoken van rijstkaf in de Gelderland 13 is duidelijk gunstiger dan het lokaal toepassen ervan als meststof. Het meestoken heeft een zeer gunstig effect op de vermindering van de broeikasemissies. Tevens verbetert de lokale luchtkwaliteit rond de Gelderland 13.

In de analyse is het uitgangspunt dat in het productieland Thailand in plaats van rijstkaf door lokale boeren kunstmest gebruikt wordt voor compensatie van de bemestende waarde van rijstkaf. Onttrekking van rijstkaf als meststof zou ook een effect kunnen hebben op het humusgehalte in de bodem van de rijstakkers, maar hierover ontbreekt de informatie om te kunnen beoordelen of dit wel of niet het geval is.

Eucalyptushoutpellets

Het eucalyptushout dat ter plaatste niet wordt benut maar op hopen wordt verbrand, kan milieukundig veel beter naar Nederland worden gebracht en worden verbrand in de Gelderland 13. Inzet van het niet gebruikte eucalyptushout in de kolencentrales in Zuid-Afrika zelf zou te verkiezen zijn omdat dan op transport wordt bespaard. Door de zeer lage prijs van steenkool in Zuid-Afrika kan dit resthout echter niet met de steenkool concurreren. Daarom wordt het lokaal op

hopen verbrand. Meestoken geeft een verbetering van de luchtkwaliteit rond de Gelderland 13.

Palmpitkorrels

Of meestook van palmpitkorrels gunstiger voor het milieu is dan de huidige toepassing is sterk afhankelijk van die huidige toepassing.

Indien de huidige toepassing veevoeder is, dan is het meestoken waarschijnlijk ongunstig voor het milieu. Dit omdat het een reële mogelijkheid is dat in plaats van de palmpitkorrels c.q. palmpitschroot¹ sojaschroot als eiwitbron gebruikt zal worden. Vanwege de explosieve groei in de consumptie van sojaschroot het afgelopen decennium leidt een inzet van extra sojaschroot zeer waarschijnlijk tot aanleg van extra plantage-areaal. Aanleg van extra soja areaal is tot nu toe veelal ten koste gegaan van natuur, zoals oerwoud. Dit is ongunstig met het oog op biodiversiteitsverlies en bodememissies en leidt ook tot significante emissies naar lucht.

Indien de huidige toepassing meststof is of wanneer het schroot als afval wordt verbrand, dan is het meestoken gunstiger voor het milieu.

Wanneer dus gegarandeerd zou worden dat de palmpitkorrels ten behoeve van meestook in de Gelderland 13 aan de toepassing als meststof worden onttrokken, is het milieueffect positief.

Meestoken van palmpitkorrels geeft per kilo of per eenheid energie naar verwachting een hogere emissie van NO_x en kan daarom een negatief effect hebben op de lokale luchtkwaliteit rond de Gelderland 13. Dit door de toename van de NO_x-concentratie in de rookgassen. De korrels bevatten een per eenheid energie twee maal zo hoge stikstofconcentratie als de gemiddelde steenkool mix, die als hoofdbrandstof dient.

De volgens het gedoogverzoek maximaal in te zetten hoeveelheid palmpitkorrels bedraagt 270 kton/jaar. Analyse van de invloed van een dergelijke brandstof vracht met het door CE ontwikkelde emissiemodel op de NO_x-jaarvracht doet een toename van naar schatting 15% - 20% verwachten. De daadwerkelijke hoeveelheid mee te stoken palmpitkorrels zal volgens Electrabel beperkt blijven tot 60 - 70 kton/jaar. Met name omdat de korrels dusdanig hoge alkali concentraties bevat dat grotere hoeveelheden onacceptabele risico's op verslaking en vorming van afzettingen in de vuurhaard veroorzaken. Daarnaast wordt naar verwachting ook andere biomassa meegestookt. Lineair geredeneerd zal de toename van de NO_x-vracht daarom beperkt blijven tot 3% - 5%, een toename die waarschijnlijk binnen de variaties in de NO_x concentratie en de meetonnauwkeurigheid niet goed vast te stellen is.

De toename zal echter volledig kunnen worden voorkomen door inzet van steenkool en andere organische brandstoffen met een lagere stikstofconcentratie. Daarnaast kan door optimalere werking van de SCR DeNO_x en eventueel ook door selectie van bepaalde branderlagen (met name de onderste lagen) ook minder NO_x worden gevormd of meer NO_x worden verwijderd uit de rookgassen. Samenvattend kan worden gesteld dat het effect van meestoken van palmpitkor-

¹ Palmpitschroot is de in de veevoer sector gangbare benaming en wordt hier opgevoerd voor de herkenbaarheid van de besproken biomassa stroom.

rels op de NO_x-emissie en lokale luchtkwaliteit door aanvullende maatregelen kan worden geneutraliseerd.

Corncobpellets

Het pelletiseren, naar Nederland transporteren gevolgd door meestoken van corncobpellets in de Gelderland 13 is duidelijk gunstiger dan het lokaal toepassen van de corncobs als ruwe celstof in veevoeder. Het meestoken heeft een zeer gunstig effect op de vermindering van de broeikasemissies. Tevens verbetert de lokale luchtkwaliteit rond de Gelderland 13 energiecentrale.

Ervan uitgegaan is dat in het productieland Thailand in plaats van de corncobs rijststro als ruwe celstof voor veevoeder wordt gebruikt en dat door lokale boeren kunstmest gebruikt wordt voor compensatie van de bemestende waarde van die rijststro.

Algemene conclusies

Op basis van de beschouwde alternatieve brandstoffen in deze en vorige studie zijn de volgende algemene indicatieve conclusies geformuleerd. Het betreft indicatieve conclusies omdat het aantal beschouwde alternatieve brandstoffen beperkt is tot acht (vier in de vorige studie en vier in deze studie).

- Meestoken in de Gelderland 13 is steeds milieukundig het gunstigst behalve indien het gebruik van palmoliederivaat of palmolieschroot leidt tot extra plantages voor de productie van palmolie of sojaolie en aantasting van tropisch bos.
- Bij toepassing van een potentiële alternatieve brandstof als veevoeder is het van belang of dat product een functie heeft met een voedingswaarde of als ruwe celstof. Als het een belangrijke voedingswaarde heeft, concurreert het met andere producten met voedingswaarde en vindt teelt ervan plaats met dat doel. Door die extra teelt kan het totale milieueffect negatief zijn. Indien het vooral als ruwe celstof dient voor herkauwers concurreert het met andere oogstrestanten. Een groot deel van die oogstrestanten wordt momenteel gebruikt als meststof. In plaats daarvan kan dan kunstmest worden gebruikt. Het totale milieueffect van meestoken is dan positief.
- Meestoken van de beschouwde alternatieve brandstoffen in de Gelderland 13 resulteert steeds in een verbetering van de lokale luchtkwaliteit rond de centrale. Alleen voor palmpitkorrels is dit niet het geval.
- Brandstoffen die een alternatieve toepassing hebben in energieopwekking (zoals biodiesel), kunnen milieukundig gezien beter in de Gelderland 13 worden meegestookt. Dit omdat de milieueffecten van het meestoken in de Gelderland 13 lager zijn. Dit komt doordat in de Gelderland 13 er kolen uitgespaard worden en bij andere routes olie.
- Effecten van het onttrekken van alternatieve brandstoffen aan de markt op de alternatieve toepassing van die brandstoffen zijn niet geheel te voorspellen. Dit betekent dat men voorzichtig moet zijn in het trekken van conclusies en dan met name wanneer het gaat om alternatieve brandstoffen waarvan de onttrekking aan de markt leidt of kan leiden tot de aanleg van nieuwe productielocaties ten koste van natuurterreinen.

In de uiteindelijke afweging door Electrabel om een alternatieve brandstof in een centrale te gaan inzetten spelen naast de milieueffecten natuurlijk ook economische en sociale afwegingen een rol.

Ten aanzien van de toepassing van verschillende biomassastromen is Electrabel inmiddels onder begeleiding van CE in dialoog getreden met NGO's in Nederland. Het is aan te bevelen voor biomassa stromen uit ontwikkelingslanden met risico op ontbossingseffecten een duurzaamheidscertificeringssysteem op te zetten zoals bijvoorbeeld het FSC-systeem voor hout.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding tot deze studie

Electrabel Nederland N.V. wil haar plannen op het gebied van energieproductie uit biomassa en andere alternatieve brandstoffen aan een duurzaamheidstoets onderwerpen. Een duurzaamheidstoets omvat een conform de daarvoor geldende normen uitgevoerde LCA, waarin de netto milieubelasting wordt bepaald van een in te zetten brandstof. Dit wordt gedaan voor de inzet ervan in een energiecentrale van Electrabel (de Gelderland 13). Tevens wordt nagegaan wat het milieueffect is van het gebruik van de betreffende brandstof voor alternatieve toepassingen. Door de verschillende toepassingsmogelijkheden milieukundig met elkaar te vergelijken, wordt nagegaan of inzet van de brandstof in een energiecentrale voordelen oplevert qua milieubelasting. Milieubelasting is echter niet het enige criterium waarop het besluit tot daadwerkelijk inzet wordt genomen. Economische en sociale aspecten zijn vanzelfsprekend ook van belang.

In deze studie is niet gekeken naar de economische aspecten voor Electrabel en ook niet naar de economische aspecten voor de Nederlandse overheid. Zij draagt via subsidies op elektriciteit uit biomassa bij aan het bijstoken van biomassa in energiecentrales.

In een eerdere studie voor Electrabel 'Milieuevaluatie van inzet alternatieve (bio-)brandstoffen in de Gelderland 13 energiecentrale' van augustus 2005 is de milieumethodiek ontwikkeld waarmee de meestookroute en de alternatieve route met elkaar worden vergeleken. Deze methodiek wordt hier toegepast. In de eerdere studie zijn de alternatieve brandstoffen: resthout, vetzuren van de palmolie-industrie, frituurvet en tall oil pitch beschouwd. In deze studie zijn beschouwd: rijstkaf, eucalyptus houtresten, palmpitkorrels en maïskolven. Deze brandstoffen worden als pellets bij de Gelderland 13 centrale aangeleverd.

1.2 Doelstelling

Doelstelling is het nagaan van de milieueffecten van het inzetten van rijstresidupellets, eucalyptushoutpellets, palmpitkorrels en corncobpellets in de Gelderland 13.

1.3 Opzet rapportage

In hoofdstuk 2 zijn de hoofdlijnen van de in het rapport 'Milieuevaluatie van inzet alternatieve (bio-)brandstoffen in de Gelderland 13 energiecentrale' van augustus 2005 ontwikkelde methodiek kort weergegeven.

In de daarop volgende vier hoofdstukken worden de milieuanalyses van de vier beschouwde alternatieve brandstoffen gegeven. Daarbij is de uitgebreide analyse en verantwoording ervan per alternatieve brandstof in een bijlage opgenomen. De resultaten van de analyses zijn in de betreffende hoofdstukken van dit hoofdrapport opgenomen.

In hoofdstuk 7 zijn enkele algemene conclusies gegeven over de milieueffecten van de vier beschouwde alternatieve brandstoffen in deze en de eerdere rapportage.



2 Beschrijving methodiek

De methodiek zal hier slechts kort worden aangegeven. Hij is identiek aan het rapport 'Milieuevaluatie van inzet alternatieve (bio-)brandstoffen in de Gelderland 13 energiecentrale' van augustus 2005. De methodiek zal puntsgewijs worden gegeven.

Naast deze wetenschappelijke toelichting op de methodiek is er ook een Q&A-toelichting gemaakt over de methodiek. Hierin worden vragen gesteld vanuit maatschappelijke organisaties over dit en het eerdere onderzoek beantwoord. Deze is opgenomen als bijlage in dit rapport.

LCA-methodiek

De standaard methodiek voor milieuanalyses conform ISO 14040 wordt gevolgd. De beschouwde milieuthema's zijn: broeikaseffect, verzuring, vermisting, humane en ecotoxiciteit. In bijlage A zijn de gebruikte karakterisatiefactoren opgenomen.

Functionele eenheid

Als functionele eenheid voor de analyses wordt steeds uitgegaan van de verwerking van 1 ton van de alternatieve brandstof.

Elektriciteit

Voor de gebruikte elektriciteit in de alternatieve routes en de achterliggende processen wordt zo veel mogelijk uitgegaan van de elektriciteitsmix van het land waarin het proces plaatsvindt. Wanneer deze niet bekend is, wordt de Europese elektriciteitsmix gebruikt.

Transporten

Intermediaire transporten zijn onderdeel van de analyse. De milieudata van deze transporten zijn in bijlage A opgenomen.

Emissies inzet steenkool in de Gelderland 13

Voor alle systeemvergelijkingen in de volgende hoofdstukken worden de emissies van de inzet van steenkool in de Gelderland 13 gebruikt. In Tabel 1 zijn de emissies opgenomen. De stookwaarde van steenkool is 25,2 GJ/ton.

Tabel 1 Emissies van de inzet van steenkool in de Gelderland 13

Milieuthema	Klimaat- verandering GWP100	Verzuring	Vermesting	Humane toxiciteit	Ecotoxiciteit
Eenheid	Kg CO ₂ -eq.	Kg SO ₂ -eq.	Kg PO ₄ -eq.	Kg 1,4 dichloor- benzeen-eq.	Kg 1,4 dichloor- benzeen-eq.
Emissie per ton steenkool					
- Verstoken	2.376	2,1	0,2	89,1	0,8
- Precombustion	249	3,4	0,4	3,6	0,2
Totaal	2.625	5,5	0,6	92,7	1,0
Emissie per GJ steenkool	104	0,2	0,0	3,7	0,0

Gebruikte weegmethoden en cijfers

- 1 De schaduwrijzen methodiek gehanteerd voor een overall waardering van een initiatief.
- 2 De schadekostenmethodiek wordt gehanteerd voor een waardering van de impact van het initiatief op locatie van de energiecentrale.

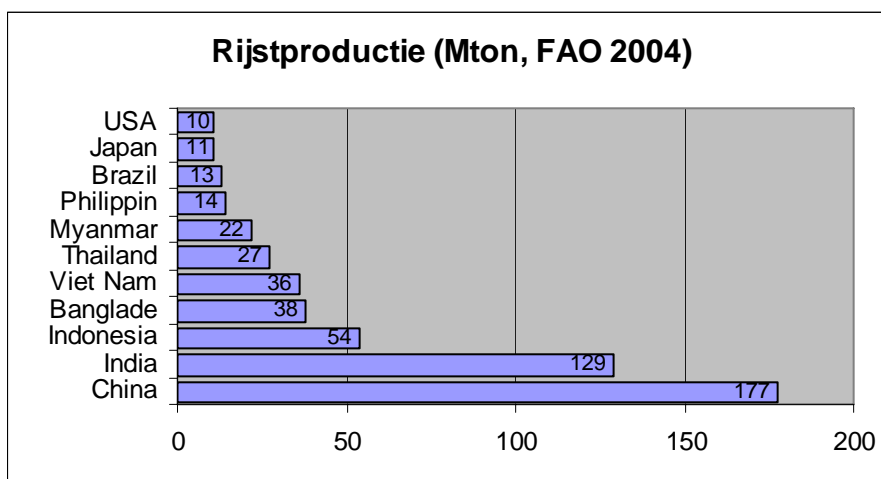
In bijlage A zijn de gebruikte schaduwrijzen en schadekosten opgenomen.

3 Rijstresidupellets

3.1 Inleiding

Rijstkaf is een reststroom die vrijkomt bij het dorsen van rijst (Engelse term hiervoor is 'rice husk'). De potentiële leverancier zou deze stroom importeren uit Azië. In Zuid-Oost Azië zijn verreweg de grootste rijstproducerende landen te vinden, zie Figuur 1. In de analyse in dit hoofdstuk wordt er vanuit gegaan dat de rijstkaf inderdaad uit deze regio zal komen. Import uit Amerika (Noord en Zuid) is onwaarschijnlijk, omdat rijstkaf of al grotendeels wordt ingezet of de rijstmolens vrij klein zijn en daarom niet interessant vanuit het oogpunt van infrastructuur.

Figuur 1 Rijstproductie in grootste producerende landen



Ten behoeve van transport en inzet in de Gelderland 13 energiecentrale wordt de rijstkaf gedroogd en geperst tot rijstresidupellets.

3.2 Huidige markt

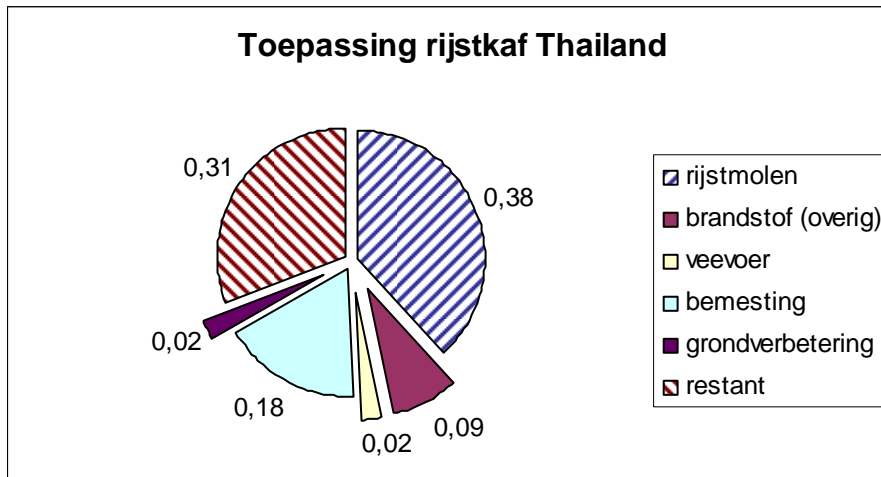
Rijstproductie

Per ton geogste rijst komt ongeveer 200 kg kaf en circa 450 kg stro vrij. Het kaf wordt in Azië deels al gebruikt als energiebron voor processen die bij de rijstproductie plaatsvinden - vooral bij de grotere rijstmolens. Hiervoor is echter waarschijnlijk maximaal ongeveer de helft van het vrijkomende kaf nodig. De nieuwere installaties worden meestal gebouwd als warmtekrachtinstallatie, omdat warmte gebruikt kan worden bij het voorkoken of drogen van de rijst. Ze zijn ook speciaal gericht op het afvangen van goede kwaliteit assen (zie Figuur 2).

Het niet lokaal gebruikte kaf wordt ingezet als energiebron voor publieke elektriciteit maar ook wel als grondverbeteraar (zie Figuur 2 met data voor Thailand). Een groot deel blijft echter ongebruikt. Dit deel wordt soms gestort, maar vanwe-

ge de lage dichtheid van rijstkaf ($\sim 0,1 \text{ ton/m}^3$) is dit relatief duur, met name als er transport voor nodig is. Daarom wordt het veelal verbrand in de open lucht. De as van rijstkaf heeft een aantal eigenschappen waar we verderop op ingaan.

Figuur 2 Toepassingen van rijstkaf in Thailand



Bron: (Papong, et al., 2005)

Als de toepassingen in Thailand als ruwe maat voor de wereldwijde situatie worden genomen, dan zou er in totaal 38 Mton rijstkaf beschikbaar zijn voor productie van pellets voor energie omdat dit geldt als restant dat niet wordt gebruikt (Tabel 1). In Papong et al. (2005) wordt overigens anders gerekend: het beschikbare deel rijstkaf is alles dat niet in de rijstmolen wordt gebruikt (62%) maar dan vermenigvuldigd met een factor 0,76 die aangeeft hoeveel van het vrijkomende kaf 'verzamelbaar' is. Met deze vuistregel zou 57 Mton rijstkaf wereldwijd beschikbaar zijn, wederom mits de Thaise factoren ook voor andere landen gelden. Het percentage 'verzamelbaar' is gebaseerd op de grootte van de rijstmolens. Van de ruim 40.000 molens in Thailand hebben slechts 215 een productie van meer dan 100 ton/dag. Deze produceren samen echter wel 75% tot 80% van de totale rijstproductie van het land. Een productie van minstens 100 ton/dag wordt essentieel geacht om van een rijstmolen een interessante bron van rijstkaf voor de productie van pellets voor energieproductie te maken (NEPO, 2000).

Ter vergelijking: voor Peru wordt een percentage van 60% 'verzamelbaar' genoemd (Assureira, 2002).

Tabel 2 Rijst- en residuproductie wereldwijd

	Mton	
Wereldproductie 'paddy' rijst	606	
Vrijkomende rijstkaf	121	20%
Maximale potentiële productie RHA	22	18%
Beschikbare rijstkaf	38-57	31%-47%, op basis van Thaise cijfers

Een toepassing van rijstkaf die in Figuur 2 ontbreekt is vergassing. Dit gebeurt onder andere veel in Italië, maar is op wereldschaal verwaarloosbaar (International Rice Research Institute, IRRI).

'Rice husk ash' (RHA)

Het verbrandingsproduct van rijstresidupellets heeft een hoog asgehalte: typisch 18%.

Zoals in Tabel 3 te zien is, bestaat dit as voor een zeer groot gedeelte uit siliciumoxide (silica) dat afhankelijk van de verbrandingstemperatuur amorf of kristallijn is.

Tabel 3 Samenstelling RHA mineralen ^{a)}

Mineraal	Percentage
SiO ₂	86.90 - 97.30
K ₂ O	0.58 - 2.50
Na ₂ O	0.00 - 1.75
CaO	0.20 - 1.50
MgO	0.12 - 1.96
Fe ₂ O ₃	~ 0.54
P ₂ O ₅	0.2 - 2.85
SO ₃	0.1 - 1.13
Cl	~ 0.42

^{a)} Wen Hwei, H., 1986. *Rice Husks Rice: Production and Utilization*, AVI Publishing Company Inc., Westport Connection, California, USA.

De amorse vorm (onder ~800°C) heeft een aantal hoogwaardige toepassingen (vervanger portland cement of 'silica fume', isolator bij staalproductie). Deze toepassingen gelden deels ook voor de kristallijnen vorm (boven ~800°C), maar deze is carcinogeen. In Zweden is het gebruik van RHA in de staalindustrie bijvoorbeeld verboden. De temperatuurscheiding is niet volledig strikt. Bij ongecontroleerde verbranding is het percentage kristallijnen siliciumoxide meestal groot, hetgeen bijvoorbeeld problemen oplevert als de restassen over het land worden uitgestrooid.

De prijzen voor RHA kunnen van US\$ 100 tot US\$ 400 per ton oplopen en wellicht nog hoger liggen in toekomstige toepassingen (actief koolstof, chips). Het IRRI geeft US\$ 200 als gemiddelde prijs per ton. Deze opbrengst maakt het zeer aantrekkelijk om energieopwekking op basis van rijstresidupellets zo vorm te geven dat er alleen amorf siliciumoxide wordt gevormd en een zo laag mogelijk percentage onverbrand koolstof. In de USA bijvoorbeeld is een rijstmolen (Louisiana) die ook RHA produceert, die volledig amorf is en 6% koolstof bevat. Deze RHA wordt toegepast in de staalindustrie. Vanuit Thailand wordt RHA geëxporteerd naar onder andere Duitsland voor toepassing in de staalindustrie.

Het potentieel aan RHA is wereldwijd zo'n 22 Mton (18% van het rijstkaf, zie Tabel 2). Op dit moment wordt er echter veel minder geproduceerd en slechts een deel daarvan is van toepasbare kwaliteit. De huidige hoeveelheid toegepast RHA is moeilijk te achterhalen.

3.3 Markt voor energietoepassing Electrabel

Vanwege de lage dichtheid is transport van rijstkaf gecompliceerd. Vrijwel alle energietoepassingen die op dit moment plaatsvinden (en haalbaarheidstudies) gaan om lokale toepassingen met minimale transportafstand. Voor eventuele export naar Nederland zou het rijstkaf zo dicht mogelijk bij de bron gepelletiseerd moeten worden, hetgeen (ook weer) betekent dat vooral grote rijstmolens een goede bron zouden zijn. Na pelletiseren is de dichtheid (van de individuele pellets) zo'n tien keer groter dan van gewoon rijstkaf, maar de bulkdichtheid, tijdens transport, is nog steeds vrij laag (een derde van de pelletdichtheid).

Over een eventuele importheffing op rijstresidupellets schijnt enige onduidelijkheid te zijn. Door de importeur wordt gezegd dat er een hoge importheffing op deze stroom is, omdat het een 'deel van rijst' is. Vanwege deze heffing ziet de leverancier deze stroom als onwaarschijnlijke energiebron. Contact met de Europese Commissie wijst echter uit dat voor de tariefklasse '12130000' die genaamd is '*Cereal straw and husks, unprepared, whether or not chopped, ground, pressed or in the form of pellets*' geen importheffing wordt gehanteerd.

Het hoge asgehalte van de verbranding (18%) is een probleem bij het bijstoken van de rijstresidupellets, met name omdat bij bijstoken de RHA niet nuttig kan worden toegepast. Bovendien zijn zowel de rijstresidupellets als RHA sterk 'abrasive'; er wordt in de literatuur veel slijtage genoemd van allerlei te gebruiken apparatuur (bijv. pelletiseren, maar ook in centrale zelf?).

Beschikbaarheid

Wereldwijd komt ongeveer 121 Mton aan rijstkaf vrij bij rijstproductie. Een percentage van 31 tot 47% hiervan zou nu in aanmerking kunnen komen voor gebruik. Deze 38 tot 57 Mton zijn de meest waarschijnlijke bron voor Electrabel, maar tevens de meest aantrekkelijke voor lokale energieopwekking of andere toepassing.

Als Electrabel rijstresidupellets zou gaan importeren is het waarschijnlijk dat dit deels om materiaal zou gaan dat nu niet gebruik wordt, maar dat het mogelijk deels ook toepassing buiten de rijstmolen zal verdringen. Hierbij zal het in eerste instantie gaan om toepassing als meststof, als grootste toepassing (18%) buiten energieopwekking in de rijstmolen.

Gegeven de economische waarde van het RHA (levert gemiddeld US\$ 40² per ton rijstkaf op) en de prijs die het de pellets lokaal bij export zou opleveren (€ 80 per ton op basis van energie-inhoud 13,5 GJ/ton, verminderd met kosten voor pelletiseren en transport - ongeveer³ € 25/m³) is het onwaarschijnlijk dat (nog te ontwikkelen) toepassingen waarbij nuttig gebruik van de vrijkomende RHA mogelijk is, zullen worden verdrongen door de inzet in G13.

² Ongeveer € 32.

³ Op basis van \$1200/TEU (Thailand country report, 2005).

3.4 Te vergelijken systemen

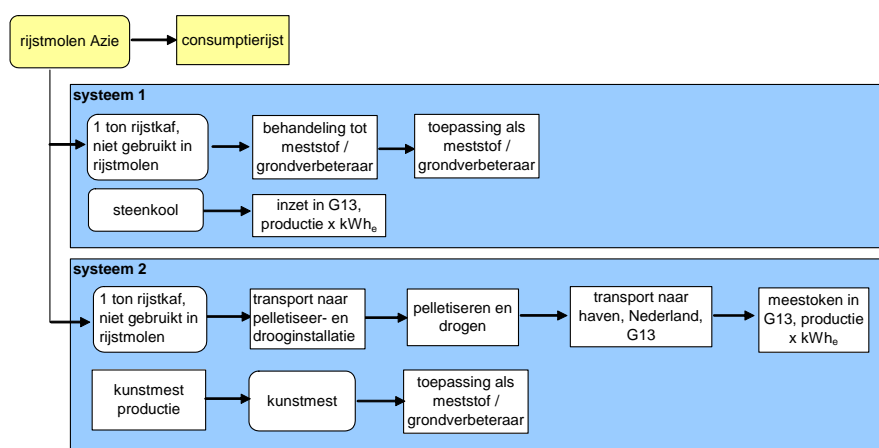
Er zal vanuit worden gegaan dat de rijstkaf afkomstig is van (grote) rijstmolens waar al maximaal gebruik wordt gemaakt van het rijstkaf voor direct lokale energieopwekking. Omdat de grootste huidige toepassing van de resterende rijstkaf als bemester/grondverbeteraar is, zijn vervolgens de te vergelijken systemen.

Systeem 1. Het kaf wordt lokaal ingezet als bemester/grondverbeteraar.

Systeem 2. Het kaf wordt gepelletiseerd, geëxporteerd naar Nederland en ingezet in Gelderland 13. In plaats van de kaf gaan we ervan uit dat kunstmest als meststof wordt gebruikt.

De systemen zijn geschetst in Figuur 3.

Figuur 3 Te vergelijken systemen toepassing rijstkaf



3.5 Systeem 1: toepassing als meststof

Een vrij algemene lokale toepassing van rijstkaf is die van grondverbeteraar. Voor dit systeem nemen we aan dat de rijstkaf gecomposteerd wordt en lokaal wordt ingezet. Omdat het verzamelen van het kaf in beide systemen op dezelfde wijze gebeurt, wordt dit niet beschouwd. Het op de rijstvelden verzamelde kaf wordt nadat de rijstkorrels er uit zijn gehaald over naar raming 50 km naar een composteerlocatie gebracht. Deze 50 km zien wij als een maximum omdat langer transportafstanden economisch niet aantrekkelijk zijn. Het composteren gebeurt waarschijnlijk op kleine schaal met weinig mechanische hulpmiddelen, dat wil zeggen energiegebruik. Als bovengrens aan het energiegebruik tijdens composteren hanteren we cijfers uit de MER van het Landelijk Afvalbeheerplan van Nederland voor houtafval (dit heeft een enigszins vergelijkbare samenstelling). Vanwege de samenstelling van rijstkaf is ook te verwachten dat er weinig emissies naar lucht of water zullen optreden in het composteestadium. Voorts wordt het over dezelfde afstand (dus ook 50 km) weer toegepast.

Aangenomen is dat circa 25% van de stikstof in de kaf ten goede komt aan het gewas. Dit is een praktijkcijfer voor gewasresten van landbouwgewassen in de Nederlandse situatie op droge akkers. De overige 75% van de stikstof in gewasresten wordt in de Nederlandse situatie omgezet in stikstof of spoelt uit als nitraat. De overige nutriënten worden in die situatie - vanwege hun beperkte mobiliteit in de bodem - vrijwel volledig door het volggewas opgenomen.

Het hanteren van praktijkcijfers uit de Nederlandse situatie voor landbouw in Thailand is een grove benadering. Om die reden is ook niet geprobeerd om een sluitende nutriëntenbalans op te stellen bijvoorbeeld het percentage stikstof dat als nitraat uitspoelt te schatten.

Bij schatting van de emissies van broeikasgassen bij toepassing van de gewasresten als meststof wordt ervan uitgegaan, conform IPCC-methodiek, dat gemiddeld 1,25% van de stikstof in de gewasresten als N₂O ontwijkt. De emissiefactor van 1,25% is erg onzeker en vertoont voor zover de huidige stand der kennis op dit gebied reikt een onzekerheidsmarge van ± 80%. De bijdrage van de N₂O-emissie aan de totale broeikasgas balans is overigens erg beperkt tot enkele tientallen kilo's CO₂-eq per ton rijst kaf.

Mogelijk ontstaan er daarnaast ook indirecte N₂O emissies door omzetting van de uitgespoelde nitraat. De omvang is in Nederlandse situatie in de regel beperkt tot 10% - 20% van de directe N₂O-emissie vanaf de akker.

Aangenomen is verder dat de in het kaf aanwezige lignine in de gewasresten als 'passieve koolstof' in de bodem achterblijft. Het lignine gehalte van rijststro en rijstkaf bedraagt respectievelijk 12% en 20%. Lignine bevat ongeveer 50% koolstof. De aanname dat de lignine niet verteert (binnen een termijn van 100 jaar) is gebaseerd op het rapport van IVAM voor AOO (MER LAP). Lignine breekt vrijwel niet af, niet in een koeienmaag en niet in de bodem. In totaal wordt er dus CO₂ opgeslagen.

Gebruik van rijstkaf als meststof zal in principe bijdragen aan het op peil houden van het humusgehalte in de bodem en daarmee het op peil houden van de bodemvruchtbaarheid. In welke mate is echter in deze beperkte analyse niet in te schatten. Dat hangt af van ondermeer de hoeveelheden aan andere organische meststoffen die in een specifieke gewasteelt worden toegepast. Er zijn geen gegevens gevonden waaruit blijkt voor welke gewasteelt het kaf wordt toegepast en in welke verhouding kaf en eventuele andere organische meststoffen worden toegepast. Dit aspect is daarom buiten beschouwing gelaten.

Overigens wordt door het inlaten van rivierwater en daarin aanwezig slib op de rijstsawa's sowieso al organisch materiaal aangevoerd bij de rijstteelt.

Mogelijk vergt onttrekking van rijstkaf als organische meststof inzet van andere organische meststoffen. Of dat zo is en welke dat dan zouden zijn is echter volledig onduidelijk en daarom is dit aspect in de studie niet verder uitgewerkt.

De emissies van deze composttoepassing zijn in Tabel 4 opgenomen.

Tabel 4 Emissies van de composttoepassing van rijstkaf in Thailand emissies in kg per ton kaf

Thema	Klimaat- verandering	Humane toxiciteit	Ecotoxiciteit	Verzuring	Vermesting
Eenheid	Kg CO ₂ -eq.	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg SO ₂ -eq	Kg PO ₄ -eq
Transporten in Thailand	13,5	0,17	0,0042	0,08	0,02
Composteren	-183,7	0,07	0,0044	0,03	0,01
Sommatie	-170,2	0,24	0,0086	0,12	0,02

De emissies van de kolenstook in tabel 1 uit hoofdstuk 2 zijn per GJ steenkool en de stookwaarde van steenkool is 25,2 GJ/ton. De stookwaarde van de rijstresidu-pellets is 13,4 GJ/ton. Voor de vergelijking tussen systeem 1 en systeem 2 dient uitgegaan te worden van de productie van dezelfde hoeveelheid elektriciteit. Dit betekent dat voor de elektriciteit uit een ton rijstresidupellets 0,53 ton kolen nodig is. Voor de totale emissie van systeem 1 worden de emissies van het stoken van 0,53 ton kolen dan opgeteld bij de emissies van de compostering. De emissies van systeem 1 zijn in Tabel 5 opgenomen.

Tabel 5 Emissies van systeem 1: composttoepassing van rijstkaf + kolenstook in de Gelderland 13

Thema	Klimaat- verandering	Humane toxiciteit	Ecotoxiciteit	Verzuring	Vermesting
Eenheid	Kg CO ₂ -eq.	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg SO ₂ -eq	Kg PO ₄ -eq
Composteren rijstkaf	-170,2	0,24	0,0086	0,12	0,02
Kolenstook G13	1396	49,3	0,51	2,95	0,30
Sommatie	1.225,5	49,5	0,52	3,06	0,33

3.6 Systeem 2: inzet in Gelderland 13

Door de geringe dichtheid van de rijstkaf is pelletisering ten behoeve van het transport naar Nederland noodzakelijk. Evenals bij composteren gaan we uit van een afstand van circa 50 km van de locatie van het vrijkomen van het kaf naar de pelletiseerunit. Volgens (NEPO2000) komt er in Thailand binnen een straal van 50 km voldoende rijstkaf van verschillende rijstmolens af voor een pelletiseerunit.

Voor het pelletiseren wordt een energiegebruik overgenomen uit FAO 1990 (bovengrens van daarin gegeven waarden is van toepassing). De pellets hebben tien keer hogere dichtheid dan het kaf, maar bulkdichtheid is ongeveer een derde daarvan. De grote rijstmolens liggen allemaal binnen een afstand 300 km van de haven van Bangkok; als gemiddelde afstand naar de haven is 100 km aangenomen. De afstand van Bangkok naar Rotterdam voor zeetransport is ruim 9.000 zeemijl. Het transport vindt plaats met een Panamax bulkcarrier. Het transport van Rotterdam naar Nijmegen vindt plaats met een groot Rijnschip over een afstand van 140 km. Data zie bijlage B.

De emissies van deze route van de rijstkaf zijn in Tabel 6 opgenomen.

Tabel 6 Emissies inzetroute rijstkaf uit Thailand in de Gelderland 13; emissies per ton rijstkaf

Thema	Klimaat- verandering	Humane toxiciteit	Ecotoxiciteit	Verzuring	Vermesting
Eenheid	Kg CO ₂ -eq.	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg SO ₂ -eq	Kg PO ₄ -eq
Wegtransporten	18,4	0,2	0,01	0,12	0,02
Pelletiseren	30,4	0,1	0,01	0,05	0,01
Zee-transport	4,2	0,1	0,00	0,10	0,01
Binnenvaartschip	5,4	0,1	0,00	0,05	0,01
Meestoken	10,6	43,4	0,51	0,76	0,10
Totaal	69,0	43,4	0,53	1,07	0,16

We gaan er van uit dat in plaats van rijstkaf als bemestende stof kunstmest zal worden ingezet. Voor de samenstelling van de te gebruiken kunstmest en de daarmee samenhangende emissies wordt uitgegaan van het stikstof, fosfaat en kalium gehalte van de compost uit de rijstkaf. Het gehalte aan N, P en K in de compost van de rijstkaf is 1,2%, 0,9% resp. 1,6%. Per ton rijstkaf wordt 580 kg compost geproduceerd. Als stikstofbron wordt uitgegaan van ammoniumnitraat, als fosfaatbron van triple superfosfaat en als kaliumbron van kaliumchloride.

De berekening van de emissies van de productie van de kunstmest die de rijstkaf vervangt is in bijlage B opgenomen. Deze emissies zijn in Tabel 7 opgenomen. Sommatie ervan met de emissies van het meestoken van de rijstresidupellets geeft de totale emissie van systeem 2.

Tabel 7 Emissies systeem 2 rijstkaf: inzet in de Gelderland 13 en toepassing kunstmest als bemestende stof

Thema	Klimaat- verandering	Humane toxiciteit	Ecotoxiciteit	Verzuring	Vermesting
Eenheid	Kg CO ₂ -eq.	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg SO ₂ -eq	Kg PO ₄ -eq
Meestoken in G13	69	43,4	0,53	1,07	0,16
Kunstmestproductie	17,7	0,2	0,01	0,43	0,01
Sommatie	86,7	43,6	0,55	1,50	0,17

3.7 Resultaat systeemvergelijking

In Tabel 8 worden beide systemen met elkaar vergeleken.

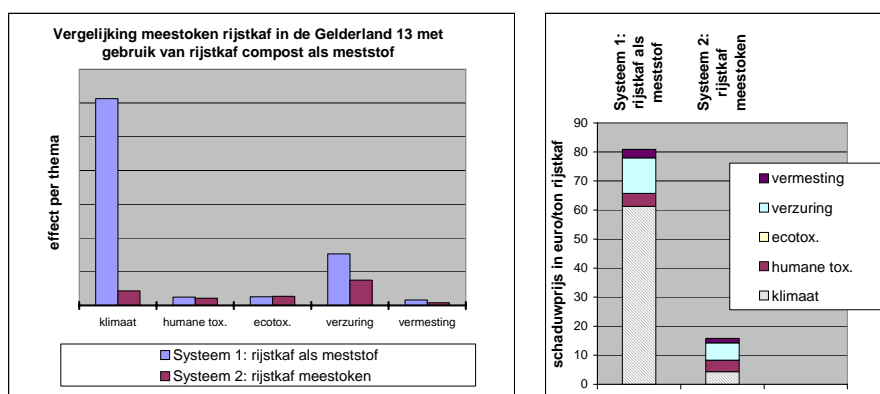
Tabel 8 Vergelijking systeem 1 en systeem 2

Thema	Klimaat- verandering	Humane toxiciteit	Ecotoxiciteit	Verzuring	Vermesting
Eenheid	Kg CO ₂ -eq.	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg SO ₂ -eq	Kg PO ₄ -eq
Systeem 1: rijst- kaf als meststof	1.225,5	49,5	0,52	3,06	0,33
Systeem 2: rijst- kaf meestoken	86,7	43,6	0,55	1,50	0,17
Systeem 2 minus systeem 1	-1.139	-5,9	0,03	-1,56	-0,16

Het mingetal duidt erop dat systeem 2 op het betreffende thema gunstiger is dan systeem 1.

In Figuur 4 zijn de emissies van de systemen grafisch weergegeven. In het linkerdeel van de figuur staan de emissies van de systemen per thema en in het rechterdeel van de figuur zijn de emissies met schaduwrijzen bij elkaar opgeteld.

Figuur 4 Emissies van systeem 1 en systeem 2⁴



Uit de tabel en figuren blijkt duidelijk dat het meestoken van rijstresidupellets in de Gelderland 13 aanmerkelijk gunstiger voor het milieu is dan het gebruik van de kaf als meststof. De ecotoxiciteit van het meestoken van de uit rijstkaf geproduceerde pellets is net iets ongunstiger doordat de totale balans van de emissies van zware metalen net iets hoger is. Dit is vooral toe te schrijven aan het feit dat rijstkaf per energiehoeveelheid meer van enkele van deze metalen bevat dan kolen.

In Tabel 9 zijn emissies van NO_x, SO₂ en PM₁₀ van de Gelderland 13 gegeven bij wel en niet meestoken van rijstresidupellets. Door optelling ervan met schade-

⁴ In het linkerdeel van de figuur zijn de emissies van ecotoxiciteit, verzuring en vermisting met 100 vermenigvuldigd om ze zichtbaar te maken. In het rechterdeel van de figuur is dit vanzelfsprekend niet gedaan.

kosten wordt het resultaat verkregen of meestoken leidt tot verbetering of verslechtering van de lokale luchtkwaliteit rond de Gelderland 13 energiecentrale.

Tabel 9 Effecten meestoken rijstresidupellets op lokale luchtkwaliteit rond de Gelderland 13. Emissies in kg.ton rijstresidupellets

	Meestook rijstresidu	Uitgespaarde emissie steenkool	Sommatie	Schadepkosten € per ton
NO _x	0,72	-0,82	-0,10	-0,68
SO ₂	0,32	-0,55	-0,23	-1,76
PM ₁₀	0,11	-0,05	0,05	0,91
Totaal				-1,53

In zijn totaal geeft het meestoken een verbetering van de luchtkwaliteit rond de Gelderland 13. De emissies van NO_x en SO₂ worden lager en die van PM₁₀ iets hoger. Dit resultaat met plussen en minnen is dus wel gevoelig voor de verhouding in schadepkosten van de verschillende milieueffecten en is daarmee onzeker.

3.8 Conclusie

Het pelletiseren, naar Nederland transporteren gevolgd door meestoken van rijstkaf in de Gelderland 13 is duidelijk gunstiger dan het lokaal toepassen ervan als meststof. Het meestoken heeft een gunstig effect op de vermindering van de broeikasemissies. Tevens verbetert de lokale luchtkwaliteit rond de Gelderland 13 licht.

In de analyse is het uitgangspunt dat in het productieland Thailand in plaats van rijstkaf door lokale boeren kunstmest gebruikt wordt voor compensatie van de bemestende waarde van rijstkaf. Onttrekking van rijstkaf als meststof zou ook een effect kunnen hebben op het humusgehalte in de bodem van de rijstakkers, maar hierover ontbreekt de informatie om te kunnen beoordelen of dit wel of niet het geval is.

4 Eucalyptushoutpellets

4.1 Inleiding

De herkomst van de eucalyptushoutpellets die Electrabel zou willen meestoken in de Gelderland 13 is Zuid-Afrika. De analyse die hier wordt gegeven geldt voor eucalyptus hout afkomstig uit Zuid-Afrika. In andere landen waar grote eucalyptus plantages zijn, zoals: Brazilië, Chili, Uruguay en Thailand gelden wellicht andere omstandigheden en als gevolg daarvan andere data. De analyse en de conclusies gelden dan ook alleen voor eucalyptus hout afkomstig uit Zuid-Afrika.

4.2 Huidige markt

Bosbouw in Zuid-Afrika

In Zuid-Afrika zijn grote arealen met eucalyptusplantages aangeplant. Zuid-Afrika heeft van origine weinig natuurlijk bos. Met de aanplant van plantages is meer dan honderd jaar geleden gestart. Belangrijke reden toen was hout voor de mijnbouw te verkrijgen. De laatste decennia is de aanplant van plantages sterk toegenomen, nu ten faveure van de papierindustrie. In tropische en subtropische landen groeien gewassen als eucalyptus veel sneller dan in de Noordelijke landen. Dit tezamen met de lage prijs van het land en goedkope arbeidskrachten hebben veel papierindustrieën er toe gebracht in deze landen productiebossen aan te gaan leggen. De Zuid-Afrikaanse overheid heeft de aanleg bevorderd ten behoeve van de ontwikkeling van het land. Het overgrote deel van de plantages wordt beheerd door grote bedrijven als: Sappi, Mondi, Nampak, Kimberly-Clark en Unicell. Sappi en Mondi zijn van oorsprong Zuid-Afrikaanse bedrijven. Daarnaast zijn er een groot aantal boeren met kleine plantages. Ca. 80% van de plantages worden beheerd conform de standaarden van de FSC.

Door de eucalyptus plantages wordt een groot beroep gedaan op de watervoorraden van Zuid-Afrika. Of dit leidt tot problemen is niet duidelijk. De aanleg van plantages heeft een negatief effect op de biodiversiteit. In de monoculturen van de plantages zijn veel minder plant- en diersoorten aanwezig dan in het oorspronkelijke landschap.

Het oppervlak van de plantages voor houtproductie is circa 1,4 miljoen hectare. De houtproductie in 2002 bedroeg ongeveer 14,6 miljoen ton, waarvan 9,3 miljoen ton werd gebruikt voor de productie van pulp, 3,9 miljoen ton voor verzaging en de rest voor ondersteuning in de mijnen.

Hout voor de pulpindustrie

In 2002 produceerde Zuid-Afrika 2,2 miljoen ton aan pulp. Dit is 1,2% van de wereldproductie. 25% van de productie van Zuid-Afrika wordt geëxporteerd naar Japan, de rest wordt in Zuid-Afrika zelf tot papier verwerkt.

In Zuid-Afrika wordt hoofdzakelijk eucalyptus aangeplant voor de papierproductie, omdat het een snel groeiend gewas is. Daarnaast zijn er naaldbout plantages voor de meubelindustrie. Na ongeveer 7 jaar worden de eucalyptus bomen

geogst voor de papierproductie. De bomen worden verwerkt tot chips voor de papierproductie. De waarde van de chips is grofweg € 50 per ton.

Bij het oogsten worden de bladeren en takken in het bos achtergelaten. In de productiebossen worden direct na het oogsten weer nieuwe bomen aangeplant.

De bast is niet geschikt voor papierproductie. De bast wordt zo veel mogelijk verwijderd voordat het hout gechipped wordt. Voor de papierproductie in Zuid-Afrika worden de bast en de zaagresten gebruikt voor de energiebehoefte van de papierfabriek. Voor het hout dat wordt geëxporteerd naar Japan voor de papierproductie worden de zaagresten en andere houtresten niet gebruikt.

4.3 Markt voor energietoepassing Electrabel

Behalve de chips voor de papierindustrie is er een grote hoeveelheid resthout dat niet geschikt is voor de papierindustrie. De hoeveelheid is niet goed bekend maar wordt door potentiële importeurs geschat tussen 200 kton/jaar en 1 Mton/jaar. Dit resthout bestaat uit:

- Zaagsel van verzagingen.
- Chips licht vervuild met bastresten. Deze zijn niet geschikt voor de papierproductie, maar wel geschikt voor inzet in energiecentrales.
- Chips van lage kwaliteit. Dit zijn bijvoorbeeld chips van plantages waar een ziekte of brand is geweest. Deze zijn dan niet meer geschikt voor papierproductie.

Dit hout wordt momenteel niet gebruikt in Zuid-Afrika, ook niet in kolencentrales terwijl vrijwel alle elektriciteit in Zuid-Afrika in kolencentrales wordt geproduceerd. Dit komt omdat steenkool ruim voorradig is in Zuid-Afrika en erg goedkoop, de inzet van houtrestanten is duurder. Het resthout van de eucalyptus plantages wordt ook slechts marginaal gebruikt door de bevolking als brandhout. Dit resthout ligt nu op grote hopen en breekt langzaam af of wordt op hopen verbrand.

De bast is minder geschikt voor meestoken in de elektriciteitscentrale in verband met het zand dat in de bast zit. Voor de exportpartijen wordt de bast gebruikt voor het drogen van partijen resthout. Aldus wordt op de transportkosten aanzienlijk bespaard.

Voor transport van de houtrestanten die niet geschikt zijn voor de papierproductie wordt het materiaal gechipped, gedroogd en geperst. Het drogen gebeurt zoals gezegd met behulp van de inzet van de bast. Gedroogd wordt van 45% tot 9 à 10% vocht. De stookwaarde is volgens de leverancier 17 GJ/ton en asgehalte 0,3%. Dit asgehalte is sterk afhankelijk van de hoeveelheid bast die in een partij aanwezig is.

Het voordeel van de export van het resthout van de eucalyptusteelt in Zuid-Afrika is dat de zeehavens relatief dichtbij de plantages liggen.

4.4 Te vergelijken systemen

De voor deze studie te vergelijken systemen zijn de volgende.

Systeem 1: Huidige verwerking

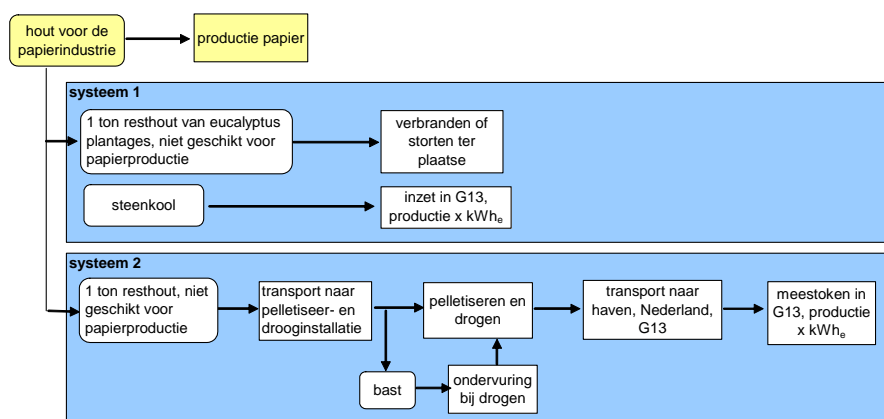
Momenteel worden de houtresten die niet geschikt zijn voor de papierproductie op hopen gestort of verbrand in min of meer open installaties.

Systeem 2: Meestookroute

We gaan er van uit dat het resthout op de plantages op de locatie vrijkomt waar het voor de papierproductie geschikte hout wordt verzameld en bewerkt. In de nabijheid wordt het hout gedroogd en gepelletiseerd. Vandaar gaat het naar de haven en dan per schip naar Nederland.

In Figuur 5 is de systeemvergelijking weergegeven.

Figuur 5 Te vergelijken systemen toepassing eucalyptus houtresten



4.5 Systeem 1: geen gebruik van het resthout

Beschrijving route

Grote papierproducenten als Sappi en Mondi zeggen alle houtresten te gebruiken voor de energieopwekking ten behoeve van de papierproductie. Het is niet duidelijk of dit ook daadwerkelijk het geval is. Een belangrijke hoeveelheid eucalyptushout wordt naar Japan geëxporteerd ten behoeve van de papierproductie. De houtresten die vrijkomen bij dit te exporteren hout worden momenteel niet benut voor zover we hebben kunnen nagaan. Er lijkt een hoeveelheid resthout te zijn tussen 200 kton en 1 Mton dat momenteel niet nuttig wordt gebruikt. Het wordt op hopen gestort en na enige tijd verbrand. Voor de emissies van deze 'pile burning' is gebruik gemaakt van de methodiek van IPCC, zie bijlage C.

Het resultaat is in Tabel 10 opgenomen.

Tabel 10 Emissies systeem 1 eucalyptushout: pile burning

Thema	Klimaat- verandering	Humane toxiciteit	Ecotoxiciteit	Verzuring	Vermes- ting
Eenheid	Kg CO ₂ -eq.	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg SO ₂ - eq	Kg PO ₄ -eq
Pile burning	79,5	1,5	--	1,8	0,16

De emissies van de kolenstook in tabel 1 uit hoofdstuk 2 zijn per GJ steenkool en de stookwaarde van steenkool is 25,2 GJ/ton. De stookwaarde van de eucalyptushoutpellets is 15,4 GJ/ton. Voor de vergelijking tussen systeem 1 en systeem 2 dient uitgegaan te worden van de productie van dezelfde hoeveelheid elektriciteit. Dit betekent dat voor de elektriciteit uit een ton eucalyptushoutpellets 0,61 ton kolen nodig is. Voor de totale emissie van systeem 1 worden de emissies van het stoken van 0,61 ton kolen dan opgeteld bij de emissies van de pile burning. De emissies van systeem 1 zijn in Tabel 11 opgenomen.

Tabel 11 Emissies systeem 1 eucalyptushout: pile burning + kolenstook in de Gelderland 13

Thema	Klimaat- verandering	Humane toxiciteit	Ecotoxiciteit	Verzuring	Vermesting
Eenheid	Kg CO ₂ -eq.	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg SO ₂ -eq	Kg PO ₄ -eq
Pile burning	79,5	1,5	--	1,8	0,16
Kolenstook in G13	1.469	51,9	0,54	3,1	0,32
sommatie	1.548	53,4	0,54	4,9	0,47

4.6 Systeem 2: inzet in de Gelderland 13

Beschrijving route

De plantages van eucalyptus worden aangelegd voor de productie van hout ten behoeve van de papierindustrie. Het resthout dat hierbij vrijkomt wordt deels gebruikt voor de elektriciteitsproductie voor de papierfabrieken en deels gestort of zonder energiebenutting verbrand. Het hout dat wordt gestort heeft dus geen economische waarde. Het verkrijgt het pas door de verwerking er van tot pellets. Eventuele effecten van de bosbouw dienen dan ook te worden toegerekend aan het hout dat voor de pulpindustrie is bestemd. De milieueffecten van de toepassing van de houtresten in de Gelderland 13 beginnen dan ook pas te tellen vanaf het moment dat het vrijkomt. Dit is in of nabij de plantage.

Het resthout wordt met shovels in vrachtwagens van 30 à 40 ton gebracht. Daarmee wordt het over een gemiddelde afstand van ongeveer 50 km naar de pelletiseerfabriek gebracht. Daar wordt het gelost en met een shovel in de fabriek gebracht. Het materiaal wordt gedroogd van 45% tot 9% à 10% vocht door inzet van de bast als ondervuring. Vervolgens wordt het met stroom uit het elektriciteitsnet tot pellets geperst. Deze pellets worden met wagens van 30 à 40 ton naar de zeehaven gebracht over een afstand tussen 20 en 200 km. Daar wordt het overgeladen op een bulk carrier (Panamax size) van 35.000 à 40.000 ton.

Deze brengt het naar Rotterdam. Daar wordt het met kranen (1.000 à 2.000 ton/uur) overgeladen op Rijnschepen. Deze brengen het voorts naar de energiecentrale. Bij de energiecentrale worden de pellets verpoederd en in de oven gebracht. De gegevens van deze route zijn opgenomen in bijlage C.

De milieueffecten van de route zijn in Tabel 12 opgenomen. Omdat er geen alternatieve toepassing is, immers pile burning vervangt geen toepassing, is de emissie van de meestookroute tevens de emissie van systeem 2.

Tabel 12 Emissies systeem 2 eucalyptushout: meestoken in de Gelderland 13; emissies per ton eucalyptushout

Thema	Klimaatverandering	Humane toxiciteit	Ecotoxiciteit	Verzuring	Vermesting
Eenheid	Kg CO ₂ -eq.	Kg 1,4 dichloorbenzeen eq	Kg 1,4 dichloorbenzeen eq	Kg SO ₂ -eq	Kg PO ₄ -eq
Wegtransporten	8	0,1	0,00	0,05	0,01
Pelletiseren	30,1	0,7	0,27	0,50	0,04
Zee transport	1,9	0,1	0,00	0,05	0,01
Binnenvaartschip	3,3	0,1	0,00	0,03	0,01
Meestoken	9,7	8,6	0,26	0,39	0,08
Sommatie	53	9,5	0,53	1,03	0,14

4.7 Resultaat systeemvergelijking

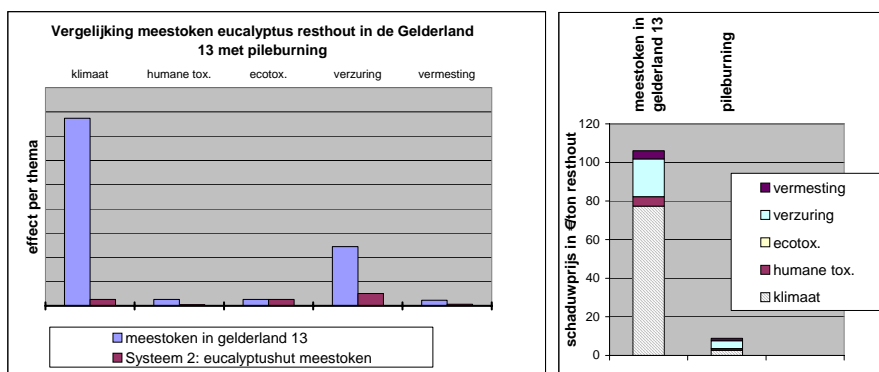
In Tabel 13 worden systeem 1 en systeem 2 met elkaar vergeleken.

Tabel 13 Vergelijking systeem 1 en systeem 2

Thema	Klimaatverandering	Humane toxiciteit	Ecotoxiciteit	Verzuring	Vermesting
Eenheid	Kg CO ₂ -eq.	Kg 1,4 dichloorbenzeen eq	Kg 1,4 dichloorbenzeen eq	Kg SO ₂ -eq	Kg PO ₄ -eq
Systeem 1 eucalyptus-hout: Pile burning	1.548	53,4	0,54	4,90	0,47
Systeem 2 eucalyptus-hout: meestook in G13	53	9,5	0,53	1,03	0,14
Systeem 2 minus systeem 1	-1.495	-43,9	-0,00	-3,87	-0,33

In Figuur 6 worden de emissies van beide systemen grafisch met elkaar vergeleken. Tevens is in dat figuur de met schaduwrijzen gesommeerde emissie van beide systemen opgenomen.

Figuur 6 Emissies van systeem 1 en systeem 2⁵



Uit de tabel en figuren blijkt duidelijk dat het meestoken van eucalyptushoutpellets in de Gelderland 13 aanmerkelijk gunstiger voor het milieu is dan de lokale pile burning. Op alle thema's is meestoken gunstiger.

In Tabel 14 zijn emissies van NO_x, SO₂ en PM₁₀ van de Gelderland 13 gegeven bij wel en niet meestoken van eucalyptushoutpellets. Door optelling ervan met schadekosten wordt het resultaat verkregen of meestoken leidt tot verbetering of verslechtering van de lokale luchtkwaliteit rond de Gelderland 13.

Tabel 14 Effecten meestoken eucalyptushoutpellets op lokale luchtkwaliteit rond de Gelderland 13. Emissies in kg.ton eucalyptushoutpellets

	Meestook eucalyptushout	Uitgespaarde emissie steenkool	Sommatie	Schadekosten € per ton
NO _x	0,55	-0,94	-0,39	-2,73
SO ₂	0,09	-0,63	-0,54	-4,12
PM ₁₀	0,06	-0,06	0,00	0
Totaal				-6,85

In zijn totaal geeft het meestoken een verbetering van de luchtkwaliteit rond de Gelderland 13. De emissies van NO_x en SO₂ worden lager en die van PM₁₀ blijft gelijk.

4.8 Conclusies

Het eucalyptushout dat ter plaatste niet wordt benut maar op hopen wordt verbrand kan milieukundig veel beter naar Nederland worden gebracht en worden verbrand in de Gelderland 13. Inzet van het niet gebruikte eucalyptushout in de kolencentrales in Zuid-Afrika zelf zou te verkiezen zijn omdat dan op transport wordt bespaard. Door de zeer lage prijs van steenkool in Zuid-Afrika kan dit resthout niet met de steenkool concurreren.

Meestoken van eucalyptushoutpellets geeft een verbetering van de luchtkwaliteit rond de Gelderland 13.

⁵ In het linkerdeel van de figuur zijn de emissies van ecotoxiciteit, verzuring en vermisting met 100 vermenigvuldigd om ze zichtbaar te maken. In het rechterdeel van de figuur is dit vanzelfsprekend niet gedaan.

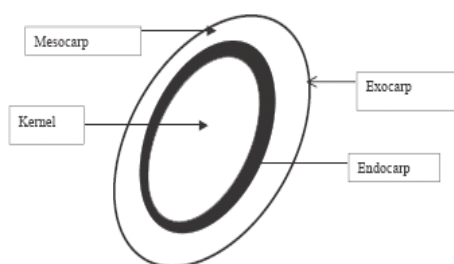


5 Palmpitkorrels

5.1 Inleiding

Palmpitkorrels zijn het gepelletiseerde schroot van palmpitten. Palmpitschroot (PPS) is een bijproduct van de palmolieproductie. Het is het schroot dat overblijft na industriële persing en extractie van de olie uit de palmoliepitten.

Figuur 7 Structuur van de palmolievrucht



5.2 Huidige markt

Verwerking van de palmolievruchten, de fresh fruit bunches, vindt plaats op de plantage vanwege de hoge degeneratiesnelheid van de olie in de vruchten. De pitten worden in de regel aan een aparte verwerker geleverd.

Palmpitten vormen de binnenste laag van de palmolievrucht en lijken qua structuur en samenstelling op kokosnoten. Ze zijn omgeven door een harde steenachtige schil en bevatten een olie die qua samenstelling en smaak vergelijkbaar is met kokosnootolie (zie (FAO, 148)). De pitten worden met het oog op de olie verwerkt. Palmpitolie heeft een marktprijs van ongeveer € 600/ton (CIF Rotterdam), Palmpitschroot heeft een import prijs in Nederland van ongeveer € 75/ton ± € 25 /ton.

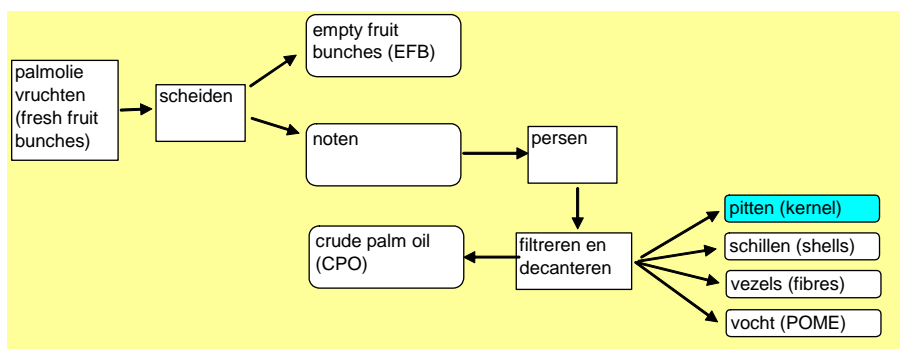
De extractie van de palmpitolie verloopt ongeveer als volgt. De schil van de pitten worden gekraakt op de plantage, waarna het binnenste van de pit wordt gedroogd en afgevoerd naar een aparte verwerker of in de fabriek op de plantage zelf verwerkt. De verschillende geraadpleegde bronnen (Parkhomenko, 2004) zijn niet eenduidig waar de verwerking van het binnenste van de pit plaatsvindt. De schil van de pit wordt op de plantage zelf gebruikt als brandstof.

Tijdens de verdere verwerking van de palmpit wordt het materiaal verkleind, gekookt en geperst. Bij kleinschalige verwerkers blijft de olie-extractie in de regel

bepikt tot persen in ongeveer twee stappen en heeft de resterende cake (Palm Kernel Expeller) een residu oliegehalte van ongeveer 10% - 15%. Bij grootschalige extractie vindt na voerspeling extractie van de olie met n-hexaan plaats en heeft de resterende cake een oliegehalte van ongeveer 2% - 4%.

Extractie van olie met hexaan vindt naar verluidt voornamelijk plaats in Afrika⁶. In Indonesië en Maleisië wordt naar verluidt voornamelijk mechanisch geperst (Palm Kernel Expeller) waarbij 'schilfers' met een oliegehalte van circa 8% - 9% overblijven. De officiële benaming voor deze stroom is Palm Kernel Expeller of palmpitschilfers. Uit diverse bronnen blijkt echter dat ook in Maleisië en Indonesië olie-extractie met behulp van hexaan plaatsvindt.

Figuur 8 Palmolieproductie met de output van de kernel



Bestaande toepassingen van palmpitschroot

Uit de gehouden interviews en gebruikte literatuur komt een divers beeld naar voren van de huidige afzet en toepassingen van palmpitschroot en palmpitschilfers uit Afrika en Zuid-Oost Azië. Volgens de beoogde toeleveranciers zullen de door Electrabel bij te stoken palmpitkorrels voornamelijk uit Afrika, met name uit Nigeria worden geïmporteerd. Om die reden is in deze studie vooral op die locatie gefocussed.

Schroot wordt deels nuttig toegepast en deels als afval verwijderd. De productie vindt in Afrika voornamelijk plaats op kleinschalige plantages. Productie in Nigeria bedroeg in 2003/2004 circa 350 kton, waarvan 50 kton werd geëxporteerd.

Nuttige toepassing

Nuttige toepassing vindt met name in de melkvee sector en vleesvee sector plaats, voornamelijk als goedkope eiwitbron, energiebron en bron van ruwe celstof. Het materiaal concurreert op basis van de voeder eenheid melkvee (VEM) en dierlijk verteerbare eiwitten (DVE) waarden en op basis van de marktprijs per kg VEM en DVE. Het materiaal wordt ook gebruikt voor mengvoeders voor andere diersoorten (varkens, leghennen).

⁶ Telefonisch interview met mevrouw H. de Wit van Davof handelsonderneming in Amsterdam.



De consumptie van palmpitschroot in de EU25 zal naar verwachting van USDA Foreign Agricultural Service dalen en palmpitschroot zal deels worden vervangen door sojameel. Het beeld van een afnemende consumptie in de EU25 als mengvoeder component wordt bevestigd door van de firma Van Leer (Ton Smetsers).

De EU25 is verreweg de grootste afnemer van palmpitschilfers. Teruggang in de consumptie zal niet kunnen worden opgevangen door andere afnemers als Zuid-Korea, die per jaar slechts enkele honderden kilotonnen afnemen.

Ook al schijnt de mondiale consumptie van palmpitschilfers als mengvoeder component af te nemen toch zijn er op internet niet of nauwelijks indicaties gevonden waaruit duidelijk blijkt dat palmpitschilfers als brandstof worden gebruikt in de EU. Ton Smetsers van de firma Van Leer geeft echter aan dat meestoken van uit palmpitschilfers geperste palmpitkorrels in Groot-Brittannië op grote schaal plaatsvindt. Helaas kan dit nog niet worden bevestigd op basis van andere bronnen.

Een andere nuttige toepassing betreft uitspreiding van het schroot op de plantage als meststof. Dit wordt bijvoorbeeld toegepast door Presco PLC, een Nigeriaanse firma⁷. Deze toepassing kan echter worden vervangen door verbranding en hergebruik van de as.

Verwijdering als afval

Uit de statistieken van USDA blijkt dat het in Nigeria geproduceerde schroot nauwelijks wordt geëxporteerd. Volgens mevrouw H. de Wit van Davof vindt palmpitschroot ter plekke geen of slechts in beperkte mate een nuttige toepassing en is het voor de meer inlands gelegen plantages te duur om naar de kust te laten transporteren voor export.

De prijs voor palmpitolie op de lokale Nigeriaanse markt bedraagt circa \$ 800. Het schroot zou maximaal € 25 opleveren op de kade in Nigeria. Transport naar de kade zou te duur zijn. Andere belemmeringen zijn het certificeringssysteem waaraan leveranciers van veevoeder grondstoffen tegenwoordig moeten voldoen. Voor een kleinschalige plantage is aanvraag van een certificaat te duur.

De geijkte manier van verwijdering zou verbranding van het schroot in kuilen zijn. Van palmpitschalen is bekend dat ze vaak worden gestort (zie FAO, 2002). Mogelijk is dit ook een verwijderingswijze voor schroot.

⁷ Zie bijvoorbeeld de website van Presco PLC in Nigeria en Benin:
http://www.presco-plc.com/production_mill.html

5.3 Markt bij energietoepassing Electrabel

Het palmpitschroot 'concurrereert' als eiwitrijke toeslagstof voor mengvoeders op een Nederlandse markt van in totaal ruim 5 Mton aan eiwitrijke koeken (zie Tabel 15⁸). Vanwege de - beperkte - energie-inhoud moet ook rekening worden gehouden met eventuele concurrentie met energierijke krachtvoer bestanddelen als granen. De hoofdreden voor toepassing in krachtvoer is echter het gehalte aan eiwitten.

Tabel 15 Beschikbaar gekomen krachtvoedergrondstoffen in Nederland naar herkomst

	Beschikbaar gekomen krachtvoedergrondstoffen in Nederland naar herkomst 1 juli 2003 t/m 30 juni 2004 ³⁾					2002/03				
	x 1.000 ton				Totaal beschik- baar	x 1.000 ton				Totaal beschik- baar
	eigen behoud	uit binnenland via handel		invoer als zodanig		eigen behoud	uit binnenland via handel		invoer als zodanig	
		binnenl. grondstof	buitenl. grondstof			binnenl. grondstof	buitenl. grondstof			
Granen	73	1.042		2.694	3.808	73	1.095		3.026	4.194
Tarwe	40	505		801	1.438	40	651		1.044	1.735
gerst	19	212		543	774	19	182		604	895
Mais					0		228		905	1.133
Graanbijkproducten		78	585	222	885		55	749	276	1.080
tarweproducten		78	528	142	743		52	508	287	935
maisproducten					0			131		131
Veekoeken			3.156	2.032	5.188			1.281	4.302	5.583
sojaschroot/-schilfers			2.554	98	2.650			197	1.963	2.160
zonnebloemschr./-schif.			284	87	371			150	246	398
kokosschr./-schilfers				93	93				191	191
palmpitschr./-schif.				707	707				718	718
kool-raapz.schr./-schif.			32	522	554			5	488	491
maiskiemkoek			33	16	50				16	16
maïsglutenvoer			247	482	729			200	367	567
Maniok				749	749				195	195
Gras-/klaver-/lucemeeel	44	54		18	116	68	84		34	188
Gedroogde bietenpulp ¹⁾		39		194	233		59		150	209
Citruspulp				539	539				502	502
Melasse		10		240	250		10		288	298
Vinasse		99		63	162		73		29	102
Weipoeder		63		185	249		79		228	307
Mager melkpoeder		25		113	138		25		120	145
Dierlijke eiwitten				36	36				41	41
Voerpeulvruchten				195	195				108	108
Lupine				97	97				17	17
Lijnzaad/oliezaden ed.					0				263	263
Vetten en oliën					0				512	512
Diversen ²⁾		148	222	369	739		281	220	452	830
	117	1.558	3.983	7.745	13.383	141	1.741	2.250	10.543	14.672

Het aanbod aan eiwitrijke perskoeken bestaat wat betreft het aantal soorten koeken voornamelijk uit restproducten of bijproducten van andere agro-industriële ketens, waarbij het verwerkte gewas in de eerste plaats wordt geteeld vanwege de in de gewasvruchten aanwezige olie en niet vanwege het eiwit in het na olie-extractie resterende schroot. Dit geldt voor oliepalm en palmpitschroot en dit geldt ook voor maïs (zetmeelindustrie) en koolzaad. Eén en ander is desgewenst met een eenvoudige economische analyse te staven. Voor al deze perskoeken geldt daarom dat ze op de markt voor krachtvoerders zullen blijven worden aangeboden - zolang dit de financieel meest aantrekkelijke afzet vormt - omdat de reden voor hun productie niet gekoppeld is aan de markt voor krachtvoerders. Met andere woorden, er is geen echte concurrentie tussen deze perskoeken.

⁸ Afkomstig van de website van het Productschap Diervoeders: <http://www.pdv.nl/lmbinaries/1a.pdf>.



Alleen soja wordt voornamelijk geteeld met het oog op het schroot en de olie is eerder een bijproduct dan een hoofdproduct. De conclusie is dan ook dat palmpitschroot concurreert met sojaschroot.

Gezien de enorme toename van de vraag naar sojaschroot als gevolg van de toenemende consumptie van dit product in China (zie websites MVO en USDA) is het niet aannemelijk dat bij het wegvallen van palmpitschroot de lacune op de markt wordt opgevuld met soja afkomstig van al bestaande landbouwgrond. De huidige vraag noopt al tot creatie van extra areaal en dus is het aannemelijk dat een extra vraag naar soja extra areaal zal vergen. Extra areaal betekent omzetting van bestaande - Braziliaanse of Argentijnse - natuur in landbouwgrond.

Conclusies en implicaties voor de te beschouwen alternatieven

Uit voorgaande analyse kan worden geconcludeerd dat geen eenduidige conclusie kan worden getrokken over de relevante en representatieve alternatieve toepassing. Het schroot wordt - ook wanneer afkomstig uit Afrika - waarschijnlijk vervangen door sojaschroot uit nieuwe plantages.

We stellen daarom voor om beide alternatieven te beschouwen:

- export en inzet als laagwaardige eiwit houdende toeslagstof in veevoeder;
- lokaal verbranden zonder energiebenutting.

5.4 Te vergelijken systemen

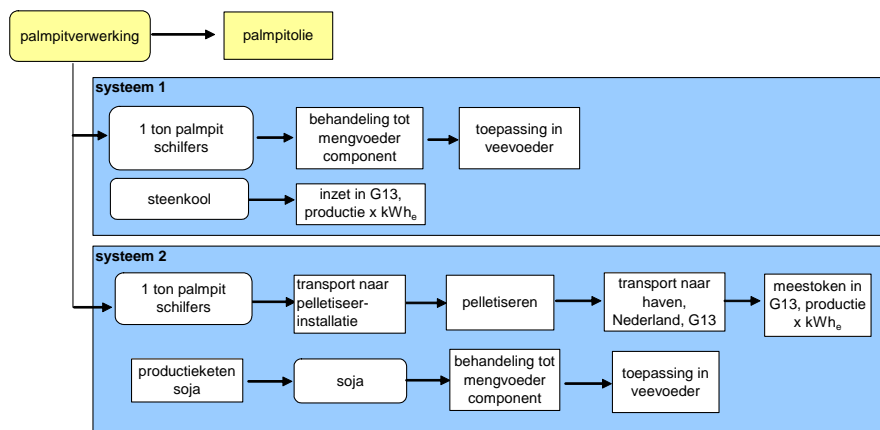
Het voorstel uit voorgaande subparagraaf behelst een vergelijking tussen de volgende systemen.

Situatie 1: Palmpitschroot wordt nuttig toegepast in mengvoeders:

- Systeem 1:
Palmpitschroot worden geëxporteerd naar Nederland en toegevoegd aan mengvoeders voor vee.
- Systeem 2:
 - a Palmpitschroot worden ter plaatse van de palmpitverwerker gepelletiseerd en getransporteerd naar Nederland en de Gelderland 13.
 - b In plaats van de toepassing van palmpitschroot in veevoeder wordt soja gebruikt. Voor de teelt van soja wordt extra landbouw areaal gecreëerd uit natuur in Brazilië en Argentinië.

In Figuur 9 is aangegeven welke systeemvergelijking zal plaatsvinden.

Figuur 9 Te vergelijken systemen bij uit de markt van krachtvoergrondstoffen halen van palmpitschroot: **situatie 1**

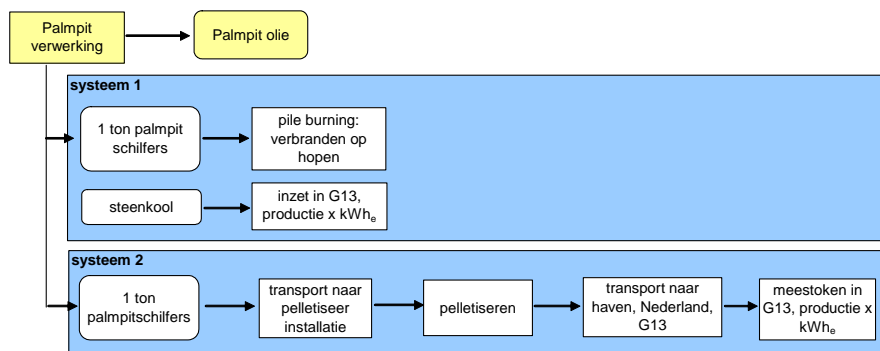


Situatie 2: Palmpitschroot wordt normaliter c.q. in de huidige situatie ter plekke als waardeloos restproduct verbrand:

- **Systeem 1:**
Palmpitschroot wordt ter plekke van de palmpitverwerkende industrie op hopen verbrand.
- **Systeem 2:**
Palmpitschroot worden ter plaatse van de palmpitverwerker gepelletiseerd en getransporteerd naar Nederland en de Gelderland 13.

In Figuur 10 is aangegeven welke systeemvergelijking zal plaatsvinden.

Figuur 10 Te vergelijken systemen bij inzet in Gelderland 13 van anders niet nuttig toegepaste palmpitschroot: **situatie 2**



Overigens is bij dit systeem in zekere zin de vraag of het voor lokale duurzame ontwikkeling niet beter zou zijn het restproduct ter plekke te verbranden of vergassen of vergisten van het schroot met het oog op lokale elektriciteit productie.

De beide situaties worden hieronder in aparte paragrafen uitgewerkt. Daarbij wordt een kwantitatieve schatting van de milieubelasting in beide situaties gegeven.

5.5 Verwerking van schroot conform situatie 1: toepassing in mengvoeders

5.5.1 Situatie 1 systeem 1: toepassing in mengvoeders

Dit deel van de keten begint feitelijk op de oliepalmpiantage, waar fresh fruit bunches worden geteeld. Verse en rijpe vruchten direct van de plantage naar de centrale fabriek op de plantage afgevoerd en verwerkt tot ruwe palmolie en van de schil ontdane palmpitten. Een beschrijving van het hele procédé is gegeven in de rapportage van voorgaande studie voor Electrabel.

Geschilde palmpit wordt bij een aparte verwerker gemalen, verhit, geperst en met hexaan geëxtraheerd om de in de pit aanwezige olie te isoleren. Bij gebrek aan specifieke informatie voor palmpitverwerking is aangenomen dat de extractie een vergelijkbare hoeveelheid elektriciteit en warmte vergt als verwerking van soja: 500 MJ/ton aan warmte en 19 kWh_e/ton aan elektriciteit. Aangezien de analyse is uitgevoerd voor de situatie in Afrika en de energievoorziening ook in Nigeria vaak lokaal is bij gebrek aan infrastructuur, is uitgegaan van opwekking van warmte en elektriciteit op basis van olie en diesel.

Het bij de olie extractie vrijkomende schroot wordt in deze situatie gedroogd en getoast tot een vochtgehalte van circa 5% en gepelletiseerd tot een bulkdichtheid van circa 1 ton/m³ waarna de pellets:

- over een afstand van 100 km getransporteerd in ladingen van 3 - 10 ton (NW&S, 2003);
- via bulkcarriers met een maximaal laadvermogen van 60 kton over een afstand van circa 15.500 km naar Rotterdam of Amsterdam getransporteerd (NW&S, 2003);
- na overslag in Rotterdam of Amsterdam wordt het materiaal over een afstand van circa 100 kilometers met een binnenschip naar de verwerker getransporteerd (De Wit, 2005).

Het schroot wordt voornamelijk verwerkt in mengvoeders voor vleesrunderen en melkvee. Bij de verwerker wordt het materiaal gemalen, gemengd met andere ingrediënten en tot brokken geperst. Het totale proces kost gemiddeld over de sector ongeveer 35 kWh_e/ton brok terwijl daarnaast circa 3 m³ aardgas per ton brok wordt gebruikt (Needis, 1994).

De totale bijdrage aan de vijf beschouwde milieuthema's is gegeven in Tabel 16. De bijdragen zijn inclusief de aan palmpitschroot toegerekende bijdragen gerelateerd aan de teelt van en verwerking van de oliepalmvruchten.

Tabel 16 Bijdragen aan milieuthema's bij inzet van palmpitschroot in mengvoeders. Emissies per ton palmpitschroot

	Klimaat- verandering	Humane toxiciteit	Ecotoxiciteit (zoet water)	Verzuring	Vermesting
	kg CO ₂ eq.	kg 1,4-dichloor benzeen eq.	kg 1,4-dichloor benzeen eq.	kg SO ₂ eq.	kg PO ₄ -eq.
Ketenschakels:					
Oliepalmteelt	2,1,7	0,049	7,8E-04	9,2E-02	8,4E-03
Extractie palmpitolie	9,8	0,16	1,2E-02	8,0E-02	1,6E-02
Wegtransport	13,7	0,19	4,3E-03	9,2E-02	2,0E-02
Zeetransport	1,2	0,032	1,3E-03	2,9E-02	3,2E-03
Binnenvaartschip	5,4	0,097	3,3E-03	4,9E-02	1,0E-02
Verwerken schroot in mengvoeder	28	0,029	9,5E-04	2,9E-02	2,9E-03
Sommatie	79,8	0,56	2,3E-02	3,7E-01	6,1E-02

De emissies van de kolenstook in Tabel 1 uit hoofdstuk 2 zijn per GJ steenkool en de stookwaarde van steenkool is 25,2 GJ/ton. De stookwaarde van de palmpitkorrels is 18,5 GJ/ton. Voor de vergelijking tussen systeem 1 en systeem 2 dient uitgegaan te worden van de productie van dezelfde hoeveelheid elektriciteit. Dit betekent dat voor de elektriciteit uit een ton palmpitkorrels 0,73 ton kolen nodig is. Voor de totale emissie van systeem 1 worden de emissies van het stoken van 0,73 ton kolen dan opgeteld bij de emissies van de veevoedertoepassing. De emissies van systeem 1 zijn in Tabel 17 opgenomen.

Tabel 17 Emissies situatie 1 systeem 1 palmpitschroot: veevoedertoepassing + kolenstook in de Gelderland 13

Thema	Klimaat- verandering	Humane toxiciteit	Ecotoxiciteit	Verzuring	Vermesting
Eenheid	Kg CO ₂ -eq.	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg SO ₂ -eq	Kg PO ₄ -eq
Veevoeder- toepassing	79,8	0,56	0,023	0,37	0,06
Kolenstook in G13	1.926,9	68,07	0,70	4,07	0,42
Sommatie	2.007	68,6	0,73	4,44	0,48

5.5.2 Situatie 1 systeem 2: inzet in de Gelderland 13

Palmpitschroot, van verwerker naar Gelderland 13

Het bij de olie extractie vrijkomende palmpitschroot doorloopt in deze situatie hetzelfde logistieke traject als bij toepassing in mengvoeders. De eindbestemming is echter de Gelderland 13. Het traject ziet er dan ook als volgt uit:

- het schroot wordt gedroogd en getoast tot een vochtgehalte van circa 5% en gepelletiseerd tot een bulkdichtheid van circa 1 ton/m³;
- de palmpitkorrels worden over een afstand van 100 km getransporteerd in ladingen van 3 - 10 ton;

- de korrels worden via bulkcarriers met een maximaal laadvermogen van 60 kton over een afstand van circa 15.500 km naar Nederland getransporteerd;
- na overslag in Rotterdam worden de korrels over een afstand van circa 140 kilometer (afstand Hoek van Holland - Nijmegen) met Rijnschepen naar de Gelderland 13 getransporteerd en in een opslag (bunker) gebracht.

De aangevoerde palmpitkorrels worden vanuit een bunker via een aparte pneumatische leiding toegevoerd aan de kolenmolen, gemalen en samen met de poederkool ingeblazen en verbrand in de vuurhaard. Aangenomen is dat in de opslag in de bunker en tijdens transport geen degradatie van het organische materiaal plaatsvindt en geen methaan vrijkomt. Resulterende bijdragen aan emissies zijn gegeven in Tabel 18.

Tabel 18 Bijdragen aan milieuthema's bij inzet van palmpitschroot in Gelderland 13. Emissies per ton palmpitschroot

	Klimaat- verandering	Humane toxiciteit	Ecotoxiciteit (zoet water)	Verzuring	Vermesting
	kg CO ₂ eq.	kg 1,4-dichloro benzene eq.	kg 1,4-dichloro benzene eq.	kg SO ₂ eq.	kg PO ₄ -eq.
Ketenschakels:					
Schroot productie	31,5	0,2	0,0	0,2	0,0
Wegtransport	13,7	0,2	0,0	0,1	0,0
Zee-transport	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Binnenvaartschip	5,4	0,1	0,0	0,0	0,0
Meestoken	23,5	19,9	0,5	1,6	0,3
Sommatie	75,3	20,5	0,51	1,96	0,37

Sojaschroot, afdekken eiwit behoefte

Onttrekken van eiwitten in de vorm van palmpitschroot aan de veevoeder markt zal waarschijnlijk extra primaire eiwit productie noodzakelijk maken. Als aangegeven in voorgaande paragrafen nemen we aan dat dit zal plaatsvinden in de vorm van soja teelt op nieuw gecreëerd areaal in Brazilië.

Nieuw areaal voor soja teelt wordt voornamelijk gecreëerd in de staat Mato Grosso door verwijdering van zowel Cerrado's - een soort savannes - als Amazone regenwoud. Ontbossing zou voornamelijk door verbranding worden gerealiseerd. Toepassing van de IPCC-methode geeft de in Tabel 19 gegeven inschatting van de bij ontbossing optredende emissies. Er is uitgegaan van een verdeling tussen ontbossing van Cerrado's en Amazone regenwoud van 1:1.

Tabel 19 Emissies areaal uitbreiding (kg/ha)

Broeikasgassen	
CO ₂	411.485
CH ₄	1.325
N ₂ O	19
verzurende emissies	
SO ₂	
NO _x	329
NH ₃	
HCl	
HF	
Toxische emissies	
CO	6.624
PM ₁₀	
Vermestende emissies	
NO ₃	
P	

In de tabel zijn een aantal aspecten helaas niet verdisconteerd. Zo blijkt bijvoorbeeld in de praktijk ontboste grond meer N₂O te genereren dan het oorspronkelijke bos. De bodem oxideert meer en er vindt meer nitrificatie-denitrificatie plaats. Ook blijkt het vermogen van de bodem om methaan uit de lucht te absorberen en te oxideren af te nemen. Beide effecten en andere effecten zijn helaas nog niet kwantificeerbaar.

Ook zijn aspecten als de effecten van ontbossing op neerslag patronen in en mogelijke verdroging van Zuid-Brazilië, erosie en dergelijke niet verdisconteerd.

De kwantificeerbare emissies ten gevolge van ontbossing zijn op zich enorm. Maar er is in de LCA-methodiek geen eenduidige wijze hoe deze emissies te verdisconteren en mee te wegen in de milieubelasting gerelateerd aan - in dit geval - soja productie. Het probleem bij de aan ontbossing gerelateerde emissies is dat ze eenmalig zijn, terwijl het beschikbaar gekomen areaal landbouwgrond - mits goed beheerd - voor vele generaties bruikbaar is voor landbouw. Dat bewijst bijvoorbeeld het gegeven dat akkerbouw in Gelderland al zeker vanaf de vroege middeleeuwen plaatsvindt en dat de toen gecreëerde arealen nog steeds gewassen produceren. De huidige versie van de LCA-methodiek geeft niet aan hoe met dit aspect moet worden omgegaan. Is het gerechtvaardigd de emissies van ontbossing toe te rekenen aan de eerste oogst en daarna net te doen of de daaropvolgende oogsten van al (milieubelasting technisch gezien) 'gratis' en 'bestaande' landbouwgrond afkomstig zijn? Of moet er een slag worden geslagen naar de periode waarin het areaal productief is en bijvoorbeeld worden aangenomen dat dit een periode van tenminste 15 eeuwen betreft, zoals in Gelderland? Derhalve kunnen we voor de ontbossing geen emissiecijfer invullen.

Op het gecreëerde areaal wordt circa 3 ton sojaboon per jaar geproduceerd. De mestgift is met 8 kg, 31 kg P en 57 kg K relatief beperkt (SIK, 2004). Er wordt daarnaast circa 65 liter diesel gebruikt door landbouwwerktuigen. Het gebruik van bestrijdingsmiddelen en de gevolgen daarvan zijn niet bekend. Sojateelt in Brazilië gaat gepaard met een intensief gebruik van landbouw chemicaliën.

Gebruik vindt niet altijd even verantwoord plaats, gegeven het feit dat in Brazilië jaarlijks 200.000 mensen aan vergiftiging door bestrijdingsmiddelen overlijden.

De soja wordt lokaal verwerkt tot schroot (45% eiwit) en olie. De daarbij gebruikte elektriciteit (63 kWh) en warmte (500 MJ) (NREL, 2000) wordt gedekt door elektriciteit uit waterkracht en met houtgestookte ketels (SIK, 2004). Het schroot wordt over een afstand van 1.600 kilometer (EXT, 2003) over de weg (voor 60%) en via spoor (40%) naar de kust vervoerd en over een afstand van 8.900 kilometers in bulkcarriers naar Amsterdam en Rotterdam verscheept. In Nederland wordt het materiaal in mengvoer verwerkt op dezelfde manier als palmpitschroot. De totale route geeft per ton soja schroot de in Tabel 20 gegeven bijdragen aan de vijf beschouwde milieuthema's.

Op basis van het gehalte aan darm verteerbare eiwitten in beide krachtvoer componenten is geschat dat de verhouding tussen sojaschroot en palmpitschroot 2,1 : 1,0 bedraagt. Met andere woorden, er is 480 gram soja schroot nodig om 1 kilo palmpitschroot te vervangen. In Tabel 20 is met deze verhouding reeds rekening gehouden.

Tabel 20 Bijdragen aan milieuthema's bij inzet van sojaschroot in mengvoeders. Emissies per ton palmpitschroot

	Klimaat- verandering	Humane toxiciteit	Ecotoxiciteit (zoet water)	Verzuring	Vermesting
	kg CO ₂ eq.	kg 1,4-dichloor benzeen eq.	kg 1,4-dichloor benzeen eq.	kg SO ₂ eq.	kg PO ₄ - eq.
Ontbossing tbv sojateelt	?	?	?	?	?
Sojateelt, gebruik bestrij- dings-middelen	?	?	?	?	?
Sojateelt, kunstmestgebruik en gebruik landbouwvoertui- gen	102,7	0,6	0,04	0,55	1,71
Extractie olie	0,2	0,0	0,02	0,01	0,00
Wegtransport en railvervoer schroot	40,9	0,6	0,01	0,3	0,06
Zeetransport	1,1	0,0	0,00	0,03	0,00
Verwerken schroot in mengvoeder	13,4	0,0	0,00	0,01	0,00
Sommatie	160 + ?	1,4 + ?	0,1+ ?	0,9 + ?	1,8+ ?

In Tabel 21 worden de emissies van situatie 1 systeem 2 gegeven en opgeteld.

Tabel 21 Emissies situatie 1 systeem 2 palmpitschroot: meestoken in G13 + teelt Soja t.b.v. veevoeder

Thema	Klimaat- verandering	Humane toxiciteit	Ecotoxiciteit	Verzuring	Vermesting
Eenheid	Kg CO ₂ -eq.	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg SO ₂ - eq	Kg PO ₄ -eq
Meestook in G13	75,3	20,5	0,51	1,96	0,37
Veevoeder uit Soja	160 + ?	1,36 + ?	0,08 + ?	0,92 + ?	1,78 + ?
Sommatie	235 + ?	21,8 + ?	0,59 + ?	2,88 + ?	2,15 + ?

5.6 Situatie 2: Pile burning palmpitschroot

5.6.1 Situatie 2 systeem 1: Verbranding op hopen

Het bij extractie van de palmpitolie overblijvende schroot zal bij verbranding van het materiaal als waardeloos residu in de buurt van de fabriek worden verbrand. Daarbij treedt emissie op naar lucht van stoffen als CH₄, NO_x, N₂O, CO en SO₂ (zie bijlage D). Aan het verbrandingsproces gerelateerde emissies zijn berekend op basis van de door Electrabel ter beschikking gestelde samenstelling van palmpitschroot. De emissies zijn geschat conform de IPCC methodiek voor bepaling van broeikasgasemissies. Waar nodig is ook gebruik gemaakt van emissiefactoren uit de Corinair database. De geschatte resulterende bijdragen aan de beschouwde milieuthema's zijn in Tabel 22 gegeven.

Tabel 22 Bijdragen aan milieuthema's door verbranding op hopen. Emissies per ton palmpitschroot

Klimaat- verandering	Humane toxiciteit	Ecotoxiciteit (zoet water)	Verzuring	Vermesting
kg CO ₂ eq.	kg 1,4-dichloor- benzeen eq.	Kg 1,4-dichloor- benzeen eq.	kg SO ₂ eq.	kg PO ₄ ⁻ eq.
162,3	13,7		10,4	1,4

Onduidelijk is wat er met de as zal worden gedaan. Het is bij palmolieproductie gebruikelijk dat de as van empty fruit bunches en andere als brandstof gebruikte restproducten van de palmolienoot op de plantage wordt benut als meststof. Mogelijk is dit ook het geval wanneer de palmpitten bij een grotere fabriek worden verwerkt en de waarschijnlijkheid zal nog groter zijn wanneer de verwerking van de palmpitten plaatsvindt op de plantage. We gaan derhalve uit van de astoepassing. Dit betekent dat bij systeem 2 kunstmest moet worden geproduceerd om de as als mest stof te vervangen.

De emissies van de kolenstook in Gelderland 13 zijn in Tabel 23 opgenomen. In deze tabel zijn tevens de emissies van systeem 1 gesommeerd.

Tabel 23 Emissies situatie 2 systeem 1 palmpitschroot: pile burning + kolenstook Gelderland 13. Emissies per ton palmpitschroot

	Klimaat- verandering	Humane toxiciteit	Ecotoxiciteit	Verzuring	Vermesting
	kg CO ₂ eq.	kg 1,4-dichloor- benzeen eq.	kg 1,4-dichloor- benzeen eq.	kg SO ₂ eq.	kg PO ₄ ⁻ eq.
Pile burning	162	13,7	--	10,37	1,45
Kolenstook G13	1.927	68,1	0,70	4,07	0,42
Sommatie	2.089	81,8	0,7	14,4	1,86

5.6.2 Situatie 2 systeem 2: inzet in de Gelderland 13

Ter vervanging van de as van de pile burning als bemestende stof wordt uitgegaan van productie van kunstmest.

Palmpitschroot bevat circa 6 kg/ton schroot aan fosfor en circa 10 kg Kalium per ton schroot (Alimon), (CVB, 2005), (Chin, 2001). De in het schroot stikstof en zwavel zullen bij verbranding ontwijken naar de lucht. Voor de zekerheid is een scenario beschouwd met hergebruik van de as en is ook een scenario beschouwd waarin de as niet wordt hergebruikt. Toepassing van de as als meststof geeft naar schatting de in Tabel 24 getoonde uitgespaarde bijdragen aan de beschouwde milieuthema's.

Mogelijk door hergebruik van as als meststof uitgespaarde milieubelasting is geschat aan de hand van de assamenstelling en gegevens over milieubelasting bij productie van de vervangen kunstmest stoffen uit de Eco-Invent database.

Deze benadering geeft mogelijk zowel een overschatting als een onderschatting van de vermeden milieubelasting:

- Een overschatting omdat is aangenomen dat alle in de as achterblijvende bemestende elementen beschikbaar zullen zijn en er dus een maximale hoeveelheid kunstmest kan worden uitgespaard. Dit is nog maar de vraag. Het is niet onwaarschijnlijk dat een deel van de elementen tijdens verbranding in een matrix wordt ingesloten van waaruit ze niet beschikbaar zijn voor gewassen. Met andere woorden, mogelijk wordt de uitgespaarde hoeveelheid kunstmest overschat.
- Een onderschatting omdat de gebruikte gegevens over milieubelasting tijdens kunstmest productie betrekking hebben op Europese fabrieken. In de praktijk wordt in redelijk ontwikkelde landen als Nigeria waarschijnlijk deels in eigen land geproduceerd. Het is ook niet geheel onwaarschijnlijk dat de milieubelasting per eenheid kunstmest bij productie in Nigeria wat hoger zijn dan bij productie in de EU. Samenvattend, mogelijk wordt de per kunstmest optredende milieubelasting onderschat.

Tabel 24 Kunstmest gebruik ter vervanging as. Emissies per ton palmpitschroot (PPS))

Klimaat- verandering	Humane toxiciteit	Ecotoxiciteit	Verzuring	Vermesting
kg CO ₂ eq.	kg 1,4-dichloor- benzeen eq.	kg 1,4-dichloor- benzeen eq.	kg SO ₂ eq.	kg PO ₄ ⁻ eq.
5,9	0,2	0,02	0,5	2,8E-03

Voor de bijdragen aan milieubelasting gerelateerd aan meestoken van palmpikorels in de Gelderland 13 wordt verwezen naar paragraaf 5.5.2. De emissies zijn in Tabel 25 opgenomen. Eveneens worden in Tabel 25 de emissies van situatie 2 systeem 2 bij elkaar opgeteld.

Tabel 25 Emissies Situatie 2 systeem 2: meestook palmpitschroot in Gelderland 13 Emissies per ton palmpitschroot

	Klimaat- verandering	Humane Toxiciteit	Ecotoxiciteit	Verzuring	Vermesting
	kg CO ₂ eq.	kg 1,4- dichloor- benzeen eq.	kg 1,4- dichloor- benzeen eq.	kg SO ₂ eq.	kg PO ₄ ⁻ eq.
Kunstmest	5,9	0,24	0,02	0,46	0,00
Meestoken in G13	43,8	40,3	0,99	3,48	0,67
Totaal systeem 2	49,7	40,5	1,0	3,94	0,67

5.7 Resultaat systeemvergelijkingen

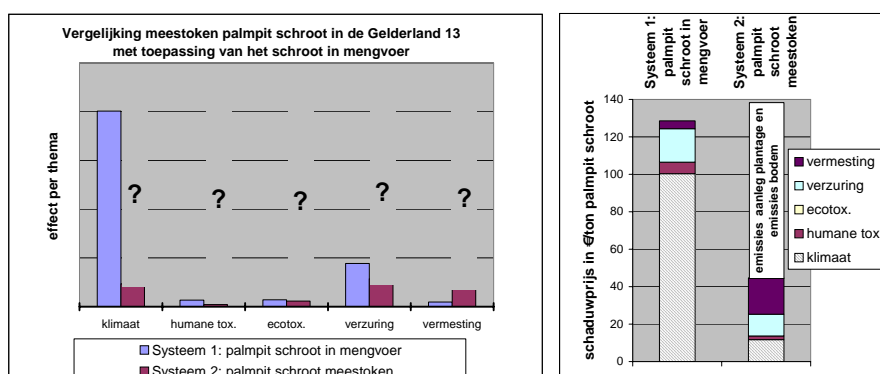
In Tabel 26 worden systeem 1 en systeem 2 van beide situaties met elkaar vergeleken.

Tabel 26 Vergelijking systeem 1 en systeem 2 voor palmpitschroot. Emissies per ton palmpitschroot (PPS)

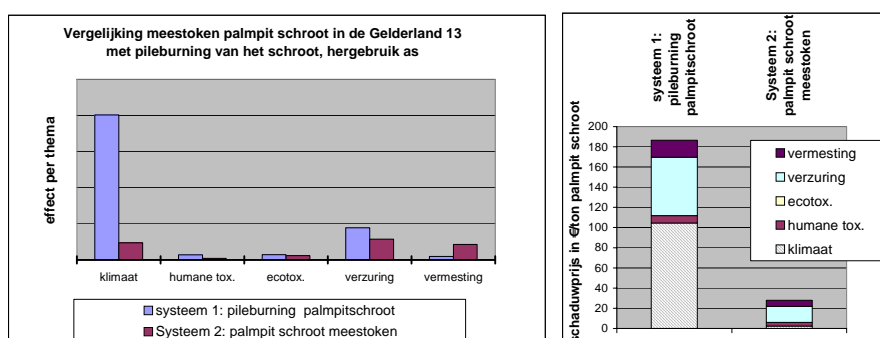
Thema	Klimaat- verandering	Humane toxiciteit	Ecotoxiciteit	Verzuring	Vermesting
Eenheid	Kg CO ₂ -eq.	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg SO ₂ - eq	Kg PO ₄ -eq
Situatie 1					
Systeem 1 PPS in meng-voeders + kolenstook G13	2.007	68,6	0,73	4,44	0,48
Systeem 2 Meestook PPS in G13 + sojateelt	235 + ?	21,8 + ?	0,59 + ?	2,88 + ?	2,15 + ?
Systeem 2 minus systeem 1	-1.771 + ?	-46,6 + ?	-0,14 + ?	-1,56 + ?	-1,7 + ?
Situatie 2					
Systeem 1 pileburning PPS + kolenstook G13	2.089	81,8	0,7	14,4	1,86
Systeem 2 Meestook PPS in G13	49,7	40,5	1,0	3,9	0,7
Systeem 2 minus systeem 1	-2.039	-41,3	0,3	-10,5	-1,19

In Figuur 11 en Figuur 12 zijn de emissies van de systemen grafisch weergegeven. In het linkerdeel van de figuur staan de emissies van de systemen per thema en in het rechterdeel van de figuur zijn de emissies met schaduwrijzen bij elkaar opgeteld.

Figuur 11 Situatie 1: vergelijking systeem 1 en systeem 2: palmpitschroot als veevoeder vergeleken met meestoken in de Gelderland 13



Figuur 12 Situatie 2: vergelijking systeem 1 en systeem 2: palmpitschroot als meststof vergeleken met meestoken in de Gelderland 13



Uit de tabel en figuren blijkt dat het meestoken van de uit palmpitschroot geproduceerde palmpitkorrels in de Gelderland 13 aanmerkelijk gunstiger voor het milieu is dan het gebruik ervan als meststof. Het is echter maar zeer de vraag of het meestoken gunstiger is dan de toepassing van het palmpitschroot als veevoeder. Wanneer het palmpitschroot wordt vervangen door sojaschroot en daartoe extra plantageareaal moet worden aangelegd ten koste van bijvoorbeeld oerwoud, dan is het overall effect hoogstwaarschijnlijk negatief.

In Tabel 27 zijn emissies van NO_x , SO_2 en PM_{10} van de Gelderland 13 gegeven bij wel en niet meestoken van palmpitkorrels. Door optelling ervan met schadekosten wordt het resultaat verkregen of meestoken leidt tot verbetering of verslechtering van de lokale luchtkwaliteit rond de Gelderland 13.

Tabel 27 Effecten meestoken palmpitkorrels op lokale luchtkwaliteit rond de Gelderland 13. Emissies in kg.ton palmpitkorrels

	Meestook palmpitkorrels	Uitgespaarde emissie steenkool	Sommatie	Schadeposten € per ton
NO _x	2,27	-1,04	1,23	8,58
SO ₂	0,35	-0,7	-0,34	-2,59
PM ₁₀	0,03	-0,06	-0,03	-0,53
Totaal				5,46

In zijn totaal - uitgedrukt in schadeposten - geeft het meestoken een verslechtering van de luchtkwaliteit rond de Gelderland 13. De emissies van PM₁₀ en SO₂ worden lager, maar die van NO_x aanmerkelijk hoger. Dit is toe te schrijven aan het relatief hoge stikstofgehalte van de palmpitkorrels.

Geschat wordt dat bij meestoken van de in het gedoogverzoek genoemde hoeveelheid palmpitkorrels (270 kton/jaar) de NO_x-vracht met 15% - 20% toeneemt ten opzichte van de jaarvracht in 2004⁹.

De daadwerkelijke hoeveelheid mee te stoken palmpitkorrels zal volgens Electabel beperkt blijven tot 60 - 70 kton/jaar. Met name omdat de korrels dusdanig hoge alkali concentraties bevat dat grotere hoeveelheden onacceptabele risico's op verslakking en vorming van afzettingen in de vuurhaard veroorzaken. Daarnaast wordt naar verwachting ook andere biomassa meegestookt. Lineair gereedeneerd zal de toename van de NO_x-vracht daarom beperkt blijven tot 3% - 5%, een toename die waarschijnlijk binnen de variaties in de NO_x-concentratie en de meetonnauwkeurigheid niet goed vast te stellen is.

De toename zal echter volledig kunnen worden voorkomen door inzet van steenkool en andere organische brandstoffen met een lagere stikstofconcentratie. Daarnaast kan door optimalere werking van de SCR DeNO_x en eventueel ook door selectie van bepaalde branderlagen (met name de onderste lagen) ook minder NO_x worden gevormd of meer NO_x worden verwijderd uit de rookgassen. Samenvattend kan worden gesteld dat het effect van meestoken van palmpitkorrels op de NO_x-emissie en lokale luchtkwaliteit door aanvullende maatregelen kan worden geneutraliseerd.

5.8 Conclusies en aanbevelingen

Of meestook van de uit palmpitschroot geproduceerde palmpitkorrels gunstiger voor het milieu is dan de huidige toepassing van het schroot is sterk afhankelijk van die huidige toepassing. Indien de huidige toepassing veevoeder is, dan is het

⁹ Door 270 kton palmpitschroot wordt op basis van stookwaarde circa 200 kton aan steenkool vervangen. De specifieke NO_x-emissie van beide brandstoffen is - berekend middels het model - respectievelijk 2,3 kg/ton en 1,54 kg/ton. De verandering in de jaarvracht van NO_x is (270 x 2,3 - 200 x 1,54) = 305 ton/jaar. De NO_x-vracht bedroeg in 2004 circa 1730 ton.



meestoken waarschijnlijk ongunstig voor het milieu. Indien de huidige toepassing meststof is, dan is het meestoken gunstiger voor het milieu. Wanneer dus gegarandeerd zou worden dat het palmpitschroot ten behoeve van meestook als korrels in de Gelderland 13 aan de toepassing als meststof wordt onttrokken, is het milieueffect positief.

Meestoken van palmpitkorrels kan een negatief effect hebben op de lokale luchtkwaliteit rond de Gelderland 13. Deze negatieve effecten kunnen bij beperkte hoeveelheden palmpitkorrels worden gecompenseerd door maatregelen als inzet van steenkool en organische brandstoffen met lagere stikstofconcentraties en hoger verwijderingspercentage van NO_x in de SCR De NO_x .



6 Corncobbpellets

6.1 Inleiding

De corncob of ook wel spil, is de lege kolf van de maïs. Er worden verschillende soorten maïs geteeld, zoals snijmaïs, suikermaïs en korrelmaïs. Bij snijmaïs wordt de kolf plus korrel tot veevoeder verwerkt. Bij suikermaïs wordt de korrel plus kolf aan de consument verkocht. Bij korrelmaïs worden de korrels van de kolf gehaald. De kolf komt daarbij vrij.

Behalve de corncob bestaat het residu van maïsproductie nog uit andere delen: cornhusk (blad/vlies om de maïskolf), trimmings (snoeisels) en silage. Met dit laatste wordt vaak de bladeren, ongebruikte korrels en een deel van stelen van de maïsplant en ook de spil bedoeld. De silage betreft ca. 61%-73% van de oogst. Tenslotte is er nog sprake van 'stover', dit betreft alleen het hooi, de stro, de stoppels.

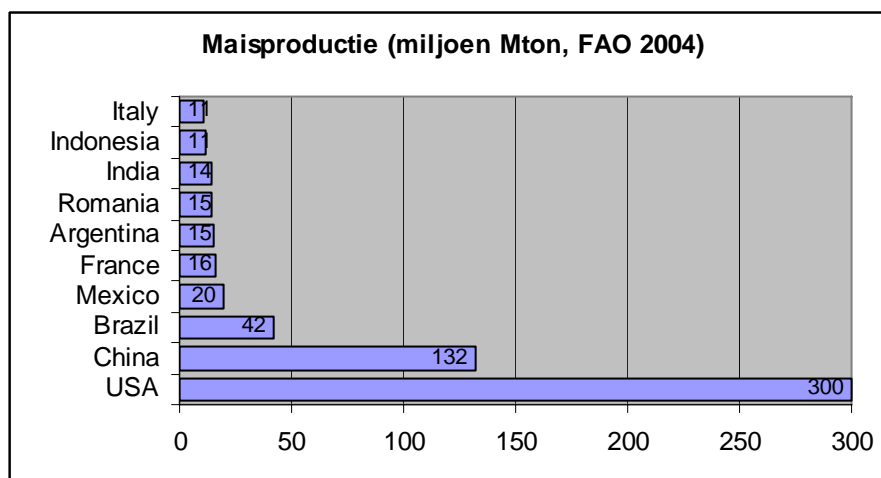
Van corncobmix (CCM) is sprake als behalve de korrel ook een deel van de spil wordt meegemalen. Dit is dan ten behoeve van het gebruik als veevoer.

6.2 Huidige markt

De potentiële leverancier zou de corncobbpellets importeren uit Thailand. Een paar jaar geleden is volgens de leverancier éénmaal circa 500 ton geïmporteerd voor Electrabel België.

In de analyse in dit hoofdstuk wordt er vanuit gegaan dat de maïskolf inderdaad uit deze regio zal komen. Er zijn andere, grote maïsproducerende landen. Import uit Amerika (Noord en Zuid) is onwaarschijnlijk, omdat daar alle oogstdelen van de maïs worden toegepast. Maïskolf worden onder andere verwerkt tot abrasives voor blasting (vergelijkbaar met zandstralen) en ten behoeve van absorbens voor bijvoorbeeld oil spills. Ook import uit Frankrijk en Hongarije ligt niet voor de hand om dezelfde reden. Van andere landen zijn de redenen niet duidelijk.

Figuur 13 De 10 grootste maïsproducenten ter wereld



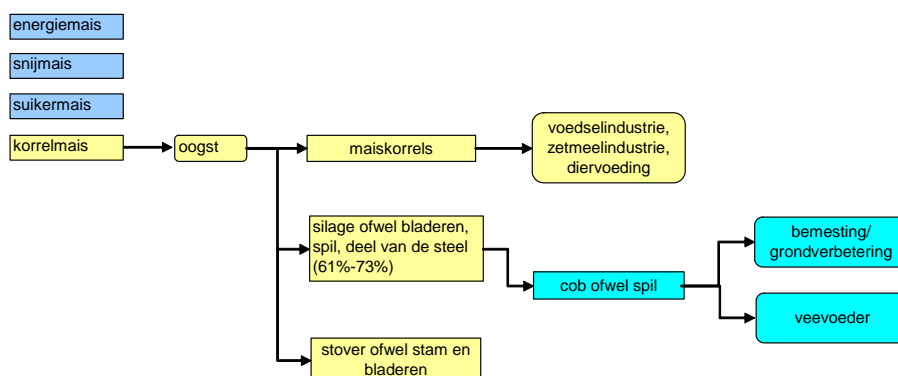
In Thailand was de maïsproductie in 2002 ongeveer 4,2 Mton (Center for Agricultural Information, 2002/03) en in 2003 4,5 Mton (FAOSTAT data, 2004). In 2003 classificeerde Thailand zich als 3^e exporteur van ingeblikte maiskorrels (World Horticultural Trade & U.S. Export Opportunities, 2004).

Per hectare geoogste maïs komt ongeveer 1 tot 1,5 ton spil vrij (PPO), althans van Nederlandse akkers. Bij gebrek aan gegevens uit Thailand wordt hiervan uitgegaan. In Thailand werd in 2001/2002 ca 12.000 km² als cultivation area voor maïs gebruikt voor de bovengenoemde productie/output (Office of Agricultural Economic). Dit zou betekenen dat grofweg 1,2 Mton spil vrijkomt. Hiervan zou ongeveer 60% ofwel 0,7 Mton beschikbaar zijn voor veevoeder of energietoepassingen, omdat alleen het deel dat in de fabriek gedorst wordt hiervoor in aanmerking komt. De NEPO 2000 studie geeft een residu van 25% en een verzamelbaarheid van 50% voor de spil, ofwel 0,5 Mton voor Thailand.

De oogst van de korrelmaïs vindt op twee verschillende wijzen plaats. Op de ene wijze wordt de maïs geoogst en wordt reeds met oogstmachine de korrel van de spil verwijderd en wordt de spil met bladeren op het land achtergelaten of verbrand. De spil heeft dan samen met andere oogstrestanten die op het land worden achtergelaten een bodemverbeterende en bemestende werking. Op de andere oogstwijze wordt de gehele kolf naar de fabriek gebracht. In de fabriek worden dan de korrels van de spil verwijderd. De spil wordt dan verhakfeld en gebruikt als veevoer voor koeien. Deze laatste wijze van oogsten komt in Thailand het meeste voor.

Schematisch is het verwerkingsproces van de korrelmaïs in Figuur 14 weergegeven.

Figuur 14 Maïsoogst en toepassing corncobs



Veevoer

Het residu van maïsproductie (silage, corn husk, trimmings and cobs) wordt op grote schaal gebruikt als bijvoer/ruwvoer voor koeien. Tijdens het seizoen ontvangen de boeren verse residuen welke relatief voedzaam zijn. De prijs van corn

silage lijkt te stijgen wegens stijgende vraag door melkveehouderijen: 400 baht (= € 8,00) per ton (Department of Livestock Development).

Om de silage ook buiten het seizoen als veevoer te kunnen gebruiken, moet het houdbaar gemaakt worden. Dit gebeurt door het in zakken van 30 - 50 kg te persen.

Toepassing als energiebron in Thailand zelf

In theorie bestaat de mogelijkheid om de corncob te gebruiken als energiebron voor industriële processen of elektriciteitopwekking in Thailand zelf. In de praktijk komt dit nog maar op beperkte schaal voor. In Thailand zijn er andere oogstrestanten die daar meer voor worden gebruikt, zoals: bagasse, rijstkaf, oil palm bunch, oil palm fiber, oil palm shells en wood chip. Deze zorgen samen voor ongeveer 17% van de totale energievoorziening in Thailand.

6.3 Markt voor energietoepassing Electrabel

Voor toepassing door Electrabel betreft het de corncobs die bij de fabriek vrijkomen en niet de corncobs die bij de oogst op het land achterblijven. De corncobs die nu bij de fabriek vrijkomen worden gemalen en deels in zakken geperst. Op deze wijze blijft het houdbaar.

Voor toepassing door Electrabel moet het worden gepelletiseerd. Een aparte droogstap is niet nodig omdat het vochtgehalte van de spil ongeveer 10% is. De stookwaarde van de spil is 15,2 à 16,6 MJ/kg. Het asgehalte bedraagt ongeveer 3% à 4%. Beschikbaar voor Electrabel uit Thailand voor energietoepassing is 0,5 à 0,7 Mton.

6.4 Te vergelijken systemen

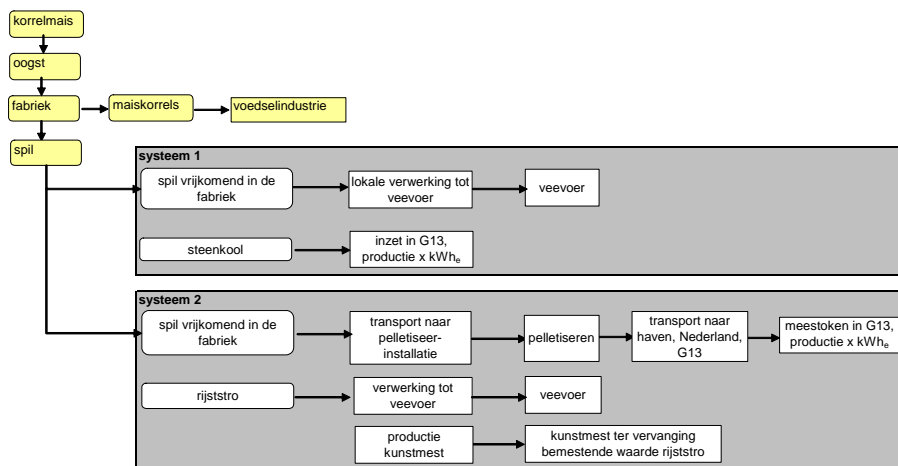
Wanneer de maïs met kolf en al naar de fabriek wordt gebracht, wordt de spil als veevoeder gebruikt. Wanneer de spil reeds op het land wordt verwijderd en gehakseld op het land achterblijft heeft een functie als bodemverbeteraar. In deze situatie is de spil niet interessant voor Electrabel. De inzet in de energiecentrale van Electrabel concurreert dus alleen met de toepassing als veevoeder. De te vergelijken systemen zijn dus:

Systeem 1: De spil wordt lokaal ingezet als veevoer.

Systeem 2. De spil wordt gepelletiseerd tot corncobpellet, geëxporteerd naar Nederland en ingezet in Gelderland 13. In plaats van de spil gaan we ervan uit dat rijststro wordt gebruikt als veevoer. De bemestende waarde van rijststro wordt door kunstmest opgevuld.

De systemen zijn geschetst in Figuur 15.

Figuur 15 Te vergelijken systemen toepassing maïsspil



6.5 Systeem 1: toepassing als veevoeder

Voor deze route is eigenlijk alleen transport - over de weg - nodig en waarschijnlijk enige verwerking van de maïsspil in de vorm van malen.

Net als voor de compost route voor rijstkaf (zie hoofdstuk 3) nemen we voor de transporten voor en na verwerking een afstand van 50 km, als maat voor lokale toepassing. De spil wordt verhakseld en in zakken gedaan. Het energieverbruik hiervan is niet bekend maar als bovengrens zou kunnen worden gehanteerd 6 kWh/ton, op basis van energiegebruik voor pelletiseren tot veevoer (van andere materialen) uit Thomas, et al. (*Functionality of raw materials and feed composition*).

In de vergelijking van systeem 1 en systeem 2 valt de veevoederproductie uit maïsspil en uit rijststro tegen elkaar weg, omdat de processen aan elkaar gelijk zijn en doordat het ruwe celstofgehalte van beide producten gelijkwaardig is (zie volgende paragraaf). Derhalve behoeven de emissies van de productie van veevoeder uit beide producten niet bepaald te worden.

Bij schatting van de emissies van broeikasgassen bij toepassing van de rijststro als meststof wordt ervan uitgegaan, conform IPCC-methodiek, dat gemiddeld 1,25% van de stikstof in de gewasresten als N₂O ontwijkt. Aangenomen is dat de lignine in de gewasresten als 'passieve koolstof' in de bodem achterblijft. Het ligninegehalte van rijststro bedraagt circa 20%. Lignine bevat ongeveer 50% koolstof. De aanname dat de lignine niet verteert (binnen een termijn van 100 jaar) is gebaseerd op het rapport van IVAM voor AOO (MER LAP). Lignine breekt vrijwel niet af, niet in een koeienmaag en niet in de bodem. In totaal wordt er dus CO₂ opgeslagen.

Tabel 28 Emissies systeem 1 maïsspil: veevoeder toepassing. Emissies per ton maïsspil

Thema	Klimaat- verandering	Humane toxiciteit	Ecotoxiciteit	Verzuring	Vermesting
Eenheid	Kg CO ₂ -eq.	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg SO ₂ - eq	Kg PO ₄ -eq
Veevoedertoepassing	Idem veevoederproductie uit rijststro				
Rijststro als meststof	-202,6	0	0	0	0

De emissies van de kolenstook in tabel 1 uit hoofdstuk 2 zijn per GJ steenkool en de stookwaarde van steenkool is 25,2 GJ/ton. De stookwaarde van de maïsspil is 15,4 GJ/ton. Voor de vergelijking tussen systeem 1 en systeem 2 dient uitgegaan te worden van de productie van dezelfde hoeveelheid elektriciteit. Dit betekent dat voor de elektriciteit uit een ton maïsspil 0,61 ton kolen nodig is. Voor de totale emissie van systeem 1 worden de emissies van het stoken van 0,61 ton kolen dan opgeteld bij de emissies van de veevoedertoepassing. De emissies van systeem 1 zijn in Tabel 29 opgenomen.

Tabel 29 Emissies systeem 1 maïsspil: veevoedertoepassing + kolenstook in de Gelderland 13

Thema	Klimaat- verandering	Humane toxiciteit	Ecotoxiciteit	Verzuring	Vermesting
Eenheid	Kg CO ₂ -eq.	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg SO ₂ - eq	Kg PO ₄ -eq
Veevoedertoepassing	Emissies idem aan veevoederproductie uit rijststro				
Rijststro als meststof	-202,6	0	0	0	0
Kolenstook in G13	1.604	56,7	0,58	3,39	0,35
Sommatie	1.401,5	56,7	0,58	3,39	0,35

6.6 Systeem 2: inzet in Gelderland 13

De maïsspil wordt naar een pelletiseereenheid gebracht. Na pelletisering worden de corncobpellets naar de haven van Bangkok gebracht over een geraamde afstand van 300 km. Dit is een schatting van de afstand van de provincie Petchabun, met de grootste maïsproductie van Thailand, tot de haven (NEPO, 2000). De dichtheid van de pellets wordt geschat op 0,5 ton/m₃. Vandaar gaat het per bulk carrier naar Rotterdam. Van Rotterdam gaat het vervolgens per groot Rijn-schip naar de Gelderland 13.

De emissies van deze route zijn in Tabel 30 opgenomen.

Tabel 30 Emissies systeem 2 route maïsspil naar Gelderland 13. Emissies per ton maïsspil

Thema	Klimaat- verandering	Humane toxiciteit	Ecotoxiciteit	Verzuring	Vermesting
Eenheid	Kg CO ₂ -eq.	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg SO ₂ - eq	Kg PO ₄ -eq
Wegtransporten	32,2	0,4	0,01	0,21	0,05
Pelletiseren	30,4	0,1	0,01	0,05	0,01
Zee-transport	4,2	0,1	0,00	0,1	0,01
Binnenvaart nr. G13	5,4	0,1	0,00	0,05	0,01
Meestoken	11,9	43,4	0,71	0,44	0,08
Sommatie	84	44,2	0,73	0,85	0,16

Bij de inzet in de Gelderland 13 wordt de corncob vervangen door een ander veevoeder voor koeien. Vervanging van het ene veevoeder door het andere gebeurt in belangrijke mate op basis van de Voedereenheid Melk (VEM) en Ruwe Celstof (voor koeien). Voor Thailand is van belang van wat ter plaatse aanwezig is. Volgens feed2gain.com komt de veevoeder van de spil qua voederwaarde goed overeen met die van rijststro, zie Tabel 31 Dit is vooral gebaseerd op ruwe celstof, omdat dit het hoofdbestanddeel is van de maïsspil. De VEM is zo laag dat dit waarschijnlijk geen rol zal spelen. Rijststro is in zeer grote hoeveelheid aanwezig in Thailand, ook in de gebieden waar maïsteelt plaatsvindt. Rijststro wordt (evenals de kaf zie hoofdstuk 3) vooral achtergelaten op het land waar het een rol vervult als meststof. Wanneer dit als veevoer wordt toegepast voor de vervanging van de maïsspil gaan we er voor de vergelijking vanuit dat kunstmest de mestende waarde van rijststro zal vervullen.

Tabel 31 Vergelijking VEM waarde en ruwe celstof gehalte van enkele veevoerders met de spil van de maïs

	Spil van maïs	Stro van tarwe	Rijststro	Stro van gerst
VEM	516	432	?	516
Ruwe celstof	32% tot 35%	42%	27% tot 33%	43,5%

Als vervanging voor de veevoertoepassing wordt uitgegaan van rijststro van lokale rijstproductie. Hiervoor nemen we aan dat dezelfde getallen gelden als voor de voertoepassing van maïs in de zin van transportafstanden en energiegebruik voor verwerking. Ook de methaanemissie van het vee zal min of meer gelijk zijn omdat rijststro eenzelfde aandeel ruwe celstof bevat als maïsspil.

De emissies van de veevoederproductie uit het rijststro worden gelijk verondersteld aan die van veevoederproductie uit de maïsspil. De emissies van de productie en toepassing van de kunstmest die rijststro vervangt zijn in Tabel 32 opgenomen. In deze tabel worden tevens de emissies van deze kunstmestproductie opgeteld bij de emissies van de route naar de Gelderland 13.

Tabel 32 Emissies systeem 2 maïsspil: kunstmestproductie ter vervanging rijststro en totale emissies systeem 2. Emissies per ton maïsspil

Thema	Klimaat- verandering	Humane toxiciteit	Ecotoxiciteit	Verzuring	Vermesting
Eenheid	Kg CO ₂ -eq.	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg SO ₂ -eq	Kg PO ₄ -eq
Kunstmestproductie	13,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Maïsspil naar G13	84,0	44,2	0,73	0,85	0,16
Sommatie	97,1	44,2	0,73	0,85	0,16

6.7 Resultaat systeemvergelijking

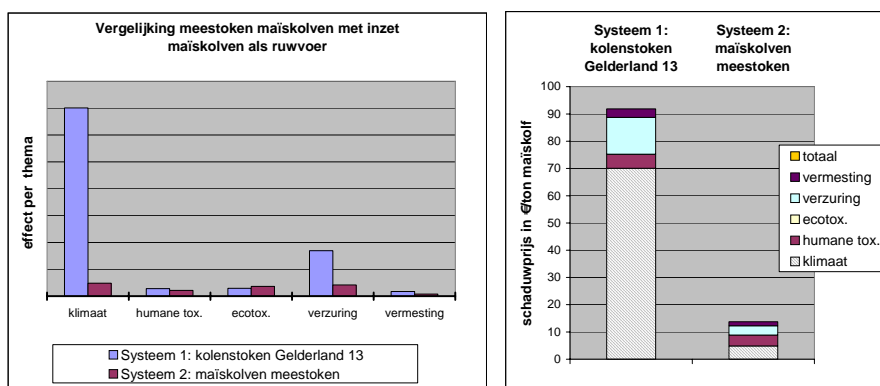
In Tabel 33 worden de emissies van systeem 1 en systeem 2 met elkaar vergeleken.

Tabel 33 Emissies systeem 1 en systeem 2 maïsspil

Thema	Klimaat- verandering	Humane toxiciteit	Ecotoxiciteit	Verzuring	Vermesting
Eenheid	Kg CO ₂ -eq.	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg 1,4 dichloor- benzeen eq	Kg SO ₂ -eq	Kg PO ₄ -eq
Systeem 1: veevoe- dertoe-passing + kolenstook G13	1.401,5	56,7	0,58	3,39	0,35
Systeem 2: meestook in G13 + rijststro als veevoeder	97,1	44,2	0,73	0,85	0,16
Systeem 2 minus systeem 1	-1.304	-12,5	0,15	-2,5	-0,18

In Figuur 16 zijn de resultaten grafisch weergegeven. In het linkerdeel van de figuur zijn de emissies van systeem 1 en systeem 2 per thema gegeven en in het rechterdeel zijn de emissies met schaduwpreizen bij elkaar opgeteld.

Figuur 16 Emissies van systeem 1 en systeem 2¹⁰



Uit de tabel en het figuur blijkt dat het meestoken van de uit spel geproduceerde concobpellets in de Gelderland 13 aanmerkelijk gunstiger voor het milieu is dan het gebruik de spil als meststof. Alleen de emissies die bijdragen aan de ecotoxiciteit nemen iets toe. De totale balans van de emissies van zware metalen is net iets ongunstiger dan die van kolen. Dit is vooral toe te schrijven aan het feit dat in verband met de hogere gehalten aan enkele zware metalen in de grondstof per energiewaarde vergeleken met kolen.

In Tabel 34 zijn emissies van NO_x, SO₂ en PM₁₀ van de Gelderland 13 gegeven bij wel en niet meestoken van corncobpellets. Door optelling ervan met schadekosten wordt het resultaat verkregen of meestoken leidt tot verbetering of verslechtering van de lokale luchtkwaliteit rond de Gelderland 13.

Tabel 34 Effecten meestoken maïsspil op lokale luchtkwaliteit rond de Gelderland 13. Emissies in kg.ton maïsspil

	Meestook maïsspil	Uitgespaarde emissie steenkool	Sommatie	Schadekosten € per ton
NO _x	0,61	-0,94	-0,33	-2,31
SO ₂	0,09	-0,63	-0,54	-4,12
PM ₁₀	0,02	-0,06	-0,04	-0,58
Totaal				-7,02

In zijn totaal geeft het meestoken een verbetering van de luchtkwaliteit rond de Gelderland 13. De emissies van NO_x, PM₁₀ en SO₂ worden alledrie lager.

¹⁰ In het linkerdeel van de figuur zijn de emissies van ecotoxiciteit, verzuring en vermesting met 100 vermenigvuldigd om ze zichtbaar te maken. In het rechterdeel van de figuur is dit vanzelfsprekend niet gedaan.



6.8 Conclusies en aanbevelingen

Het pelletiseren, naar Nederland transporteren gevolgd door meestoken van corncobpellets in de Gelderland 13 is duidelijk gunstiger dan het lokaal toepassen van de spil als ruwe celstof in veevoeder. Het meestoken heeft een gunstig effect op de vermindering van de broeikasemissies. Tevens verbetert de lokale luchtkwaliteit rond de Gelderland 13.

Ervan uitgegaan is dat in het productieland Thailand in plaats van de maïsspil rijststro als ruwe celstof voor veevoeder wordt gebruikt en dat door lokale boeren kunstmest gebruikt wordt voor compensatie van de bemestende waarde van die rijststro.



7 Conclusies

7.1 Conclusies per alternatieve brandstof

Rijstresidupellets

Het pelletiseren, naar Nederland transporteren gevolgd door meestoken van rijstkaf in de Gelderland 13 is duidelijk gunstiger dan het lokaal toepassen ervan als meststof. Het meestoken heeft een gunstig effect op de vermindering van de broeikasemissies. Tevens verbetert de lokale luchtkwaliteit rond de Gelderland 13.

In de analyse is het uitgangspunt dat in het productieland Thailand in plaats van rijstkaf door lokale boeren kunstmest gebruikt wordt voor compensatie van de bemestende waarde van rijstkaf. Onttrekking van rijstkaf als meststof zou ook een effect kunnen hebben op het humusgehalte in de bodem van de rijstakkers, maar hierover ontbreekt de informatie om te kunnen beoordelen of dit wel of niet het geval is.

Eucalyptushoutpellets

Het eucalyptushout dat ter plaatste niet wordt benut maar op hopen wordt verbrand, kan milieukundig veel beter naar Nederland worden gebracht en worden verbrand in de Gelderland 13. Inzet van het niet gebruikte eucalyptushout in de kolencentrales in Zuid-Afrika zelf zou te verkiezen zijn omdat dan op transport wordt bespaard. Door de zeer lage prijs van steenkool in Zuid-Afrika kan dit resthout echter niet met de steenkool concurreren. Daarom wordt het tot nu toe ter plaatse op hopen verbrand.

Meestoken van eucalyptushoutpellets geeft een verbetering van de luchtkwaliteit rond de Gelderland 13.

Palmpitkorrels

Of meestook van palmpitkorrels gunstiger voor het milieu is dan de huidige toepassing van het schroot is sterk afhankelijk van die huidige toepassing.

Indien de huidige toepassing veevoeder is, dan is het meestoken waarschijnlijk ongunstig voor het milieu. Dit omdat het een reële mogelijkheid is dat in plaats van de palmpitkorrels c.q. palmpitschroot¹¹ sojaschroot als eiwitbron gebruikt zal worden. Vanwege de explosieve groei in de consumptie van sojaschroot het afgelopen decennium leidt een inzet van extra sojaschroot zeer waarschijnlijk tot aanleg van extra plantageareaal. Aanleg van extra soja areaal is tot nu toe veelal ten koste gegaan van natuur, zoals oerwoud. Dit is ongunstig met het oog op biodiversiteitsverlies en bodememissies en leidt ook tot significante emissies naar lucht van met name broeikasgassen.

¹¹ Palmpitschroot is de in de veevoer sector gangbare benaming en wordt hier opgevoerd voor de herkenbaarheid van de besproken biomassa stroom.

Indien de huidige toepassing meststof is of wanneer het schroot als afval wordt verbrand, dan is het meestoken gunstiger voor het milieu.

Wanneer dus gegarandeerd zou worden dat de palmpitkorrels ten behoeve van meestook in de Gelderland 13 aan de toepassing als meststof worden onttrokken, is het milieueffect positief.

Meestoken van palmpitkorrels geeft per kilo of per eenheid energie naar verwachting een hogere emissie van NO_x en kan daarom een negatief effect hebben op de lokale luchtkwaliteit rond de Gelderland 13. Dit door de toename van de NO_x-concentratie in de rookgassen. De korrels bevatten een per eenheid energie twee maal zo hoge stikstofconcentratie als de gemiddelde steenkool mix, die als hoofdbrandstof dient.

De volgens het gedoogverzoek maximaal in te zetten hoeveelheid palmpitkorrels bedraagt 270 kton/jaar. Analyse van de invloed van een dergelijke brandstof vracht met het door CE ontwikkelde emissiemodel op de NO_x-jaarvracht doet een toename van naar schatting 15% - 20% verwachten. De daadwerkelijke hoeveelheid mee te stoken palmpitkorrels zal volgens Electrabel beperkt blijven tot 60 - 70 kton/jaar. Met name omdat de korrels dusdanig hoge alkali concentraties bevat dat grotere hoeveelheden onacceptabele risico's op verslakking en vorming van afzettingen in de vuurhaard veroorzaken. Daarnaast wordt naar verwachting ook andere biomassa meegestookt. Lineair geredeneerd zal de toename van de NO_x-vracht daarom beperkt blijven tot 3% - 5%, een toename die waarschijnlijk binnen de variaties in de NO_x concentratie en de meetonnauwkeurigheid niet goed vast te stellen is.

De toename zal echter volledig kunnen worden voorkomen door inzet van steenkool en andere organische brandstoffen met een lagere stikstofconcentratie. Daarnaast kan door optimalere werking van de SCR DeNO_x en eventueel ook door selectie van bepaalde branderlagen (met name de onderste lagen) ook minder NO_x worden gevormd of meer NO_x worden verwijderd uit de rookgassen. Samenvattend kan worden gesteld dat het effect van meestoken van palmpitkorrels op de NO_x-emissie en lokale luchtkwaliteit door aanvullende maatregelen kan worden geneutraliseerd.

Corncobpellets (Gepellitiseerde maiskolven)

Het pelletiseren, naar Nederland transporteren gevolgd door meestoken van corncobpellets in de Gelderland 13 is duidelijk gunstiger dan het lokaal toepassen ervan als ruwe celstof in veevoeder. Het meestoken heeft een zeer gunstig effect op de vermindering van de broeikasemissies. Tevens verbetert de lokale luchtkwaliteit rond de Gelderland 13.

Ervan uitgegaan is dat in het productieland Thailand in plaats van de maïsspil rijststro als ruwe celstof voor veevoeder wordt gebruikt en dat door lokale boeren kunstmest gebruikt wordt voor compensatie van de bemestende waarde van die rijststro.

7.2 Conclusies per alternatieve brandstof uit de vorige studie

Hier worden kort de conclusies uit de studie naar de alternatieve brandstoffen: frituurvet, palmoliederivaat, resthout en tall oil pitch van augustus 2005 vermeld.

Op basis van die conclusies en de conclusies uit deze studie worden in de volgende paragraaf enkele algemene conclusies geformuleerd.

Resthout

Het meestoken van resthout in de Gelderland 13 is milieukundig gunstiger dan het gebruik van resthout voor de productie van spaanplaat. Dit omdat de productie van gipsplaat dat met spaanplaat concurreert op dit moment met aanmerkelijk minder emissies geschiedt dan de productie van spaanplaat.

Meestoken van resthout geeft een verbetering van de lokale luchtkwaliteit rond de Gelderland 13.

Frituurvet

Het meestoken van frituurvet in de Gelderland 13 is milieukundig de meest gunstige optie: Via deze route wordt steenkool vervangen en dat levert meer milieuwinst is op dan het vervangen van olie via andere opties.

Meestoken van frituurvet geeft een verbetering van de lokale luchtkwaliteit rond de Gelderland 13.

Palmolievetzuren

Bij de analyse van het milieueffect van de inzet van palmolievetzuren als alternatieve brandstof is de vraag essentieel of deze inzet leidt tot de aanleg van nieuwe productieplantages ten koste van oerwoud in de productielanden Indonesië en Maleisië. Indien dit het geval is, zijn er verschillende effecten waarmee rekening moet worden gehouden, zoals: biodiversiteit, broeikas effect door de kap van oerwoud (verandering CO₂-opslag, methaanemissies door rot van wortels) en sociale aspecten. Of daadwerkelijk nieuwe plantages worden aangelegd is op voorhand niet met zekerheid te voorspellen. Immers palmolie concurreert met andere producten en er is een kans dat de concurrerende toepassing veevoer overstapt op een andere grondstof, waarbij weer andere effecten een rol kunnen spelen. Ook is het wellicht mogelijk bij een stringent ontmoedigingsbeleid voor de aanleg van nieuwe plantages in Indonesië en Maleisië er efficiënter gaat worden geproduceerd op de bestaande plantages.

Indien gewaarborgd wordt dat het gebruik van palmolie niet leidt tot de aanleg van nieuwe plantages dan kan de inzet palmolievetzuren als alternatieve brandstof vergeleken te worden met de inzet ervan in de veevoederindustrie. Onder deze aanname geeft het meestoken van palmolievetzuren in de Gelderland 13 een lagere netto milieubelasting op alle beschouwde thema's dan inzet ervan in veevoeder. Indien er wel kans is op een uitbreiding van het areaal aan plantages voor palmolie door toepassing van palmolie voor energie dan is afhankelijk van de precieze manier van teelt, de samenstelling van het eerdere bos, etc., het effect op broeikas effect mogelijk negatief en biodiversiteit waarschijnlijk negatief.

Meestoken van palmolievetzuren geeft een verbetering van de lokale luchtkwaliteit rond de Gelderland 13.

Tall oil pitch

Tall oil is het residu van de tall oil destillatie. Tall oil is een bijproduct van het sulfaat pulp proces voor de productie van papier/karton. Ook het toepassen van tall oil pitch voor energie is milieukundig positief. Wel is het maatschappelijk aanbevelenswaardig om de 8% sterolen in deze grondstof af te scheiden en elders in te zetten voor voedsel met gezondheidsvoordelen. De resultaten voor directe verbranding in de Gelderland 13 en die van verbranding in de Gelderland 13 na het onttrekken van sterolen (gebruikt voor de productie van cholesterol verlagende vetzuren) zijn vrijwel gelijk.

Meestoken van tall oil pitch geeft een verbetering van de lokale luchtkwaliteit rond de Gelderland 13.

7.3 Algemene conclusies

Op basis van de beschouwde alternatieve brandstoffen in deze en vorige studie zijn de volgende algemene indicatieve conclusies geformuleerd. Het betreft indicatieve conclusies omdat het aantal beschouwde alternatieve brandstoffen beperkt is tot acht:

- Meestoken in de Gelderland 13 is steeds milieukundig het gunstigst behalve indien het gebruik van palmoliederivaat of palmolieschroot leidt tot extra plantages voor de productie van palmolie of sojaolie en aantasting van tropisch bos.
- Bij toepassing van een potentiële alternatieve brandstof als veevoeder is het van belang of dat product een functie heeft met een voedingswaarde of als ruwe celstof. Als het een belangrijke voedingswaarde heeft, concurreert het met andere producten met voedingswaarde en vindt teelt ervan plaats met dat doel. Door die extra teelt kan het totale milieueffect negatief zijn. Indien het vooral als ruwe celstof dient voor herkauwers concurreert het met andere oogstrestanten. Een groot deel van die oogstrestanten wordt momenteel gebruikt als meststof. In plaats daarvan kan dan kunstmest worden gebruikt. Het totale milieueffect van meestoken is dan positief.
- Meestoken van de beschouwde alternatieve brandstoffen in de Gelderland 13 resulteert steeds in een verbetering van de lokale luchtkwaliteit rond de centrale. Alleen voor palmpitschroot is dit niet het geval.
- Brandstoffen die een alternatieve toepassing hebben in energieopwekking (zoals biodiesel), kunnen beter in de Gelderland 13 worden meegestookt. Dit omdat de milieueffecten van het meestoken in de Gelderland 13 lager zijn. Dit komt doordat in de Gelderland 13 er kolen uitgespaard worden en bij andere routes olie.
- Effecten van het onttrekken van alternatieve brandstoffen aan de markt op de alternatieve toepassing van die brandstoffen zijn niet geheel te voorspellen. Dit betekent dat men voorzichtig moet zijn in het trekken van conclusies en dan met name wanneer het gaat om alternatieve brandstoffen waarvan de onttrekking aan de markt leidt of kan leiden tot de aanleg van nieuwe productielocaties ten koste van natuurterreinen. Door de overheden van Indonesië en Maleisië wordt wel ontmoedigingsbeleid toegepast voor de aanleg van nieuw plantage areaal ten koste van oerwoud. Dit behoeft echter verdere effectuering.



Oude Delft 180

2611 HH Delft

tel: 015 2 150 150

fax: 015 2 150 151

e-mail: ce@ce.nl

website: www.ce.nl

Besloten Vennootschap

KvK 27251086

Milieuanalyse 4 alternatieve (bio-) brandstoffen voor de Gelderland 13

Corncobpellets, rijstresidupellets,
palmpitkorrels en eucalyptushoutpellets

Bijlagen

Rapport

Delft, 25 januari 2006

Opgesteld door: J.T.W. (Jan) Vroonhof
H.J. (Harry) Croezen
M.N. (Maartje) Sevenster
M. (Kiek) Singels





A Gebruikte karakterisatiefactoren, schaduwrijzen en schadekosten

In de milieuanalyses wordt conform de LCA-methodiek gebruik gemaakt van karakterisatiefactoren. Dit zijn getallen die aangeven wat de bijdrage van een bepaalde stof is aan een milieuthema ten opzichte van een referentiestof. Deze karakterisatiefactoren zijn ontleend aan 'Handbook of Life Cycle Assessment' 2002.

Tabel 35 Gebruikte karakterisatiefactoren

	Broeikasewfect	Verzuring	Vermesting	Humane toxiciteit	Eco-toxiciteit
CO ₂	1				
CH ₄	23				
N ₂ O	296				
SO ₂		1,2		0,096	
NO _x		0,5	0,13	1,2	
NH ₃		1,6	0,35	0,1	
HCl				0,5	
HF				2.900	4,64
PM ₁₀				0,82	0,82

De gebruikte schaduwrijzen zijn ontleend aan CE (2002) en Harmelink (2004).

Tabel 36 Gebruikte schaduwrijzen

Milieuthema	Equivalent eenheid	Schaduwrijz € / kg equivalenteenheid	Bron
Broeikasewfect 100 GWP	CO ₂	0,05	(CE, 2002)
Verzuring	SO ₂	4	(CE, 2002)
Vermesting	PO ₄	9	(CE, 2002)
Humane toxiciteit	1,4 DCB	0,09	(TNO, 2004)
Ecotoxiciteit (zoetwater)	1,4 DCB	0,03	(TNO, 2004)

De gebruikte schadekosten zijn ontleend aan VU (1997).

Tabel 37 Gebruikte schadekosten

Stof	Schadekosten € / kg	Bron
NO _x	7,0	(VU, 1997)
SO ₂	7,6	(VU, 1997)
PM ₁₀	16,6	(VU, 1997)



B Achtergronddata rijstresidupellets

B.1 Bronnen

- Overview of biomass utilization in Thailand (Papong, ...et al., 2005);
- Bob Laughlin (Torfttech), David Walden (Bronzeoak), Ton Smetsers, H. Schepers (Europese Commissie, Taxud), Cogen 3;
- Rice husk ash market study (DTI, 2003);
- Rice husk, an alternative fuel in Perú (Assureira, 2002);
- Thailand country report 2005;
- Thailand Biomass power generation and cogeneration within small rural industries, Final Report (NEPO, 2000);
- On-farm composting methods, (Misra, ...et al., FAO, 2003);
- MERLAP, achtergronddocument A15, (AOO, 2002);
- Manual para la elaboracion de compost, (Sztern et al., OPS (02.99) 2002) ;
- The briquetting of agricultural wastes for fuel, (Eriksson, ...et al., FAO, 1990).

B.2 Samenstelling rijstresidupellets

Tabel 38 Samenstelling rijstresidupellets

	Rijstresidu pellets
stookwaarde (MJ/kg)	13,40
hoofdelementen (% van n.s.)	
koolstof - carbon - C	46%
waterstof - hydrogen - H	5%
zuurstof - oxygen - O (berekend)	23%
stikstof - nitrogen - N	0,6%
zwavel - sulfur - S	0,180%
H ₂ O	10%
as-gehalte	15%
halogenen (mg/kg n.s.)	
chloor - chlorine/chloride - Cl	495
fluor - fluoride - F	40,5
micro- en sporenelementen die onder BLA vallen (mg/kg n.s.)	
arseen - arsenic - As	1,3
cobalt - Co	1,8
chrom - chromium - Cr	
koper - copper - Cu	
mangaan - manganese - Mn	180,0
nikkel/nickel - Ni	5,1
lood - lead - Pb	25,2
antimoon - antimony - Sb	4,5
seleen - selenic - Se	4,5
tin - Sn	4,5
telluur - Te	4,5
vanadium - V	4,5
cadmium - Cd	0,0
kwik - mercury - Hg	0,1
micro- en sporenelementen, die niet onder BLA vallen (mg/kg n.s.)	
boor - boride - B	
barium - Ba	4,1
beryllium - Be	
broom - Br	
molybdeen - Mo	1,8
zink - zinc - Zn	11,7

B.3 Data systeem 1

Tabel 39 Parameters voor compost route

Proces		
Transport → composteerder	50	km
Composteren	per ton input	
Diesel (MJ)	40,5	MER LAP
Elektra (MJ)	11,3	MER LAP
Ton uit : ton in	0,58	MER LAP
Transport → toepassing	50	km

Emissies als gevolg van de toepassing van de compost zijn:

- eutrofiering bodem: zelfde als alternatief (kunstmest) dus buiten beschouwing;
- N₂O : 2% van de N in compost (zie Tabel 40).

Tabel 40 Samenstelling rijstkaf compost (bron OPS 2002)

C/N	pH	org.mat.	N	P	Ca	K
24	7,3	41%	1,2%	0,88%	2,50%	1,60%
Fe (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)		Mg	Na	
1324	288	346		1,1%	0,9%	

B.4 Data systeem 2

Tabel 41 Parameters voor Electrabel route

Proces			Opmerking
Inzamelen kaf	zelfde als compost route		
Transport → pelletiseerder (weg)	50	km	NEPO 2000
Pelletiseren	0,15	MJ/kg	FAO 1990
dichtheid in	0,1	ton/m ³	
dichtheid uit	1	ton/m ³	FAO 1990
Bulkdichtheid	0,33	ton/m ³	
Transport → haven Bangkok	100	km	
Transport Bangkok - Rotterdam met Panamax bulkcarrier	9113 =16877	Zeemijl km	
Transport Rotterdam- Nijmegen binnenvaart groot Rijnschip	150	km	
Toepassing	zie samenstelling		

B.5 Emissietabellen systeem 1 en systeem 2

Systemeem 1: kolenstoken en gebruik rijstkaf als meststof

Emissies gerelateerd aan wegtransport van rijstkaf en daaruit geproduceerde compost

	Wegtransport
broeikasgassen	
CO ₂	1,3E+01
CH ₄	1,5E-02
N ₂ O	
verzurende emiss	
SO ₂	0,01
NO _x	1,4E-01
NH ₃	
HCl	
HF	
Toxische emissies	
CO	3,2E-02
PM10	5,1E-03

Emissies pelletiseerproces (steeds kg/ton input, tenzij anders vermeld)

	Elektriciteit	Diesel	Toepassing op veld	Totaal
broeikasgassen				
CO ₂	2,02	3,15	-213	-207,49
CH ₄	0,0	0,0		0,0
N ₂ O	0,0	0,0	0,1	0,1
verzurende emiss				
SO ₂	0,0	0,0		0,0
NO _x	0,0	0,0		0,1
NH ₃				
HCl				
HF				
Toxische emissies				
CO	0,0	0,0		0,0
PM10	0,00	0,00		0,01

Emissies gerelateerd aan gebruik van rijstkaf compost als meststof (cijfers per ton compost)

	Emissiefactor element	molmassa verhouding verbinding : element	Hoeveelheid element (kg/ton eucalyptus)	Emissie (kg/ton PPS)
broeikasgassen				
CO ₂	-100%	3,67	100	-366,67
CH ₄				
N ₂ O	1,25%	1,57	7	0,14
verzurende emiss				
SO ₂				
NO _x				
NH ₃				
HCl				
HF				
Toxische emissies				
CO				
PM10				

Lignine gehalte van rijstkaf 20%
Koolstofgehalte van lignine 50%

System 2: meestoken van rijstkaf in de Gelderland 13

Emissies gerelateerd aan rijstkaf pellet ttransport

	Wegtransport	Zeetransport	Binnenvaart	Totaal
broeikasgassen				
CO ₂	17,96	4,08	5,25	27,28
CH ₄	2,0E-02	3,9E-03	5,8E-03	2,9E-02
N ₂ O				
verzurende emissies				
SO ₂	0,02	0,05	0,01	0,07
NO _x	1,9E-01	8,5E-02	7,7E-02	3,5E-01
NH ₃				
HCl				
HF				
Toxische emissies				
CO	4,1E-02	3,2E-03	1,3E-02	5,7E-02
PM10	7,0E-03	5,6E-03	4,0E-03	1,7E-02

Emissies pelletiseerproces (steeds kg/ton input, tenzij anders vermeld)

	Per ton schroot
broeikasgassen	
CO ₂	30,35
CH ₄	0,001
N ₂ O	6,7E-05
verzurende emissies	
SO ₂	0,002
NO _x	0,104
NH ₃	
HCl	
HF	
Toxische emissies	
CO	0,010
PM10	0,010

Emissies gerelateerd aan kunstmest productie

	N	P	K	Totaal
broeikasgassen				
CO ₂	2,7E+00	2,1E+00	3,3E+00	8,0E+00
CH ₄	-1,8E-05	2,4E-04	3,5E-04	5,7E-04
N ₂ O	3,3E-02	-2,5E-05		3,3E-02
verzurende emissies				
SO ₂	0,00	0,33		0,33
NO _x	2,0E-02	1,7E-02	1,7E-03	3,9E-02
NH ₃	1,1E-02	2,8E-07		1,1E-02
HCl		5,8E-04		5,8E-04
HF		4,8E-05		4,8E-05
Toxische emissies				
CO	-3,8E-05	-1,1E-03	8,7E-04	-2,7E-04
PM10	1,4E-03	1,6E-02		1,8E-02

Aanname: van de stikstof in de rijststro wordt 25% opgenomen, conform de Nederlandse praktijk
De overige 75% spoelt uit als NO₃ (28% overschot) of wordt omgezet in N₂ of N₂O (72% van overschot)

C Achtergronddata eucalyptushoutpellets

C.1 Bronnen

Robert Flynn van Wood Resources International; vertegenwoordiger van Sappi; Roeland Reesinck van GF Energy BV; Ton Smetsers van Van Leer; uit 'Draft Background information: South African Forestry, Pulp and Paper Industries, Feb 2004'.

C.2 Samenstelling eucalyptushout

Tabel 42 Samenstelling eucalyptushoutpellets

	Eucalyptushout residu
stookwaarde (MJ/kg)	15,40
hoofdelementen (% van n.s.)	
koolstof - carbon - C	45,5%
waterstof - hydrogen - H	3,5%
zuurstof - oxygen - O (berekend)	42,5%
stikstof - nitrogen - N	0,3%
zwavel - sulfur - S	0,1%
H ₂ O	
as-gehalte	8,2%
halogenen (mg/kg n.s.)	
chloor - chlorine/chloride - Cl	
fluor - fluoride - F	10
micro- en sporelementen die onder BLA vallen (mg/kg n.s.)	
arseen - arsenic - As	0,5
cobalt - Co	0,8
chromium - chromium - Cr	11,0
koper - copper - Cu	4,4
mangaan - manganese - Mn	540,0
nikkel/nickel - Ni	2,9
lood - lead - Pb	0,8
antimoon - antimonium - Sb	1,1
seleen - selenic - Se	0,6
tin - Sn	0,5
telluur - Te	0,5
vanadium - V	1,8
cadmium - Cd	0,1
kwik - mercury - Hg	0,1
micro- en sporelementen, die niet onder BLA vallen (mg/kg n.s.)	
boor - boride - B	
barium - Ba	38,0
beryllium - Be	
broom - Br	
molybdeen - Mo	0,5
zink - zinc - Zn	18,0

C.3 Data Systeem 1: Verbranden eucalyptushout in Zuid-Afrika

Voor de emissies van de pile burning van eucalyptushout wordt de berekeningswijze van IPCC 'Greenhouse Gas Inventory Workbook' Volume 2, 1995 gevolgd. De berekening hier wordt uitgevoerd per kg eucalyptus hout die in Zuid-Afrika op hopen wordt verbrand. Voor de berekening van de emissies van CH₄, CO, NO_x en N₂O worden de default waarden van tabel 4.12 uit het workbook gebruikt. De berekening is in Tabel 43 opgenomen.

Tabel 43 Berekening emissies pile burning eucalyptushout

Droge stof	Koolstof-gehalte ds	g Koolstof / kg eucalyptushout	Stikstofgehalte ds	g Stikstof / kg eucalyptushout
55%	45,5%	247,5 g	0,3%	1,65
	Emissie ratio (zie workbook)	Emissie C / N	Conversie molgewicht	Emissie van pile burning per kg eucalyptushout
CH ₄	0,005	1,2 g C	16/12	1,6 g CH ₄
CO	0,06	14,85 g C	28/12	34,65 g CO
N ₂ O	0,007	0,012 g N	44/28	0,018 g N ₂ O
NO _x	0,121	0,20 g N	46/14	0,65 g NO _x

C.4 Data systeem 2: inzet eucalyptushout in de Gelderland 13

In Tabel 44 zijn de gegevens van de intermediaire transporten en van de bewerkingen van het eucalyptushout voor systeem 2 opgenomen.

Tabel 44 Data systeem 2

Transporten eucalyptus hout		info van GPEnergy				
	vocht-gehalte	m ³ /wagen	max ton per wagen	dichtheid ton ds/m ³	ton ds / transport	transport afstand in km
transport van plantage naar fabriek	45%	80	35	0,28	19,3	50
transport van peltefabriek naar haven	9,5%	80	35	0,6	31,7	20 - 200
		max m ³	tonnage			
transport per bulk carrier	9,5%	55.000	40.000	0,6	33000	12.860
transport per groot rijnschip	9,5%	2.700	2.160	0,6	1620	180
bewerkingen						
[bron: long distance bioenergy logistics]						
	laag	hoog	gemiddeld		gebruikte energie	conversiefactor in bron
versnipperen	0,13	0,23	0,18	GJ _{prim} /t _{ds}	0,43	
	0,056	0,099	0,077	GJ _e /t _{ds}		
drogen mbv hout (biomassa dus)	de benodigde energie hiervoor is ca 10% van de energie-inhoud					
pelletiseren	0,2	0,4	0,3	GJ _{prim} /t _{ds}	0,43	
	0,086	0,172	0,129	GJ _e /t _{ds}		
verpoederen van de pellets	140 kWh/t					

De bewerkingen versnipperen, drogen en pelletiseren vinden plaats in Zuid-Afrika. Voor de emissie van de gebruikte energie wordt het energiescenario van Zuid-Afrika gebruikt. In Zuid-Afrika wordt voor verreweg het grootste deel steenkool voor de energieopwekking gebruikt. Steenkool wordt in Zuid-Afrika op grote schaal gedolven. Omdat het dicht onder het oppervlak ligt is de steenkool in Zuid-Afrika goedkoop. In Zuid-Afrika is er eigenlijk maar één energieproducent, Eskom. Op kleine schaal vindt hier en daar enige energieopwekking plaats, maar dit is te verwaarlozen ten opzichte van de productie door Eskom. Voor de emissies van de energieopwekking in Zuid-Afrika zijn dan ook de emissies van de

energieopwekking door Eskom gebruikt. Het verpoederen van de pellets vindt bij Electrabel plaats. Dit vergt ca 140 kWh_e/ton.

Tabel 45 Energiescenario Zuid-Afrika

Zuid Afrika energie scenario in 2000		
[Eskom's Environmental policy; www.eskom.co.za]		
energiemix	steenkool	88,6%
	kernenergie	6,7%
	waterkracht	0,7%
	opslag	1,3%
	import	2,7%
steenkool	stookwaarde	19,5 MJ/kg
	asgehalte	28,6%
	zwavelgehalte	0,90%
Geproduceerde elektriciteit		189.307 GWh
Ingezette kolen		92,3 Mton
emissies	N ₂ O	2093 ton
	CO ₂	161,2 Mton
	SO ₂	1.505 kton
	NO ₂	674 kton
	PM	66,1 kton

C.5 Emissietabellen systeem 1 en systeem 2

System 1: kolenstoken en pile burning van Eucalyptus

Emissieschatting voor pileburning van Eucalyptus hout

	Emissiefactor element	molmassa verhouding verbinding : element	Hoeveelheid element (kg/ton eucalyptus)	Emissie (kg/ton PPS)
broeikasgassen				
CO ₂				
CH ₄	1%	1,33	455	3,0
N ₂ O	1%	1,57	3	0,03
verzurende emissies				
SO ₂	100%	2,00	0,5	1,0
NO _x	12%	3,29	3	1,2
NH ₃				
HCl				
HF				
Toxische emissies				
CO	6%	2,33	455	63,7
PM10				

Systeem 2: meestoken, gemiddelde

Emissies gerelateerd aan Eucalyptus transport

	Wegtransport	Zeetransport	Binnenvaart	Totaal
broeikasgassen				
CO ₂	7,83	1,89	3,19	12,91
CH ₄	8,6E-03	1,8E-03	3,5E-03	1,4E-02
N ₂ O				
verzurende emissies				
SO ₂	0,01	0,02	0,01	0,04
NO _x	9,1E-02	3,9E-02	4,7E-02	1,8E-01
NH ₃				
HCl				
HF				
Toxische emissies				
CO	1,4E-02	1,5E-03	7,8E-03	2,4E-02
PM10	3,0E-03	2,6E-03	2,4E-03	8,1E-03

Emissies gerelateerd aan pellet productie uit Eucalyptus

	Elektriciteit	Warmte	Per ton schroot
broeikasgassen			
CO ₂	26,98		26,98
CH ₄	0,00	0,05	0,1
N ₂ O	0,00	0,01	0,0
verzurende emissies			
SO ₂	0,25	0,04	0,3
NO _x	0,11	0,20	0,3
NH ₃			
HCl			
HF			
Toxische emissies			
CO	0,00	0,08	0,1
PM10	0,01	0,31	0,32

D Achtergronddata palmpitkorrels

D.1 Bronnen

- telefonische interviews met mw. H. de Wit van Davof en dhr. T. Smetsers van de firma Van Leer;
- de websites van MVO (www.mvo.nl) USDA (LEI (<http://www.lei.nl>), FAO¹² en het Productschap Diervoeders: (<http://www.pdv.nl/lmbinaries/1a.pdf>);
- U. Bickel, J.M. Dros;
- *the impacts of soybean cultivation on Brazilian Ecosystems*;
- WWF Forest Conversion Initiative (Switzerland), oktober 2003;
- G. Mrema;
- *Small-scale palm oil processing in Africa*;
- FAO agricultural service services bulletin 148¹³.

¹² Met name de rapporten zijn te vinden onder de volgende webadressen:

- <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/afris/Data/501.HTM>;
- <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Proceedings/manado/chap.25.htm>.

¹³ Zie <http://www.fao.org/DOCREP/005/Y4355E/y4355e07.htm>.

D.2 Samenstelling palmpitkorrels

Tabel 46 Samenstelling palmpitkorrels

	palmpitschroot
stookwaarde (MJ/kg)	18,5
hoofdelementen (% van n.s.)	
koolstof - carbon - C	46%
waterstof - hydrogen - H	6%
zuurstof - oxygen - O (berekend)	40,0%
stikstof - nitrogen - N	2,8%
zwavel - sulfur - S	0%
H ₂ O	
as-gehalte	5%
halogenen (mg/kg n.s.)	
chloor - chlorine/chloride - Cl	1000
fluor - fluoride - F	1
micro- en sporenelementen die onder BLA vallen (mg/kg n.s.)	
arseen - arsenic - As	0,1
cobalt - Co	1,5
chrom - chromium - Cr	4,0
koper - copper - Cu	30,0
mangaan - manganese - Mn	
nikkel/nickel - Ni	2,0
lood - lead - Pb	2,0
antimoon - antimonium - Sb	1,0
seleen - selenic - Se	1,0
tin - Sn	0,1
telluur - Te	
vanadium - V	1,0
cadmium - Cd	0,0
kwik - mercury - Hg	0,0
micro- en sprenelementen, die niet onder BLA vallen (mg/kg n.s.)	
boor - boride - B	
barium - Ba	3,0
beryllium - Be	
broom - Br	
molybdeen - Mo	0,5
zink - zinc - Zn	

D.3 Data inzet palmpitschroot in mengvoeder

Dit deel van het systeem betreft de alternatieve, door meestoken vervangen toepassing van het palmpitschroot. Dit deel van het systeem omvat:

- de productie van oliepalmvruchten en de verwerking van de vruchten op de oliepalmplantage;
- de verwerking van het binnenste van de palmpitten tot olie en schroot;
- schroot transport;
- verwerking van het schroot.

Voor de emissies gerelateerd aan palmolie teelt en verwerking van de vruchten wordt verwezen naar voorgaande Electrabel studie.

Emissies gerelateerd aan de verwerking van het binnenste van de palmpitten zijn op de volgende manier geschat:

- bij gebrek aan specifieke data voor verwerking van palmpitten is uitgegaan van een elektriciteit gebruik en warmte behoefte zoals nodig bij verwerking van gepelde en gedroogde soja bonen;
- op basis van informatie gevonden op internet beschikt Nigeria over een relatief bescheiden productiepark en infrastructuur¹⁴. Elektriciteit voor industriële activiteiten wordt vaak op de locatie zelf opgewekt met diesel aggregaten. In deze studie is daarom uitgegaan van het opwekken van de voor palmpit-schroot en palmpitolie productie benodigde elektriciteit. Voor een diesel aggregaat zijn uit de Ecolnvent database de volgende emissiefactoren overgenomen;
- verder is aangenomen dat de warmtebehoefte wordt gedekt door een oliegestookte boiler. Hiervoor zijn emissiefactoren voor een typische olie gestookte industriële boiler aangehouden, zoals gegeven in Ecolnvent

Emissies gerelateerd aan verwerking van het schroot in Nederland zijn berekend aan de hand van emissiefactoren voor het Nederlandse centrale elektriciteit productiepark en emissiefactoren voor een typische aardgas gestookte industriële boiler, zoals gegeven in Ecolnvent.

D.4 Data meestoken in de Gelderland 13

Voor deze schakel zijn in rekening gebracht:

- de productie van oliepalmvruchten en de verwerking van de vruchten op de oliepalmpiantage;
- de verwerking van het binnenste van de palmpitten tot olie en schroot;
- schroot transport;
- meestoken van het schroot in de Gelderland 13;
- uitgespaarde inzet van steenkool in de Gelderland 13.

Voor de eerste 3 schakels wordt verwezen naar vorige subparagraaf. De transportafstand voor het binnenschip is iets langer verondersteld dan bij verwerking van het schroot in veevoeder, maar dit proces draagt nauwelijks bij aan de totale milieubelasting.

¹⁴ De analyse is gebaseerd op informatie gevonden op internet:

- <http://www.eia.doe.gov/cabs/nigenv.html>;
- <http://www.africa-energy.com/html/public/data/nigeria.html>;
- http://www.nest-interactive.org/climate_change_docs/emissionsreportoct25.pdf.

D.5 Emissiedata

Situatie 1

System 1: kolenstoken en gebruik palmpit schroot in mengvoeders

Bepalen weegfactor schroot en olie uit palmpitten

	waarde	opbrengst (tov 1 kg input)	weeg-factor
- olie	800	50%	97%
- schroot	25	50%	3%

Energie gerelateerde emissies bij palmpit olie extractie(kg)

	Extractie, per ton input	Extractie, toegerekend naar Schroot (kg/ton)	Pelletizeren	Totaal voor schroot
broeikasgassen				
CO ₂	47,28	2,87	6,67	9,53
CH ₄	0,00	0,00	0,00	0,00
N ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,00
verzurende emissies				
SO ₂	0,04	0,00	0,01	0,02
NO _x	0,17	0,01	0,11	0,12
NH ₃				
HCl				
HF				
Toxische emissies				
CO	0,07	0,00	0,05	0,06
PM10	0,02	0,00	0,01	0,02

Emissies gerelateerd aan palmpit schroot pellets transport

	Wegtransport	Zeetransport	Binnenvaart	Emissie (kg/ton PPS)
broeikasgassen				
CO ₂	13,41	1,18	5,26	19,85
CH ₄	0,01	0,00	0,01	0,02
N ₂ O	-	-	-	-
verzurende emissies				
SO ₂	0,01	0,01	0,01	0,04
NO _x	0,16	0,02	0,08	0,26
NH ₃	-	-	-	-
HCl	-	-	-	-
HF	-	-	-	-
Toxische emissies				
CO	0,02	0,00	0,01	0,04
PM10	0,01	0,00	0,00	0,01

Emissies verwerking palmpit schroot pellets in mengvoeder

	Elektriciteit	Gasconsumptie	Saampjes
broeikasgassen			
CO ₂	21,61	5,60	27,20
CH ₄	3,4E-02	6,0E-04	3,5E-02
N ₂ O			
verzurende emissies			
SO ₂	0,01		0,01
NO _x	1,9E-02	3,0E-03	2,2E-02
NH ₃			
HCl			
HF			
Toxische emissies			
CO		1,5E-03	1,5E-03
PM10	1,2E-03		1,2E-03

System 2: meestoken van palmpit schroot pellets in de Gelderland 13

Emissies gerelateerd aan palmpit schroot pellets transport

	Wegtransport	Zeetransport	Binnenvaart	Totaal
broeikasgassen				
CO ₂	13,41	1,18	5,26	19,85
CH ₄	1,5E-02	1,1E-03	5,8E-03	2,2E-02
N ₂ O				
verzurende emissies				
SO ₂	0,01	0,01	0,01	0,04
NO _x	1,6E-01	2,5E-02	7,7E-02	2,6E-01
NH ₃				
HCl				
HF				
Toxische emissies				
CO	2,4E-02	9,4E-04	1,3E-02	3,8E-02
PM10	5,2E-03	1,6E-03	4,0E-03	1,1E-02

Emissies bij soja teelt (steeds kg/ha, tenzij anders vermeld: soja opbrengst = 3 ton/ha)

	kunstmest productie	diesel inzet	afspoeling en emissies vanaf akker	Emissies ontbossing	Totaal kg/ha	In kg/ton schroot
broeikasgassen						
CO ₂	44,6	183,7			228,3	61,8
CH ₄	0,0	0,2			0,2	0,1
N ₂ O	0,2	0,0	1,7		1,9	0,5
verzurende emissies						
SO ₂	1,9	0,3			2,2	0,6
NO _x	0,2	2,8			3,0	0,8
NH ₃	0,0				0,0	0,0
HCl	0,0				0,0	0,0
HF	0,0				0,0	0,0
Toxische emissies						
CO	0,0	1,6			1,6	0,4
PM10	0,1	0,3			0,4	0,1
Vermestende emissies						
NO ₃			36		36	9,7
P			3		3	0,8

Emissies extractieproces (steeds kg/ton input, tenzij anders vermeld)

	Elektriciteit	Warmte	Totaal per boon	Per ton schroot
broeikasgassen				
CO ₂				
CH ₄		0,01	0,01	0,0
N ₂ O		0,00	0,00	0,0
verzurende emissies				
SO ₂		0,01	0,01	0,0
NO _x		0,06	0,06	0,0
NH ₃				
HCl				
HF				
Toxische emissies				
CO		0,02	0,02	0,0
PM10		0,09	0,09	0,05

Emissies soja schroot transport (steeds kg/ton soja schroot)

	Wegtransport	Trein	Zee-transport	Binnenvaart	Totaal
broeikasgassen					
CO ₂	64,35	18,97	2,15	3,76	89,22
CH ₄	0,07	0,02	0,00	0,00	0,10
N ₂ O					
verzurende emissies					
SO ₂	0,06	0,03	0,03	0,01	0,12
NO _x	0,75	0,29	0,04	0,06	1,14
NH ₃					
HCl					
HF					
Toxische emissies					
CO	0,12	0,03	0,00	0,01	0,16
PM10	0,02	0,01	0,00	0,00	0,04

Emissies verwerking soja schroot pellets in mengvoeder

	Elektriciteit	Gasconsumptie	Saampjes
broeikasgassen			
CO ₂	21,61	5,60	27,20
CH ₄	3,4E-02	6,0E-04	3,5E-02
N ₂ O			
verzurende emissies			
SO ₂	0,01		0,01
NO _x	1,9E-02	3,0E-03	2,2E-02
NH ₃			
HCl			
HF			
Toxische emissies			
CO		1,5E-03	1,5E-03
PM10	1,2E-03		1,2E-03

Situatie 2

System 1: kolenstoken en pile burning van palmpit schroot met ashergebruik

Emissiesgerelateerd aan pile burning van palmpit schroot

	Emissiefactor element	molmassa verhouding verbinding : element	Hoeveelheid element (kg/ton PPS)	Emissie (kg/ton PPS)
broeikasgassen				
CO ₂				
CH ₄	1%	1,33	464	3,1
N ₂ O	1%	1,57	28	0,3
verzurende emissies				
SO ₂	100%	2,00	2	4,0
NO _x	12%	3,29	28	11,1
NH ₃				
HCl				
HF				
Toxische emissies				
CO	6%	2,33	464	65,0
PM10				

System 2: meestoken van rijstkaf in de Gelderland

13

Emissies gerelateerd aan productie van kunstmest

	Uitgespaarde emissies TPS	Uitgespaarde emissies Kali 60	
broeikasgassen			
CO ₂	2,39	3,50	5,90
CH ₄	2,7E-04	3,8E-04	6,5E-04
N ₂ O	-2,8E-05		-2,8E-05
verzurende emissies			
SO ₂	0,37		0,37
NO _x	1,9E-02	1,9E-03	2,1E-02
NH ₃	3,2E-07		3,2E-07
HCl	6,6E-04		6,6E-04
HF	5,5E-05		5,5E-05
Toxische emissies			
CO	-1,3E-03	9,4E-04	-3,3E-04
PM10	1,9E-02		1,9E-02



E Achtergronddata corncobpellets

E.1 Bronnen

- Centre for agricultural information 2002/2003;
- FAOSTAT data 2004;
- World Horticultural trade & USA export Opportunities 2004;
- NEPO 2000;
- MER LAP: MER Landelijk Afvalbeheerplan;
- www.feed2gain.com.

E.2 Samenstelling corncobpellets

Tabel 47 Samenstelling corncobpellets

	Maisrestpellets
stookwaarde (MJ/kg)	15,40
hoofdelementen (% van n.s.)	
koolstof - carbon - C	48,5%
waterstof - hydrogen - H	5,5%
zuurstof - oxygen - O (berekend)	42,4%
stikstof - nitrogen - N	0,4%
zwavel - sulfur - S	0,050%
H ₂ O	
as-gehalte	3,2%
halogenen (mg/kg n.s.)	
chloor - chlorine/chloride - Cl	1.500
fluor - fluoride - F	10,0
micro- en sporenelementen die onder BLA vallen (mg/kg n.s.)	
arsen - arsenic - As	0,5
cobalt - Co	2,0
chrom - chromium - Cr	25,0
koper - copper - Cu	7,2
mangaan - manganese - Mn	26,0
nikkel/nickel - Ni	12,0
lood - lead - Pb	2,0
antimoon - antimonium - Sb	3,0
seleen - selenic - Se	5,0
tin - Sn	2,0
telluur - Te	5,0
vanadium - V	1,0
cadmium - Cd	0,2
kwik - mercury - Hg	0,0
micro- en sporenelementen, die niet onder BLA vallen (mg/kg n.s.)	
boor - boride - B	
barium - Ba	
beryllium - Be	
broom - Br	
molybdeen - Mo	
zink - zinc - Zn	

E.3 Data systeem 2: meestoken in de Gelderland 13

Tabel 48 Parameters voor Electrabel route

Proces			Opmerking
Transport → pelletiseerder	50	km	NEPO 2000
Pelletiseren	0,15	MJ/kg	FAO 1990
dichtheid in	0,5	ton/m ³	
dichtheid uit	1	ton/m ³	FAO 1990
Transport → haven	300	km	(NEPO 2000)
Transport → Nederland Met Panamax bulk carrier	9113 16877	nautische mijl km	Bangkok - Rotterdam
Transport binnen NL met groot Rijnschip	140	km	Rotterdam - Nijmegen

E.4 Emissies

Stelsel 1: kolenstoken en gebruik maïskolven als ruwvoer

Emissies gerelateerd aan gebruik van rijststro als meststof

	Emissiefactor element	molmassa verhouding verbinding : element	Hoeveelheid element (kg/ton eucalyptus)	Emissie (kg/ton PPS)
broeikasgassen				
CO ₂	-100%	3,67	60	-220,00
CH ₄				
N ₂ O	1,25%	1,57	3	0,06
verzurende emissies				
SO ₂				
NO _x				
NH ₃				
HCl				
HF				
Toxische emissies				
CO				
PM10				

Lignine gehalte van rijststro 12%

Koolstofgehalte van lignine 50%

Systeme 2: meestoken van maïskolven in de Gelderland 13

Emissies gerelateerd aan maïskolf pellet transport

	Wegtransport	Zeetransport	Binnenvaart	Totaal
broeikasgassen				
CO ₂	31,36	4,08	5,25	40,69
CH ₄	3,5E-02	3,9E-03	5,8E-03	4,4E-02
N ₂ O				
verzurende emissies				
SO ₂	0,03	0,05	0,01	0,09
NO _x	3,5E-01	8,5E-02	7,7E-02	5,1E-01
NH ₃				
HCl				
HF				
Toxische emissies				
CO	6,5E-02	3,2E-03	1,3E-02	8,1E-02
PM10	1,2E-02	5,6E-03	4,0E-03	2,2E-02

Emissies pelletiseerproces (steeds kg/ton input, tenzij anders vermeld)

	Per ton schroot
broeikasgassen	
CO ₂	30,35
CH ₄	0,001
N ₂ O	6,7E-05
verzurende emissies	
SO ₂	0,002
NO _x	0,104
NH ₃	
HCl	
HF	
Toxische emissies	
CO	0,010
PM10	0,010

Emissies gerelateerd aan kunstmest productie

	N	P	K	Totaal
broeikasgassen				
CO ₂	1,1E+00	3,6E+00	4,2E+00	8,9E+00
CH ₄	-7,9E-06	4,1E-04	4,5E-04	8,5E-04
N ₂ O	1,4E-02	-4,3E-05		1,4E-02
verzurende emissies				
SO ₂	0,00	0,56		0,56
NO _x	8,7E-03	2,9E-02	2,3E-03	4,0E-02
NH ₃	4,6E-03	4,8E-07		4,6E-03
HCl		1,0E-03		1,0E-03
HF		8,3E-05		8,3E-05
Toxische emissies				
CO	-1,7E-05	-1,9E-03	1,1E-03	-7,9E-04
PM10	6,0E-04	2,8E-02		2,9E-02

Aanname: van de stikstof in de rijststro wordt 25% opgenomen, conform de Nederlandse praktijk
De overige 75% spoelt uit als NO₃ (28% overschot) of wordt omgezet in N₂ of N₂O (72% van overschot)