

Duurzaamheidsanalyse pellet keten

Rapport voor Service Unit Innovatie van LNV

K.P.H. Meesters*, J. Koppejan** en H. W. Elbersen*

* = WUR-AFSG

** = Procedé

Rapport 998

Colofon

Titel	Duurzaamheidsanalyse pellet keten
Auteur(s)	Koen Meesters, Jaap Koppejan en Wolter Elbersen
AFSG nummer	998
ISBN-nummer	ISBN nummer
Publicatiedatum	December 2008
Vertrouwelijk	
OPD-code	OPD-code
Goedgekeurd door	R. van Ree

Agrotechnology and Food Sciences Group
P.O. Box 17
NL-6700 AA Wageningen
Tel: +31 (0)317 475 024
E-mail: info.afsg@wur.nl
Internet: www.afsg.wur.nl

© Agrotechnology and Food Innovations b.v.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher. The publisher does not accept any liability for inaccuracies in this report.



Het kwaliteitsmanagementsysteem van Agrotechnology and Food Innovations b.v. is gecertificeerd door SGS International Certification Services EESV op basis van ISO 9001:2000.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
2	Aanpak	7
3	Beschrijving van de keten	8
3.1	Algemene beschrijving	8
3.2	Upstream: Oogst/herkomst en transport	9
3.3	Conversie: Processen bij Jalo biopellets	11
3.4	Downstream: Vervoer en toepassing bij eindgebruikers	12
3.5	Alternatieve ketens	13
3.6	Belanghebbenden	14
4	Definitie van beoordelingsfactoren	15
5	Uitwerking van beoordelingsfactoren	19
5.1	Upstream (oogst/herkomst en transport)	19
5.1.1	Landschap en biodiversiteit	19
5.1.2	Transport	19
5.1.3	Luchtkwaliteit	20
5.1.4	Arbeid	21
5.1.5	Energie	21
5.1.6	Uitstoot broeikasgas (CO ₂)	21
5.1.7	Doelstelling LNV	21
5.2	Conversie (productie van biopellets)	22
5.2.1	Luchtkwaliteit	22
5.2.2	Arbeid	22
5.2.3	Energie	22
5.2.4	Uitstoot boeikasgas (CO ₂)	22
5.3	Downstream (transport en toepassing)	22
5.3.1	Transport	22
5.3.2	Luchtkwaliteit	23
5.3.3	Arbeid	23
5.3.4	Energie	23
5.3.5	Broeikasgasbalans	23
5.4	Hele keten	24
5.4.1	Transportbewegingen	24
5.4.2	Luchtkwaliteit	25
5.4.3	Arbeid	26
5.4.4	Bijdrage aan vermindering CO ₂ uitstoot	26
5.4.5	Kostenbesparing landschapsonderhoud	27
5.4.6	Bijdrage aan duurzame energieproductie	29

6 Conclusies	30
Literatuur	36

1 Inleiding

Voor het ministerie van LNV is een onderzoek uitgevoerd naar mogelijkheid om biomassa uit de natuur te ontsluiten door het bouwen van een pelleteerfabriek. Als case is de voorgenomen pelleteerfabriek van Jalo biopellets in Twente genomen. Het doel van dit project is het verkrijgen van inzicht in de duurzaamheid van de keten van biomassa uit de natuur tot warmte en/of elektriciteit die mogelijk wordt als gevolg van het Jalo biopellets project.

Het energieproject “JALO Biopellets Twente” van Jan Demmer en Louis Welhuis legt een zakelijke en duurzame verbinding tussen het onderhoud van houtwallen, bossen, natuurterreinen, bermen (biomassa) en het produceren van een product, biopellets, waarmee energie (warmte en/of elektriciteit) opgewekt kan worden (Demmer en Welhuis, 2008).

De claim is dat het project op een duurzame wijze bijdraagt aan productie van hernieuwbare elektriciteit en/of warmte. Als het procedé toepasbaar blijkt in de kleinschalige oude cultuurlandschappen die deel uitmaken van de ecologische hoofdstructuur (EHS) en Nationale landschappen, dan kan het een substantiële bijdrage leveren aan de duurzame instandhouding daarvan. Landschap, in brede zin, krijgt dan weer een economische functie. Het onderhoud voor de eigenaar kan kostenneutraal zijn of levert zelfs iets op.

Het project “JALO Biopellets Twente” wil duurzaam zijn, zeker in het licht van de intentieverklaring “biomassa uit bos, natuur, landschap en de houtketen” van minister Verburg en het convenant “Schone en zuinige agrosectoren”. LNV wil dat er de komende jaren 32 PJ aan duurzame energie wordt geleverd door de inzet van biomassa uit het landelijk gebied (LNV 2008). LNV wil weten in hoeverre het energieproject “JALO Biopellets Twente” bij kan dragen aan deze doelstelling en in hoeverre de bijdrage vergroot kan worden door realisatie van meerdere biopelletfabrieken verspreid over Nederland. Tevens wil LNV weten hoe duurzaam de keten is en wat de neveneffecten van het project zijn (zoals biodiversiteit, luchtkwaliteit, werkgelegenheid). LNV zal het rapport gebruiken voor beleidsontwikkeling.

Duurzaamheidsfactoren die door de opdrachtgever (LNV) genoemd zijn:

- Totaal broeikaseffect
- Effect op landschap
- Effect op biodiversiteit
- Effect op luchtkwaliteit
- Transportbewegingen
- Arbeidsplaatsen
- Kostenbesparing van landschapsonderhoud
- Bijdrage aan duurzame energie
- Bijdrage aan LNV doelstelling 32 PJ
- Cramer Criteria

Het doel van dit project is het verkrijgen van inzicht in de duurzaamheid van de keten die ontstaat als gevolg van het Jalo biopellets project. Daarbij worden de hierboven beschreven criteria gebruikt voor de beoordeling.

Dit rapport omvat geen volledige LCA of duurzaamheids-analyse.

2 Aanpak

Het onderzoek is opgedeeld in 4 fasen:

Fase 1: Beschrijving van de geplande keten

Bij de beschrijving van de keten gaat het om de inputs, het verzamelsysteem, de logistiek, de opslag, de omzetting in biopellets en de toepassing van biopellets (zoals door Jalo biopellets aangegeven). Dit is zoveel mogelijk gekwantificeerd. Verder zijn de betrokken partijen en hun rollen geïdentificeerd.

Eventuele varianten van de basisketen zijn beschreven en waar mogelijk gekwantificeerd. Het bestaande business plan en overige informatie van Jan Demmer en Louis Welhuis is gebruikt als basis voor de evaluatie. Waar nodig is aanvullende informatie verzameld uit de literatuur.

Fase 2: Definitie beoordelingsfactoren

De voornaamste beoordelingsfactoren zijn gedefinieerd op basis van de wensen van de opdrachtgever LNV (zie hierboven).

Fase 3: Uitwerking beoordelingsfactoren

De meest relevante beoordelingsaspecten zijn gekwantificeerd op basis van beschikbare data (zie fase 1) of anders ingeschat op basis van expert knowledge.

Fase 4: Informatie overdracht

De bevindingen zijn in deze notitie samengevat en worden in een presentatie teruggekoppeld naar de opdrachtgever, Demmer en Welhuis en andere betrokkenen partijen.

3 Beschrijving van de keten

3.1 Algemene beschrijving

Een schematische weergave van de keten bij Jalo biopellets is globaal weergegeven in figuur 1. Het bedrijf gaat diverse stromen hout en andere biomassa verwerken tot houtpellets. De keten is op te delen in upstream, conversie en downstream activiteiten. In de upstream wordt de biomassa verzameld, in de conversie wordt de biomassa omgezet in pellets en in de downstream worden deze pellets afgevoerd en gebruikt in relatief kleinschalige verbrandingsinstallaties voor decentrale warmteopwekking of meegestookt in kolencentrales.

Upstream (Oogst/herkomst en transport)

De ingaande biomassa is divers en bestaat uit bijproducten van de houtverwerkende industrie en de papierindustrie en biomassa die geoogst wordt in natuurgebieden en landschapselementen. Alle houtige biomassa wordt voor vervoer verkleind tot chips of geshredderd materiaal. De grasachtige biomassa (bijv. natuurweidehooi) wordt gehakseld. De biomassa wordt vervolgens per vrachtwagen vervoerd naar de pelletfabriek in Almelo.

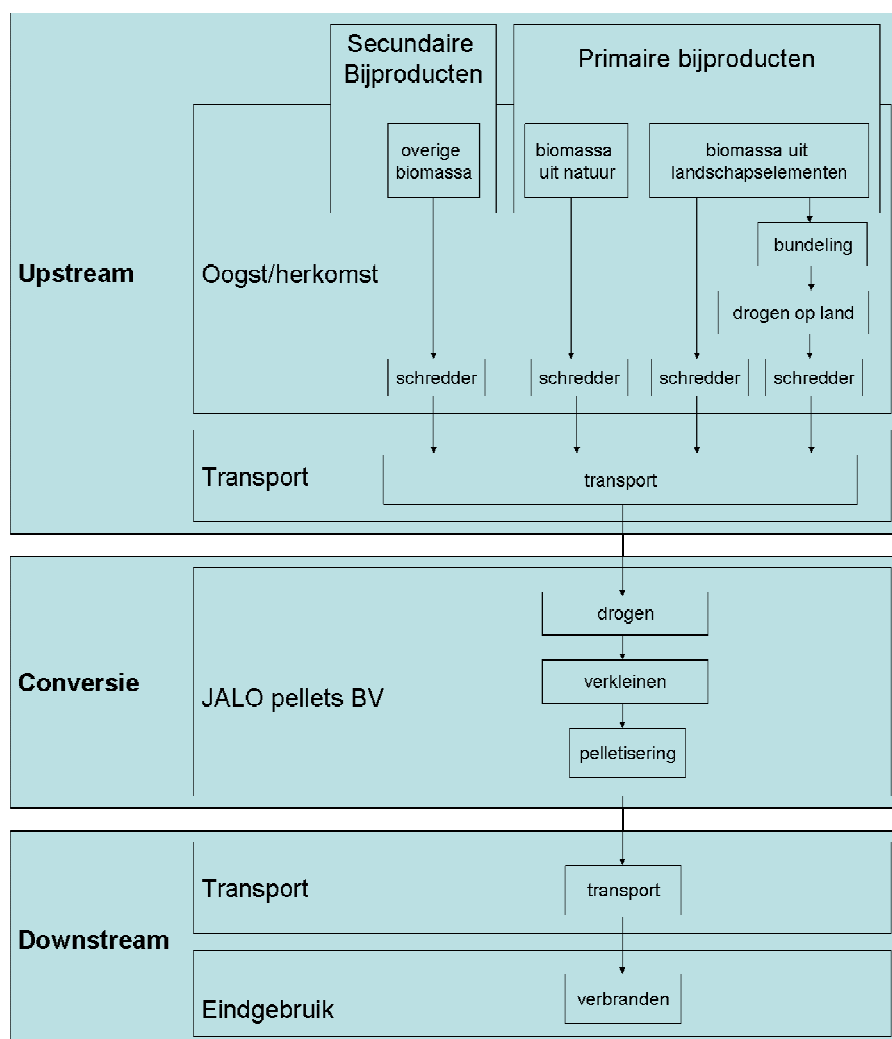
Bij de opstart van de biopelletfabriek zal vooral gebruik worden gemaakt van bijproducten uit de houtverwerkende industrie. Later zal meer en meer worden overgeschakeld op biomassa uit de nabije natuur (natuurweide, houtwallen, verwaarloosde mijnhoutbossen etc.).

Conversie (Omzetting naar product)

In de pelletfabriek wordt de biomassa verder verkleind, gedroogd en tot pellets geperst.

Downstream (Afvoer en toepassing)

De geproduceerde pellets worden naar de afnemers vervoerd. De afnemers verbranden de pellets in grootschalige kolengestookte elektriciteitscentrales, speciale biomassa centrales of in decentrale verbrandingsinstallaties voor levering van warmte aan zwembaden, utiliteitsbouw etc.



Figuur 1, Schematische weergave van de voorgestelde ketenopzet van Jalo biopellets

3.2 Upstream: Oogst/herkomst en transport

In het huidige plan komt de eerste jaren na de opstart een groot deel van de biomassa uit de houtverwerkende industrie (Parenco en Derksen) en een groenrecyclingbedrijf (Bruins en Kwast). Jalo biopellets heeft al overeenkomsten met deze leveranciers (Tabel 1). De biomassa wordt bij de bedrijven verkleind en dan getransporteerd naar de pelletfabriek.

Als de fabriek eenmaal draait, kan begonnen worden met het contracteren van biomassa afkomstig van onderhoud aan houtwallen en hakhoutbosjes in de regio. Hierbij is sprake van zeer veel partijen, waardoor het niet mogelijk is om deze contracten al vast te leggen voordat de biopellet fabriek gebouwd wordt. De bij het onderhoud vrijkomende takken en stammen worden direct gechipt en afgevoerd naar de pelletfabriek. Ook de overige stromen uit de natuur worden in het veld verkleind voor transport.

Er is 180000 ton aan ingangsmateriaal nodig om 90000 ton pellets te produceren. Jalo biopellets wil binnen 3 tot 5 jaar de helft van deze biomassa uit de lokale natuur halen en binnen 5 tot 8 jaar de volledige hoeveelheid. In hun business plan wordt gesproken over 75000 m³ per jaar (=19000 ton/jaar) bij aanvang van het project. Jalo biopellets heeft reeds een contract afgesloten met

Natuurmonumenten voor levering van een klein deel hiervan (700 ton/jaar). Een groot deel van de biomassa moet komen uit houtwallen van particuliere landeigenaren. Dit betreft zeer veel en diverse parijen. Dit kan pas gecontracteerd worden als de fabriek daadwerkelijk draait. De omlooptijd van onderhoud van houtwallen is 10 tot 15 jaar (zie Tabel 2). Zo kan in een periode van 8 jaar volledig worden overgeschakeld op lokaal geproduceerde biomassa (Tabel 3). Na overschakeling is tien keer meer biomassa nodig dan bij de opstart van de biopellet fabriek.

Tabel 1, Gecontracteerde biomassa (natgewicht) bij start van project

Leverancier	ton/jaar	Vorm	Droge stof (%)	As (%)	Huidige afzet
Parenco	35000	Chips	50	3-5	Cuijck en compost
Parenco	35000	Shredders	50	3-5	België en compost
Parenco	25000	Houtachtig	50	3-5	Compost
Derksen	27500	Chips	75	3-5	Spaanplaat en stal
Bruins en Kwast	40000	Houtresten	60	3-5	Compost
Natuurmonumenten	700	Chips	50	3-5	Brandhout en Compost
Som	163200				

Tabel 2, Bij start van project nog niet gecontracteerde biomassa (natgewicht)

Bron/herkomst	ton/jaar	Vorm	Droge stof (%)	As (%)	Huidige afzet
Lokale natuur	18300	Divers	50	3-5	Geen of composteren
Totaal	18300				

Tabel 3, Biomassa (natgewicht) bij volledige toepassing van lokale biomassa (na 8 jaar)

Bron/herkomst	ton/jaar	Vorm	Droge stof (%)	As (%)	Huidige afzet
Lokale natuur	190000	Divers	50	3-5	Geen of composteren
Totaal	190000				

Er is een inschatting gemaakt van de vervoersbewegingen welke zijn gerelateerd aan de aanvoer van inputmateriaal en de afvoer van biopellets. Alle grondstoffen worden per vrachtwagen vervoerd naar de fabriek op de geplande locatie in Almelo. De retourafstanden zijn berekend middels de routeplanner van ANWB. Voor de biomassa van de Parenco is de enkele reisafstand gerekend omdat de vrachtwagens op de terugweg grondstoffen voor de papierproductie vervoeren. Wellicht zal deze afstand voor een deel van de biomassa van Parenco nog kleiner zijn omdat de biomassa direct vanuit de omgeving naar Jalo biopellets vervoerd kan worden en niet eerst naar Renkum hoeft te worden getransporteerd. In dit rapport is toch gerekend met de afstand Renkum-Jalo biopellets omdat er geen betere gegevens beschikbaar waren. Voor de biomassa uit lokale natuur is de afstand geschat op 26 km enkele reis bij start van het project en 36 km bij volledige overschakeling op lokale biomassa. Deze afstand is gebaseerd op het benodigde oppervlak om voldoende biomassa te verzamelen om de installatie te voeden

(aangenomen is dat 17% van de omgeving van de fabriek bestaat uit natuur en dat de biomassaproductie van 1 hectare natuur 3.5 ton droge stof per jaar bedraagt).

Tabel 4, Transportafstand toevoer biomassa naar Jalo biopellets (retour)

Bron	Van	Naar	km	Opmerking
Parenco	Renkum	Jalo biopellets	118	Enkele reis (neemt op terugweg oud papier mee)
Derksen	Pannerden	Jalo biopellets	245	
Bruins en Kwast	Goor	Jalo biopellets	82	
Lokale natuur	Omgeving	Jalo biopellets	52	Schatting bij start project
Lokale natuur	Omgeving	Jalo biopellets	72	Schatting na 8 jaar

3.3 Conversie: Processen bij Jalo biopellets

Bij Jalo biopellets wordt de biomassa verder verkleind. Hierbij wordt het grootste deel van het zand uit de biomassa verwijderd, waardoor het asgehalte van de pellets aanzienlijk lager is dan van de ingaande biomassa. Vervolgens wordt de biomassa gedroogd met warmte uit een met biomassa gestookte oven. Deze oven is speciaal ontworpen om natte biomassa (tot 60% vocht) te kunnen verbranden. De warme rookgassen uit deze oven worden gebruikt om de andere biomassa te drogen in een direct verwarmde tunnel droger. Het totale rendement van de droger bedraagt ongeveer 85% en is opgebouwd uit het rendement van de brander en het rendement van de droger (zie Tabel 5). In de oven wordt circa 10% van de biomassa verbrand om met de daarbij vrijkomende 5 MW de overige 90% van de biomassa te drogen van 50% naar 92% droge stof gehalte (Tabel 6).

Tabel 5, Inschatting van het rendement van het droogproces (kJ/kJ)

Rendement brander	95%
Rendement droger	90%

Tabel 6, Totale efficiëntie van droging bij output van 12.5 ton biopellets per uur (bij 7200 bedrijfsuren per jaar levert dit 90000 ton biopellets per jaar)

	In (inclusief biomassa voor warmtelevering aan de droger)	Uit (biopellets)	Efficiëntie
Droge stof gehalte	50%	92%	
Biomassa (totaal)	26.6 ton/uur	12.5 ton/uur	0.47 ton/ton
Biomassa (DS)	13.3 ton/uur	11.5 ton/uur	0.87 ton/ton
Verbrandingswarmte van de stroom op LHV basis	229 GJ/uur 63.5 MW	228 GJ/uur 63.3 MW	0.99 GJ/GJ

Wel dient te worden opgemerkt dat de hierboven genoemde thermische vermogens en rendementen zijn gebaseerd op de Lower Heating Value (LHV) van de brandstoffen, daarbij wordt impliciet aangenomen dat de verdampingswarmte die nodig is voor de verdamping van het aanhangende en geproduceerde water niet gebruikt kunnen worden. Het is echter in principe mogelijk om deze warmte weer terug te winnen als condensatiewarmte, waarbij dezelfde 6.25 MW aan relatief laagwaardige warmte (ongeveer 90 °C) zou kunnen worden geleverd aan een nabijgelegen afnemer (bijv. een glastuinbouwcomplex of zwembad). Het milieurendement kan dus nog verder worden vergroot als hiermee rekening wordt gehouden bij het bepalen van de vestigingsplaats van de Jalo biopelletfabriek of bij de ontwikkeling van het gebied rondom de beoogde locatie van de biopelletfabriek.

Behalve warmte is er bijna 1 MW elektrische energie nodig voor het verkleinen, pelleteren, koelen en voor intern materiaaltransport (Tabel 7) (Maskinsalg 2008). Dit elektriciteitsverbruik van 0.34GJ/ton is lager dan wat als gemiddeld zou kunnen worden beschouwd voor pelleteerinstallaties.

Tabel 7, Elektrisch vermogen voor het pelleteerproces (Maskinsalg)

Proces	(kWuur)/ton	kW bij productie van 10 ton/uur
Verkleinen	25	250
Pelleteren	60	600
Koelen en materiaaldoorvoer	8	80
Totaal	93*	930

*93 (kWuur)/ton is 0.34 GJ/ton

3.4 Downstream: Vervoer en toepassing bij eindgebruikers

Er zijn verschillende toepassingsmogelijkheden voor de pellets. Wij beschouwen hier 3 opties; bijstook in kolencentrales, stoken in speciale biomassacentrales voor de productie van elektriciteit en verbranding voor warmte alleen. In Tabel 8 is te zien welke invloed dit heeft op de vervanging van fossiele energie en op de vermeden CO₂ uitstoot. Het meestoken van biopellets in elektriciteitscentrales scoort op beide fronten beter.

Tabel 8, Toepassing bij eindgebruikers

Product	Rendement pellets per rendement fossiel alternatief (-)	Vermeden CO ₂ emissie (kg CO ₂ per eenheid fossiel)	Vermeden CO ₂ emissie (kg CO ₂ per GJ pellets)
Warmte	90% _{LHV} / 105% _{LHV}	1.78 kg/m ³ aardgas	47 kg/GJ pellets
Elektriciteit	42% _{LHV} / 42% _{LHV}	94 kg/GJ kolen ofwel 805 g/kWh _e	94 kg/GJ pellets

In overleg met Jalo biopellets is aangenomen dat 80% van de pellets wordt afgezet naar elektriciteitscentrales en 20% naar lokale verbrandingsinstallaties. Afzet naar elektriciteitscentrales in Nijmegen of Zevenaar is ongeveer 100 km enkele reis. Voor lokale afzet zal ook een flinke cirkel nodig zijn (geschat wordt 50 km enkele reis). Immers: een gemiddeld zwembad gebruikt

500 ton biopellets per jaar (Koppejan, 2008). 20% Van de biopellets is dus voldoende voor het verwarmen van 36 zwembaden. Het zal niet meevallen om binnen enkele jaren deze korte afstand voldoende zwembaden of andere afnemers te contracteren. Bestaande afnemers zullen niet zomaar hun huidige installatie opgeven, er is zijn nog niet veel subsidiemogelijkheden voor energie uit biomassa (wel voor bijvoorbeeld WKK installaties) en het is nog onvoldoende duidelijk of de hogere kosten van een biomassa installatie terugverdiend kunnen worden door de lagere kosten voor de brandstof.

Tabel 9, Transport van Jalo biopellets naar de klanten (retour)

Product	Van	Naar	km
Jalo biopellets	Almelo	Zevenaar	198
Jalo biopellets	Almelo	Omgeving	100

3.5 Alternatieve ketens

De restproducten uit de houtverwerkende industrie en de papierindustrie die zijn voorzien voor de productie van pellets in de eerste jaren worden deels nu ook al gebruikt voor productie van energie (Cuijck en België). Bij deze verwerkingsmethode wordt de biomassa zonder te pelleteren direct verbrand en downstream transport is niet nodig. Bij verbranding in grote centrales (zoals Cuijck) is de uitstoot van milieubelastende componenten (met name fijnstof) aanmerkelijk lager dan bij verbranding in kleinere verbrandingsinstallaties in de schaalgrootte tot 1 MW zoals wordt voorzien voor een deel van de toepassing van de Jalo biopellets.

Een klein deel van de biomassa die Jalo biopellets gaat gebruiken voor productie van biopellets, wordt nu nog gebruikt voor de productie van spaanplaat. In principe is het verbranden van deze reststroom minder duurzaam dan de productie van spaanplaten.

Een ander deel van de secundaire biomassa wordt nu echter verwerkt tot compost. Dit levert geen enkele bijdrage aan duurzame energie.

De pellets uit de Jalo biopellets fabriek kunnen ook gebruikt worden voor productie van elektriciteit door bij- en meestook in kolencentrales. In plaats van aardgas worden dan ook kolen vervangen. Dit zou een grotere vermindering van de CO₂ uitstoot en ook een lagere uitstoot van fijn stof tot gevolg hebben (zie Tabel 8 en Tabel 17).

Tabel 10, Huidige afzet van deelstromen die bij opstart van de Jalo biopellets fabriek ingezet gaan worden

Bron	Deelstroom	ton/jaar	Afzet	%	km*	Opmerkingen
Parenco	Chips	35.000	Biomassacentrale	60	79	Cuijck
			Composteerder	40	50	Schatting
	Shredders	35000	Biomassacentrale	70	244	Schatting, Be
			Composteerder	30	50	Schatting
	Houtachtig	25000	Composteerder	100	50	Schatting
Derksen	Chips	27500	Spaanplaat	70	269	Schatting, Be
			Stal	30	50	Schatting
Bruins en Kwast	Houtresten	40000	Composteerder	100	50	Schatting
Totaal		162500				

* retourafstand

Een deel van de primaire biomassa blijft nu in de natuur achter. Deze biomassa zal langzaam verrotten. Tijdens het verrottingsproces worden sterke broeikasgassen zoals lachgas (N₂O) en methaan (CH₄) uitgestoten. Een ander deel van de primaire biomassa wordt gecomposteerd. Dit kost energie en levert een product op met een lage waarde. Tot slot wordt ook een aanzienlijk deel van de primaire biomassa (nog) in het veld verbrand. In Noord Oost Twente (50.000 ha, <http://provincie.overijssel.nl>) wordt op deze manier 52.500 m³ (13.000 ton) takhout verbrand (Demmer en Welhuis, 2008). Dit heeft een aanzienlijke uitstoot van fijn stof en andere schadelijke stoffen tot gevolg, zonder enige benutting van de ontstane warmte. De uitstoot van fijn stof en andere stoffen bij verbranding in de open lucht is vele malen hoger dan in de kleinschalige verbrandingsinstallaties.

3.6 Belanghebbenden

Eigenaren landschapselementen

Wie: Boeren, particulieren, natuurverenigingen

Belang: Onderhoud van landschapselementen, geen schade aan gewassen of percelen, lage kosten

Natuurorganisaties

Wie: Staatsbosbeheer, natuurverenigingen

Belang: Goedkopere afvoer van beheersgras en onderhoud van landschapselementen, geen schade aan gewassen of percelen, lage kosten

Overige leveranciers

Wie: Parenco, Bruins en Kwast, Derksen

Belang: Goedkope afvoer restmateriaal/goede opbrengst uit restmateriaal

Afnemers pellets

Wie: Organisaties en particulieren met pelletgestookte kachels, biomassacentrales, elektriciteitscentrales

Belang: Goedkopere en constante toevoer van juiste kwaliteit pellets

Overheid

Wie: Ministerie van LNV, ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport

Belang: Een bijdrage aan de beloofde 32 PJ uit de natuur, lage uitstoot van fijn stof

4 Definitie van beoordelingsfactoren

- Totaal broeikaseffect

Omdat voor productie van (natuur) hout en gras geen bemesting wordt toegepast (en er dus ook vrijwel geen uitstoot is van N_2O), is alleen de uitstoot van CO_2 geëvalueerd. Daarbij is gekeken naar de uitstoot van fossiele koolstof tijdens transport van en naar de fabriek en tijdens de verwerking tot pellets. Deze hoeveelheid is afgezet tegen de vermeden uitstoot bij de toepassing van de pellets voor de productie van warmte of elektriciteit.

- Effect op landschap/biodiversiteit

De Nederlandse overheid en natuurorganisaties zijn het erover eens dat het onderhoud van landschapselementen bijdraagt aan de schoonheid van het landschap en de biodiversiteit. Daarom is in dit project slechts beoordeeld of de fabriek Jalo biopellets bij kan dragen aan het verminderen van achterstallig onderhoud van landschapselementen. Daarbij is vooral gekeken naar de prijs die nu voor verwerking betaald moet worden en de prijs die betaald (of ontvangen) wordt na opening van Jalo biopelletfabriek.

- Transportbewegingen

Het aantal transportbewegingen voor de toevoer en afvoer van Jalo biopellets is in kaart gebracht. Dit is vergeleken met het aantal transportbewegingen dat nu plaatsvindt om dezelfde hoeveelheid biomassa af te voeren. Er is zowel gekeken naar de lokale transportbewegingen als naar het totale aantal transportbewegingen in Nederland.

- Effect op luchtkwaliteit

De uitstoot van NO_x , SO_x en fijn stof tijdens transport van en naar de fabriek en bij toepassing van de pellets is in kaart gebracht. Dit is vergeleken met de huidige uitstoot.

- Arbeidsplaatsen

Het aantal arbeidsplaatsen bij Jalo biopellets is in kaart gebracht. Ook is een schatting gemaakt van het aantal arbeidsplaatsen dat gemoeid is met het verzamelen van biomassa en het transport van de grondstoffen en de biopellets.

- Kostenbesparing van landschapsonderhoud

De afzet van grasachtige biomassa kost nu ongeveer 34,- €/ton (vanaf de weg, oogst niet inbegrepen). De huidige opbrengst van houtchips bedraagt momenteel tussen 0 en 5 €/ton (vanaf de weg, oogst niet inbegrepen). Jalo biopellets maakt uit deze grondstoffen een waardevol product. Als de vraag vanuit Jalo biopellets groter is dan het aanbod vanuit de natuur, dan zou het kunnen zijn dat Jalo biopellets de grasachtige stromen gaat verwerken voor minder geld, of dat Jalo biopellets meer gaat betalen voor de houtachtige biomassa dan de huidige markt.

Daarmee zouden de totale kosten voor landschapsonderhoud (kosten van verzamelen + kosten voor afvoer) kunnen verminderen.

- Bijdrage aan duurzame energieproductie

De biopellets kunnen gebruikt worden voor productie van warmte en/of elektriciteit. De toepassing van pellets voor verwarming vervangt in principe aardgas. De bijdrage wordt daarom omgerekend in vermeden kubieke meters aardgas.

Bij de toepassing van pellets voor elektriciteit wordt de bijdrage omgerekend in kW^{uur} elektrische energie.

- Bijdrage aan LNV doelstelling energie uit NL natuur

Bij de beoordeling van de bijdrage aan de LNV doelstelling is het van belang om onderscheid te maken tussen de verschillende soorten biomassa die beschikbaar zijn. In Figuur 2 wordt biomassa ingedeeld naar herkomst (primaire/secundaire) en kwaliteit (hout/anders).

Primaire biomassa komt direct uit de natuur (takken, stammen, gras), secundaire biomassa komt vrij als reststroom van andere processen in bijvoorbeeld de papierindustrie of de

houtverwerkende industrie. Voor secundaire biomassa moet een afzet gecreëerd worden om het hoofdproces uit te kunnen blijven voeren. Deze stroom wordt dus hoe dan ook toegepast of afgevoerd. Bij primaire biomassa kan er echter ook voor gekozen worden om de biomassa niet te oogsten en in de natuur te laten liggen (of ter plaatse te verbranden). De kosten van verzamelen kunnen significant zijn en niet opwegen tegen de betaalde vergoeding. Secundaire grondstoffen komen geconcentreerd vrij en de kosten zijn al gedragen door het hoofdproces.

Eén van de mogelijke redenen om primaire bijproducten te oogsten is het verschrompen van de natuur. Doordat het moment van oogsten bepaald wordt door de beheersdoelen (vogelstand, zaadrijping van zeldzame planten) en er geen meststoffen worden toegepast, is gebruik als veevoer meestal geen aantrekkelijke optie. Daarom is het meestal moeilijk om een goede toepassing voor deze biomassa te vinden.

Zoals ook besproken in Spijker *et al.*, (2007) hangen de toepassingsmogelijkheden van biomassa voor energie van verschillende factoren af zoals as-gehalte, vochtgehalte, as-samenstelling, vorm, “handling” eigenschappen, etc. Hierdoor is hout makkelijker toe te passen dan gras, heide, kraggen en riet. Hout heeft namelijk een hogere energiedichtheid, een hoger droge stof gehalte, een lager asgewicht, een goede bewaarbaarheid en een betere handelbaarheid. Een bijdrage aan een duurzame energievoorziening kan vooral geleverd worden door toepassing van primaire grondstoffen, omdat deze nu vaak nog niet worden toegepast. Gras, riet, kraggen en heide hebben weinig (financieel) aantrekkelijke toepassingen. Toepassing zoals compost kost geld en draagt niet bij aan de energievoorziening. Zoals ook aangegeven door Spijker *et al.*, (2007) zijn installaties die deze biomassa om kunnen zetten schaars en dragen ze dus sterk bij aan inzet van deze “moeilijke” biomassa. Hout is in principe beter toepasbaar, maar het kleinere hout (takken, twijgen, top hout en ook stamhout van populier, wilg, spar en grove den) blijft nog vaak in het

bos achter omdat de kosten van afvoer te hoog zijn en er geen mogelijkheden voor toepassing zijn in de nabijheid.

- Andere toepassingen/concurrentie

Jalo biopellets concurreert deels met andere toepassingen van biomassa. Met name de secundaire biomassa vindt nu toepassing in speciale biomassacentrales en in de spaanplaatindustrie. Een ander deel van de secundaire biomassa wordt gecomposteerd.

	Primair	Secundair
Hout	Flinke bijdrage (nu al deels toegepast)	Geringe bijdrage (nu ook al toegepast)
Ander materiaal	Hoge bijdrage (nu nog niet toegepast)	Flinke bijdrage (nu nog deels laagwaardige toepassing)

Figuur 2, Bijdrage aan LNV doelstelling per type biomassa

In Figuur 2 wordt globaal aangegeven voor welke soorten bijproducten vooral een toepassing wordt gezocht en waarvan de toepassing dus het meeste bijdraagt aan de LNV doelen om biomassa uit landschap en natuur toe te passen voor energieproductie.

- Cramer criteria voor duurzaamheid

Hieronder zijn de criteria van de commissie Cramer weergegeven (uit: Toetsingskader voor duurzame biomassa (2007)). De Cramer criteria zijn grotendeels al ondervangen door eerder genoemde criteria. De overige criteria zijn voor de Nederlandse situatie minder relevant omdat er in Nederland een goede wetgeving en een goede handhaving van de wet is. Hierdoor is niet te verwachten dat er sprake zal zijn van uitbuiting van personeel of een sterke aantasting van welzijn of milieuvervuiling.

1. Broeikasgasbalans

De broeikasgasbalans is reeds opgenomen als criterium (Totaal broeikaseffect)

2. Concurrentie met voedsel, en lokale toepassingen

Omdat biomassa uit de natuur wordt toegepast die nu nog geen toepassing heeft, is er geen sprake van concurrentie. Ook de biomassa die is gecontracteerd voor de opstartfase wordt voor het overgrote deel niet gebruikt voor productie van voedsel, lokale energievoorziening,

medicijnen en bouwmaterialen. Alleen bij de verwerking van houtchips die nu nog worden toegepast voor de productie van spaanplaat is sprake van concurrentie met bouwmaterialen. Deze stroom is echter relatief klein en belangrijk om bij opstart te zorgen voor voldoende stevigheid van de pellets. Jalo biopellets heeft de bedoeling om enkele jaren na opstart geen gebruik meer te maken van deze stroom.

3. Biodiversiteit

Natuurorganisaties en overheid zijn het erover eens dat de biodiversiteit toe kan nemen door periodiek onderhoud. Dit onderhoud is met name nodig om de voedingsstoffen die door lucht- en watervervuiling in de natuur terecht komen (depositie van stikstof, fosfaat uit afvalwater) af te voeren. De aanwezigheid van een goede afzetmogelijkheid van hout uit de natuur zal de biodiversiteit dus eerder vergroten dan verkleinen.

4. Welvaart

Er zal meer werkgelegenheid ontstaan. Daarmee zal de welvaart toenemen.

5. Welzijn

In de Nederlandse samenleving is voldoende wetgeving en naleving van die wetgeving om aan te kunnen nemen dat het welzijn van de werknemers of de bewoners van de regio niet geschaad zal worden. Milieuvervuiling zou kunnen leiden tot een vermindering van het welzijn. De milieubelasting wordt al meegenomen onder de kop Effect op luchtkwaliteit. De extra werkgelegenheid zal waarschijnlijk leiden tot een toename van het welzijn.

5 Uitwerking van beoordelingsfactoren

De beoordelingsfactoren zijn uitgewerkt voor upstream, conversie (pelleteer fabriek) en downstream en voor de keten als geheel. De kostenbesparing van landschapsonderhoud kan alleen worden ingeschat voor de gehele keten (paragraaf 5.4.5).

Bij de uitwerking van de beoordelingsfactoren zullen 2 fasen worden beoordeeld. De opstartfase en de beoogde eindfase. In de opstartfase zullen relatief veel grondstoffen betrokken worden uit de houtverwerkende industrie. Als de installatie eenmaal gerealiseerd is het de bedoeling om steeds meer grondstoffen uit de nabije natuur te gaan betrekken (natuurweides, houtwallen, verwaarloosde mijnhoutbossen etc.). In de beoogde eindfase zal het gebruik van grondstoffen uit de houtverwerkende industrie volledig zijn afgebouwd.

5.1 Upstream (oogst/herkomst en transport)

5.1.1 *Landschap en biodiversiteit*

Jalo biopellets is van plan om bij opstart 19000 ton/jaar biomassa uit natuurgebieden en landschapselementen te gaan verwerken. Bij een droge stofgehalte van 50% en een gemiddelde aangroei van 3.5 ton/(ha.jaar) (Rabou *et al.*, 2006) komt dit overeen met het beheer van 2700 ha natuurgebied. De oppervlakte van Noord Oost Twente (50000 ha, een cirkel met straal van 13 km) bestaat voor ongeveer 17% uit bos en hout (8500 ha). Als wij er vanuit gaan dat bij beheer alle oogstbare bijgroei wordt verwijderd kan dus 32% onderhouden worden. De te ontwikkelen ecologische hoofdstructuur in Hellendoorn, Hardenberg en Dinkelland (een gebied van 63.000 ha) is 1.800 ha. De hoofdstructuur zou dus volledig beheerd kunnen worden.

In de toekomst wil Jalo biopellets alle benodigde biomassa (190.000 ton/jaar) uit de lokale natuur halen. Zij denken dan genoeg te hebben aan een oogstgebied van 110.000 ha (een cirkel met een straal van 18 km) met 15% natuuroppervlak. Zij rekenen daarbij met een opbrengst van 5 ton DS/(ha.jaar) en een volledige toepassing van dit hout voor de productie van biopellets bij Jalo biopellets. De hogere opbrengst dan in Rabou *et al.* kan verklaard worden omdat in Twente relatief veel houtwallen staan. Deze houtwallen vangen meer licht en krijgen meer meststoffen dan overige natuur en groeien daarom veel harder dan de gemiddelde natuur. Daarnaast is oogst en afvoer onderdeel van een optimaal onderhoud. Er is in het gebied sprake van veel achterstallig onderhoud. Hierdoor is er nog een enorme voorraad hout. De eerste tien jaar zal de oogst van 5 ton DS/(ha.jaar) dus zeker haalbaar zijn. Omdat niet elk natuurgebied geschikt is voor de oogst van biomassa moet bij volledige toepassing van lokale biomassa op termijn een iets groter gebied geogst gaan worden. Een verdubbeling van het oppervlak wordt al bereikt bij een toename van de vervoersafstand met 41%.

5.1.2 *Transport*

Het oogsten en toepassen van biomassa uit de natuur zal leiden tot extra transport. Door de lokale verwerking van deze stroom wordt dit transport zoveel mogelijk beperkt.

Bij opstart wordt nog slechts weinig lokale biomassa gebruikt en kan worden uitgegaan van een cirkel met een straal van 13 km. De vervoerafstand (enkele reis) zal dan ongeveer 26 km zijn (het gebied is niet cirkelvormig en je kunt niet rechtstreeks naar het doel rijden). Het transport bij opstart is gegeven in Tabel 11.

Tabel 11, Toevoer van biomassa bij opstart

Bron/herkomst	ton/jaar	km	(ton·km)/jaar
Parenco	95000	97	9215000
Bruins en Kwast	40000	52	2080000
Derksen	27500	200	5500000
Lokale natuur	19000	52	988000
Totaal	181500		17783000

Om de door JALO biopellets voorgestelde hoeveelheid pellets te maken is 190000 ton (verse) biomassa nodig. Daarom zal de werkelijke transporthoeveelheid groter zijn: 18620000 (ton·km)/jaar.

Bij volledige overschakeling op biomassa uit de natuur zal een groter gebied nodig zijn om voor voldoende biomassa te zorgen (Tabel 12). Hierdoor neemt de transportafstand voor biomassa uit de lokale natuur toe tot 36 km enkele reis. Toch zal het totale transport afnemen omdat geen biomassa meer aangevoerd hoeft te worden van nog grotere afstanden (Parenco).

Tabel 12, Toevoer van biomassa bij volledige overschakeling op biomassa uit de natuur

Bron/herkomst	ton/jaar	km	(ton·km)/jaar
Lokale natuur	190000	72	13680000
Totaal	190000		13680000

Voor de toevoer van biomassa van 190000 ton/jaar zijn wekelijks (52 weken per jaar) 104 vrachtwagens met een laadgewicht van 35 ton nodig.

5.1.3 Luchtkwaliteit

Voor het onderhoud aan de landschapselementen en de primaire verwerking van het hout uit deze elementen (zagen, chippen, tot bossen binden, verzamelen) zal gebruik gemaakt worden van motor aangedreven gereedschappen (trekkers, motorkettingzagen). Deze zullen een nadelig effect op de luchtkwaliteit hebben. Deze effecten zullen eerder aan het beheer moeten worden toegerekend dan aan de biomassa en de bijdrage is zeer gering (bijvoorbeeld t.o.v. de uitstoot van het wegtransport).

Vervoer van grondstoffen en producten zal lokaal leiden tot extra uitstoot van fijn stof, NO_x en SO₂. Met name de uitstoot van fijn stof is van belang. Als wordt uitgegaan van een uitstoot van fijn stof van 0.019 g/(ton·km) (RIVM 1997, voorspelling voor 2010) zal de toevoer van biomassa in de beginfase leiden tot een uitstoot van 354 kg fijn stof per jaar (Tabel 13). Als meer biomassa uit de omgeving toegepast wordt, neemt deze uitstoot af tot 260 kg fijn stof per jaar. De uitstoot van NO_x en SO₂ van dieselmotoren is gering en wordt niet geëvalueerd.

Tabel 13, Uitstoot fijn stof vanwege de toelevering van biomassa

	Transport	Fijn stof
	(ton·km)/jaar	kg/jaar
Bij start van project	18620000	354
Na 8 jaar	13680000	260

5.1.4 *Arbeid*

Oogst van biomassa uit de natuur is arbeidsintensief. Er zullen ongeveer 10 mensen nodig zijn voor de oogst van de biomassa (Demmer en Welhuis, 2008). Als uitgegaan wordt van 3 vrachten per dag per chauffeur, en 235 werkdagen per jaar, dan zijn voor de toevoer van de biomassa 7 tot 8 chauffeurs nodig.

5.1.5 *Energie*

Transport kost ongeveer 2.8 MJ/(ton.km) (schatting op basis van CO₂ uitstoot, CML 2008). Het transport van biomassa verbruikt dus 0.050 PJ per jaar bij start van het project en 0.038 PJ per jaar bij volledig gebruik van lokale biomassa.

5.1.6 *Uitstoot broeikasgas (CO₂)*

Transport veroorzaakt een uitstoot van 221 gCO₂/(ton.km) (CML 2008). Het transport van biomassa veroorzaakt dus een uitstoot van 4115 ton CO₂ per jaar bij start van het project en 3023 ton CO₂ per jaar bij volledig gebruik van lokale biomassa (Tabel 14).

Tabel 14, Uitstoot van broeikasgassen bij toevoer van biomassa

	Transport	CO₂ uitstoot
	(ton·km)/jaar	ton/jaar
Bij start project	18620000	4115
Na 8 jaar	13680000	3023

5.1.7 *Doelstelling LNV*

Bij start van het project wordt 19000 ton/jaar uit de lokale natuur geoogst. Dit komt overeen met 0.15 PJ/jaar (0.47 % van de doelstelling). Een groot deel (60%) van de niet lokaal geoogste secundaire biomassa wordt nu zeer beperkt benut voor compostering of in de stal. De energie die dankzij Jalo biopellets uit deze stroom wordt gewonnen kan ook worden toegeschreven aan het Jalo biopellets project. Dit is (162500 ton/jaar x 60% x 8.6 GJ/ton=) 0.84 PJ/jaar, samen bijna 1 PJ/jaar (=3.1% van de doelstelling).

Bij volledige toepassing van lokale biomassa wordt 1.5 PJ/jaar uit de natuur geoogst (=4.7% van de doelstelling). Als deze biomassa wordt geoogst uit 110000 ha (een cirkel met een straal van 18 km en ongeveer 2.5% van het Nederlandse oppervlak), dan is deze bijdrage dus groot te noemen. Ook als op termijn een twee keer groter oppervlak nodig is om voldoende biomassa te kunnen leveren, dan is de bijdrage nog steeds aanzienlijk. Overigens valt er voor Twente ook een relatief grote bijdrage te verwachten omdat Twente relatief veel natuur heeft.

5.2 Conversie (productie van biopellets)

5.2.1 Luchtkwaliteit

Voor de biomassaketel voor de droger geldt in het beste geval een eis van 10 mg fijn stof per m³ rookgas bij 11% O₂ in de rookgassen. Het specifieke rookgasvolume voor de natte brandstof met 50% vocht is ongeveer 4.8 m³ per kilo brandstof. In de ketel wordt 24.7 ton natte biomassa per dag verstoekt. De uitstoot van de biomassaketel bedraagt dan ongeveer 1200 kg fijn stof per jaar. Jalo biopellets zal een doekenfilter installeren om fijn stof te verwijderen uit de afgassen. De leverancier van deze doekenfilters garandeert een uitstoot van fijn stof van minder dan 5 mg/m³. De door Jalo biopellets voorgestelde directe droging van de biomassa zal leiden tot enige uitstoot van organische verbindingen (geurcomponenten). Het is niet duidelijk of de Jalo biopelletfabriek kan voldoen aan de emissienorm op dit gebied. Dit moet een aandachtspunt zijn bij verlening van de milieuvergunning.

5.2.2 Arbeid

Bij Jalo biopellets zullen ongeveer 15 voltijds arbeidsplaatsen ontstaan (Demmer en Welhuis, 2008).

5.2.3 Energie

In het proces bij Jalo biopellets wordt elektriciteit gebruikt (93 (kW·uur)/ton). Dit is dus 90000 ton/jaar 93 (kW·uur)/ton = 8.4 MW·uur = 0.03 PJ/jaar.

5.2.4 Uitstoot boeikasgas (CO₂)

In Nederland is de gemiddelde uitstoot voor de productie van elektriciteit 566 kgCO₂/(MW·uur). De uitstoot in elektriciteitscentrales ten gevolge van de productie van pellets in JALO pelletfabriek is dus: 90000 ton/jaar · 93 (kW·uur)/ton · 566 kg/(MW·uur) = 4700 ton CO₂/jaar.

5.3 Downstream (transport en toepassing)

5.3.1 Transport

De totale afvoer van biopellets zal ongeveer 90000 ton/jaar zijn. Dit zijn wekelijks 50 vrachtwagens van 35 ton.

Tabel 15, Transport voor afvoer van biopellets

	ton/jaar	km	(ton·km)/jaar
Afvoer 20%	18000	100	1800000
Afvoer 80%	72000	200	14400000
Totaal	90000		16200000

5.3.2 Luchtkwaliteit

Bij de afvoer van de pellets zal fijn stof vrijkomen bij de verbranding van diesel in vrachtwagens. Deze uitstoot is weergegeven in Tabel 16.

Tabel 16, Uitstoot van fijn stof bij afvoer van biopellets

	Transport	Fijn stof
	(ton·km)/jaar	kg/jaar
Afvoer van biopellets	16200000	358

Als de pelletkachels voldoen aan de algemene Nederlandse Emissie Richtlijn (NER) mag er omgerekend 13 mg aan fijn stof worden uitgestoten per m³ rookgas bij 11% O₂. Bij verbranding van een kg pellets stoot je ca. 9.2 m³ rookgas uit waarin ca 1000 mg fijn stof zit, ofwel ruim 100 mg/m³. Er moet dan ook aanvullend worden gereinigd, een doekfilter of elektrostatisch filter is nodig. Als de eis precies wordt gehaald, is er een uitstoot van ruim 1.6 ton fijn stof per jaar indien alle 18000 ton in deze ketels wordt verbrand. Momenteel wordt echter vaak toegestaan dat zo'n ketel alleen wordt uitgerust met een multicycloon zodat de stofuitstoot ongeveer 50-100 mg/m³ bedraagt. De totale emissievracht stijgt dan naar ca. 8.2 ton fijn stof /jaar.

In elektriciteitscentrales wordt altijd voldaan aan de norm. Daar zal de uitstoot ongeveer 6.6 ton fijn stof per jaar zijn.

Tabel 17, Uitstoot van fijn stof bij toepassing biopellets

	Praktijk*	NER
	kg/jaar	kg/jaar
Uitstoot kleinschalige warmte	8240	1648
Uitstoot bijstook E-centrale	6560	6560
Totaal	14800	8208

*bij voortzetting huidig gedoogbeleid

Voor NO_x en SO₂ valt het wel mee, er zit weinig N en S in de brandstof dus de resulterende vrachten van (ordegrootte) van 120 resp. 30 ton/jaar zijn verwaarloosbaar.

5.3.3 Arbeid

Als elke chauffeur 2 vrachten per dag kan afleveren, en 225 dagen per jaar werkt, dan zijn tussen 5 en 6 voltijds chauffeurs nodig voor het afleveren van de biopellets.

5.3.4 Energie

Voor het transport is $(2.8 \text{ MJ}/(\text{ton}\cdot\text{km}) \times 16200000 \text{ (ton}\cdot\text{km)/jaar}) = 0.045 \text{ PJ/jaar}$ nodig.

5.3.5 Broeikasgasbalans

Er is uitgegaan van 20% afzet aan kleinschalige verbrandingsinstallaties voor verwarming van zwembaden etc. en 80 % afzet aan elektriciteitscentrales. In Tabel 18 is de uitstoot tijdens

transport weergegeven, in Tabel 19 de vermindering van de uitstoot van broeikasgassen bij de eindgebruikers.

Tabel 18, Uitstoot van broeikasgassen bij transport

Toepassing	CO ₂ uitstoot	
	(ton·km)/jaar	ton/jaar
Lokale afzet	1800000	398
Afzet bij elektriciteitscentrale	14400000	3182
Totaal	16200000	3580

Tabel 19, Vermindering van broeikasewffect door toepassing van pellets

Toepassing	Pellets in	CO ₂ verminderd	CO ₂ /pellet
	ton/jaar	ton/jaar	ton/ton
Kleinschalige warmteproductie	18000	16000	0.89
Grootschalige elektriciteitsproductie	72000	86000*	1.19
Totaal	90000	102000	

* er is gerekend met de CO₂ uitstoot van de gemiddelde NL energiemix (566 g CO₂/(kW·uur))

5.4 Hele keten

5.4.1 Transportbewegingen

Zowel de aanvoer van houtchips als de afvoer van houtpellets zal lokaal tot een toename van transportbewegingen lijden. In Tabel 20 is een schatting van het aantal transportbewegingen bij de fabriek gemaakt. Het is belangrijk dat Jalo biopellets een goede ontsluiting krijgt, die niet direct door bewoond gebied loopt.

Tabel 20, Transportbewegingen van en naar Jalo biopellets

	Vrachtwagens per dag
Toevoer biomassa	15
Afvoer pellets	7
Totaal	22

Het transport voor toevoer en afvoer van biomassa naar Jalo biopellets moet worden afgezet tegen het transport dat nu al plaatsvindt om secundaire biomassa uit het bedrijfsleven te vervoeren naar andere bestemmingen (zie Tabel 21).

Tabel 21, Huidige afzet van biomassa

Bron	Deelstroom	ton/jaar	Afzet	%	km	ton.km/jaar
Parenco	Chips	35000	Biomassacentrale	60	79.4	1667400
			Composteerder	40	50	700000
	Shredders	35000	Biomassacentrale	70	244	5978000
			Composteerder	30	50	525000
	Houtachtig	25000	Composteerder	100	50	1250000
Derksen	Chips	27500	Spaanplaat	70	269	5178250
			Stal	30	50	412500
Bruins en Kwast	Houtresten	40000	Composteerder	100	50	2000000
Totaal						17711150

Na de start van het project zal het huidige transport van secundaire biomassa worden vervangen door transport naar de Jalo biopellet fabriek. Voor het netto effect op vervoersbewegingen wordt hiervoor gecorrigeerd.

Tabel 22, Transport bij start van project

	(ton km)/jaar
Toevoer biomassa bij start	18620000
Afvoer biopellets	16200000
Vermindering huidig transport secundaire biomassa	-17711150
Totaal	17108850

Door de inzet van biomassa uit de directe omgeving neemt het transport van biomassa naar de biopelletfabriek af. Er treedt echter geen vermindering meer op van transport van secundaire biomassa, welke bij aanvang nog naar Jalo biopellets werd gebracht. Netto neemt hierdoor het transport zelfs toe (Tabel 23).

Tabel 23, Transport na 8 jaar

	(ton km)/jaar
Toevoer biomassa na 8 jaar	13680000
Afvoer biopellets	16200000
Totaal	29880000

5.4.2 Luchtkwaliteit

De luchtkwaliteit wordt met name negatief beïnvloedt door de uitstoot van fijn stof. In Tabel 24 en Tabel 25 is de uitstoot van fijn stof weergegeven bij start van het project en bij het einde van het project, zowel voor huidige praktijkwaarden als voor het geval dat iedereen in de keten zich netjes aan de norm houdt.

Tabel 24, Uitstoot van fijn stof bij start van het project (kg/jaar)

	Praktijk	NER
Toevoer biomassa bij start	354	354
Afvoer biopellets	308	308
Vermindering huidig transport	-337	-337
Uitstoot bij Jalopellets	6000	1200
Uitstoot kleinschalige warmte	8240	1648
Uitstoot bijstook E-centrale	6560	6560
Totaal	21125	9733

Tabel 25, Uitstoot van fijn stof na 8 jaar (kg/jaar)

	Praktijk	NER
Toevoer biomassa na 8 jaar	260	260
Afvoer biopellets	308	308
Uitstoot bij Jalopellets	6000	1200
Uitstoot kleinschalige warmte	8240	1648
Uitstoot bijstook E-centrale	6560	6560
Totaal	21368	9976

De nationale uitstoot aan fijn stof bedraagt momenteel ca. 47000 ton/jaar. De uitstoot als gevolg van het Jalo biopellet project is (als alle gebruikers zich houden aan de geldende fijn stof normen) 10 ton per jaar. Dankzij Jalo biopellets wordt 5% van de LNV biomassa doelstelling gehaald. Als de volledige doelstelling bereikt zou worden door vergelijkbare oplossingen, zou de uitstoot 1100 ton/jaar bedragen. Dit is nog altijd gering vergeleken met de totale uitstoot van fijn stof in Nederland.

5.4.3 *Arbeid*

Voor het oogsten van de biomassa, het transport van de biomassa, de productie van biopellets, en de afvoer van de pellets, zal personeel nodig zijn. In totaal zijn respectievelijk 10 + 8 + 15 + 6 = 39 voltijds banen te verwachten. Extra arbeidsplaatsen zijn te verwachten bij het vervoersbedrijf (administratie etc.) en als gevolg van indirecte effecten (onderhoud van vrachtwagens), bestedingen door werknemers in de lokale economie.

5.4.4 *Bijdrage aan vermindering CO₂ uitstoot*

Om de bijdrage aan de vermindering van de CO₂ uitstoot te kunnen bepalen, moet de uitstoot van CO₂ tijdens transport en productie van de biopellets worden afgetrokken van de vermindering van de CO₂ uitstoot bij de afnemers van de biopellets. De totale broeikasgasbalans is gegeven in Tabel 26.

Tabel 26, Broeikasgasbalans gehele keten

	tonCO ₂ /jaar	tonCO ₂ /jaar
	Bij start	Na 8 jaar
Upstream: Toevoer biomassa	4100	3200
Processing: Elektriciteit	4700	4700
Downstream: Afvoer pellets	3580	3580
Vermindering bij afnemers biopellets	-102000	-102000
Totaal balans	-89620	-90520

5.4.5 Kostenbesparing landschapsonderhoud

Er worden nu kosten gemaakt voor landschapsonderhoud. Bij houtachtige biomassa wordt een deel van deze kosten goedgemaakt door de verkoop van de hout chips. Bij grasachtige biomassa zijn vaak aanzienlijke kosten gemoeid met de afzet. De kosten en opbrengsten voor de natuurbeheerder zijn globaal weergegeven in Tabel 27 en Tabel 28. Steeds is een lage en een hoge schatting genomen. Het gemiddelde is omgerekend per ton biopellet (*2/0.9).

De kosten voor oogst en verzamelen van houtachtige biomassa ligt rond de 20 €/ton en de opbrengst ligt tussen 0 en 5 €/ton (opbrengst vanaf de weg) (Demmer en Welhuis, 2008). De kosten voor oogst en verzamelen van grasachtige biomassa ligt rond de 20 €/ton. De kosten voor afzet van grasachtige biomassa (die nu meestal wordt gecomposteerd) bedragen 34 €/ton (kosten vanaf de weg).

Tabel 27, Kosten en opbrengsten voor natuurbeheer bij oogst houtige biomassa

	€/ton	€/ton	€/ton biopellets
	Laag	Hoog	Gemiddeld
Oogst tot aan de weg	-20	-20	-44.44
Opbrengst vanaf de weg	0	5	5.56
Totaal			-38.88

Tabel 28, Kosten en opbrengsten voor natuurbeheer bij oogst van grasachtige biomassa

	€/ton	€/ton	€/ton pellets
	Laag	Hoog	Gemiddeld
Oogst tot aan de weg	-20	-20	-44.44
Opbrengst vanaf de weg	-34	-34	-75.56
Totaal			-120.00

Bij Jalo biopellets wordt een toegevoegde waarde gecreëerd door deze biomassastromen om te zetten in biopellets. De kosten en opbrengsten van dit proces zijn globaal weergegeven in Tabel 29 en Tabel 30. Opnieuw is een hoge en een lage schatting gegeven. Het is duidelijk dat grassige biomassa voor Jalo biopellets veel meer oplevert dan houtige biomassa.

Tabel 29, Opbrengsten voor Jalo biopellets bij gebruik van houtige biomassa

	€/ton	€/ton	€/ton pellets*
	Laag	Hoog	Gemiddeld
Kosten vanaf de weg	0	-5	-5.56
Transportkosten	-5	-10	-16.67
Conversiekosten	-40	-80	-60.00
Verkoop af fabriek	80	120	100.00
Totaal			17.78

*De kosten per ton pellets zijn berekend door de kosten voor de grondstoffen te delen door het gewicht van de uit deze grondstoffen geproduceerde biopellets.

Tabel 30, Opbrengsten voor Jalo biopellets bij gebruik van grasachtige biomassa

	€/ton	€/ton	€/ton pellets*
	Laag	Hoog	Gemiddeld
Opbrengst vanaf de weg	34	34	75.56
Transportkosten	-5	-10	-16.67
Conversiekosten	-50	-90	-70.00
Verkoop af fabriek	80	120	100.00
Totaal			88.89

*De kosten per ton pellets zijn berekend door de kosten voor de grondstoffen te delen door het gewicht van de uit deze grondstoffen geproduceerde biopellets.

Het is niet waarschijnlijk dat de oogst van houtige biomassa veel goedkoper zal worden door aanwezigheid van Jalo biopellets. Immers, de marge voor Jalo biopellets op verwerking van houtige biomassa is niet erg groot. De marge voor verwerking van grasachtige biomassa is veel groter. Dit maakt het voor Jalo biopellets interessant om zoveel mogelijk op dergelijke stromen over te gaan (aangenomen dat beide stromen een pellet van een zelfde kwaliteit en dus waarde opleveren). Een doeltreffende manier om deze stroom naar Jalo biopellets toe te trekken is het verlagen van de prijs die beheerders nu betalen voor verwerking van biomassa uit de natuur. Door een kleine verlaging van deze verwerkingsprijs (naar bijvoorbeeld 32 €/ton) zou Jalo biopellets alle biomassa die nu ter compostering wordt aangeboden naar zich toe kunnen trekken. De totale kosten voor de beheerder nemen dan dus nauwelijks af (van 54 €/ton naar 52 €/ton). Een veel groter aanbod zou kunnen ontstaan als Jalo biopellets de prijs verder verlaagt. In principe kan Jalo biopellets de kosten verlagen tot 0 €/ton en nog steeds winst blijven maken (onder de hier aangenomen zeer globale getallen). Voor de beheerder nemen de kosten voor het beheer van de natuur dan af met $(34/(34+20) \times 100 =)$ 62%. Als zij het budget voor beheer gelijk houden, zouden ze 2.6 keer meer grasachtige biomassa kunnen oogsten. Overigens zal de beslissing van Jalo biopellets om de kosten voor verwerking van grasachtige biomassa te verlagen vooral afhankelijk zijn van de prijs van houtige biomassa uit de natuur en het aanbod van (goedkopere) secundaire biomassa die nu nog gecomposteerd wordt; van de marktomstandigheden dus.

5.4.6 *Bijdrage aan duurzame energieproductie*

De voorgenomen productie van biopellets door Jalo biopellets zal 1.6 PJ per jaar bedragen. Dit is 5% van de doelstelling van LNV 32 PJ/jaar). Bij transport en in de fabriek wordt 0.13 GJ aan fossiele energie verbruikt (8% van de besparing). Na aftrek daarvan is de bijdrage aan de duurzame energievoorziening nog altijd groot, aangezien slechts 2.5% van het Nederlandse oppervlak wordt geoogst om deze bijdrage te leveren (dit is een iets hoger deel van de potentie aangezien er veel natuur aanwezig is die biomassa levert).

Indien de volledige hoeveelheid pellets wordt ingezet voor decentrale warmteopwekking wordt 46 miljoen m³ aardgas vermeden.

6 Conclusies

De algemene conclusie is dat het Jalo biopellets project een bijdrage van 5% kan leveren aan de LNV doelstelling tot het leveren van 32 PJ/jaar aan duurzame energie uit de Nederlandse natuur. Door de realisatie van soortgelijke projecten in andere delen van Nederland kan deze bijdrage nog veel groter worden. Er is geen rekening gehouden met het feit dat het oogsten van biomassa uit de natuur zal leiden tot minder rotting van biomassa en daarmee een verlaging van de uitstoot van sterke broeikasgassen (zoals methaan en N₂O).

Bij opstart van de installatie is de bijdrage uit de Nederlandse natuur relatief klein. Er ligt een voornemen om geheel over te schakelen op biomassa uit de natuur. Deze overschakeling zal echter voor een belangrijk deel afhankelijk zijn van de marktprijzen voor de verschillende grondstoffen en de kwaliteit van de pellets die met deze grondstoffen gemaakt kan worden. Ook als niet wordt overgeschakeld op biomassa uit de natuur, dan levert de productie van pellets uit stromen die nu nog worden verwerkt tot compost een interessante bijdrage aan de duurzame energievoorziening van Nederland.

Er zijn ook enkele minder duurzame aspecten verbonden aan deze keten van biomassa uit de natuur tot energie bij de klant. De uitstoot van fijn stof zal toenemen met 10 ton per jaar (jaarlijkse NL uitstoot is 47000 ton/jaar). Er is geen rekening gehouden met het feit dat een deel van de biomassa nu nog in de open lucht verbrand wordt. Dit gaat gepaard met een aanzienlijke uitstoot van fijn stof die in elk geval veel minder zal zijn bij gecontroleerde verbranding in daarvoor bestemde apparatuur.

De kosten voor landschapsonderhoud zouden lager kunnen worden door de aanwezigheid van Jalo biopellets. Het ligt echter voor de hand dat Jalo biopellets het grootste deel van de toegevoegde waarde niet zal doorgeven aan de leverancier van de biomassa. Alleen als schaarste aan biomassa ontstaat, zal Jalo biopellets de prijs voor verwerking van biomassa verlagen.

De gevolgde aanpak is specifiek uitgewerkt voor de case van de Jalo biopelletfabriek, maar kan ook worden toegepast voor evaluatie van soortgelijke projecten. Het is aan te bevelen om de methode verder te standaardiseren.

De conclusies zijn hieronder samengevat per onderwerp, per onderdeel van de keten en voor de gehele keten.

Totaal broeikaseffect (CO₂)

De Nederlandse emissie van CO₂ kan door de aanwezigheid van Jalo biopellets afnemen met 90000 ton per jaar zonder beslag te leggen op landbouwgronden. Hierdoor is er geen risico op indirecte verandering van landgebruik en zal dus ook geen indirecte uitstoot van CO₂ ontstaan. De emissie van CO₂ bij het transport en conversie van biomassa is ongeveer 10% van de vermindering van de CO₂ emissie bij de afnemers.

De verminderde emissie van broeikasgassen door rotting in de natuur is niet meegenomen in de evaluatie.

Landschap en Biodiversiteit

De Nederlandse overheid en natuurorganisaties zijn het erover eens dat het onderhoud van landschapselementen bijdraagt aan de schoonheid van het landschap en de biodiversiteit. De fabriek bij Jalo biopellets kan leiden tot een vermindering van de kosten voor landschapsonderhoud. Daarmee kan de keten leiden tot het verminderen van achterstallig onderhoud van landschapselementen.

Transportbewegingen

Het aantal transportbewegingen zal toenemen als gevolg van de toepassing van biomassa uit de natuur. Dit zal ook voor alternatieve ketens het geval zijn. Door productie van biopellets wordt de dichtheid van de biomassa verhoogd en daardoor wordt het transport zo veel mogelijk beperkt (met name ten opzichte van alternatieven zoals rechtstreekse verbranding van biomassa).

Luchtkwaliteit (Fijn stof)

Emissie van fijn stof ontstaat bij de verbranding van biomassa bij Jalo biopellets, bij kleinschalige warmteproductie en in mindere mate bij productie van elektriciteit door meestook van biopellets in grootschalige centrales. De emissie van fijn stof zal ongeveer 10 ton/jaar bedragen. Dit is slechts een klein deel van de NL uitstoot van fijn stof (47000 ton/jaar). Het maakt hierbij een groot verschil of bij de productie van warmte wordt voldaan aan de NER of niet. Als ruimere normen worden gehanteerd kan de uitstoot uitkomen op 21 ton fijn stof per jaar.

Aangenomen is dat 20% van de biopellets wordt toegepast voor kleinschalige warmteproductie en 80% voor bij/meestook. Als meer biomassa wordt toegepast voor kleinschalige verbranding zal de uitstoot van fijn stof groter zijn, omdat de toepassing van aardgas wordt vervangen.

Verbranding van aardgas heeft namelijk nauwelijks productie van fijn stof tot gevolg. Als meer biomassa wordt meegestookt in kolencentrales, dan zal de uitstoot kleiner zijn omdat bij verbranding van kolen ook al fijn stof vrijkomt.

De bijdrage van transport van grondstoffen en biopellets is relatief klein. De verminderde emissie van fijn stof door het voorkomen van verbranding aan de open lucht is niet meegenomen in de evaluatie.

Arbeidsplaatsen

In de keten van biomassa aan de weg bij de landschapsbeheerder tot de levering aan de eindgebruiker van de biopellets zullen ongeveer 28 mensen voltijds aan het werk zijn. Er zullen banen vervallen bij de huidige verwerkers van biomassa (composteerbedrijven). Netto zal de hoeveelheid banen iets toe kunnen nemen (de toegevoegde waarde in de biopellet keten is groter dan de toegevoegde waarde in de compostketen).

Kostenbesparing landschapsonderhoud

Waarschijnlijk zal de afzet van grasachtige biomassa aan Jalo biopellets marginaal goedkoper zijn dan de huidige afzet. De afzet van houtachtige biomassa zal iets meer op gaan leveren. De totale kosten van het landschapsonderhoud (oogst + afzetkosten) zal dan iets lager komen te liggen. Zo lang biomassa uit de natuur geen schaars goed is, ligt het niet in de verwachting dat de een groot deel van de grotere toegevoegde waarde in de biopelletketen bij de landschapsbeheerder terecht komt.

Bijdrage aan duurzame energie

De biopelletketen maakt de productie van duurzame energie uit nu nog onderbenutte biomassa uit de natuur mogelijk. In totaal zal door de bedrijvigheid bij Jalo biopellets ongeveer 1.6 PJ uit de natuur geoogst kunnen worden.

Bijdrage aan LNV doelstelling uit de NL natuur

Het Jalo biopellets project kan een bijdrage van 5% kan leveren aan de LNV doelstelling tot het leveren van 32 PJ/jaar aan duurzame energie uit de Nederlandse natuur.

Concurrentie

Bij de start concurreert Jalo biopellets voor een klein deel met de spaanplaatindustrie (30000 ton per jaar van Derksen). Dit kan vanuit duurzaamheidsoogpunt als minder wenselijk worden beschouwd omdat spaanplaat een hoogwaardiger toepassing is en omdat spaanplaat na toepassing alsnog verbrand kan worden. Jalo biopellets denkt deze stroom snel te kunnen vervangen door lokale biomassa uit de omgeving. Het hout van Derksen is relatief duur en dus is er voor Jalo biopellets een goede drijfveer om inderdaad over te schakelen.

Afhankelijk van toekomstige prijsontwikkelingen zal Jalo biopellets er wellicht voor kiezen om de stromen die nu nog gecomposteerd worden te blijven verwerken. Dan levert de fabriek dus een kleinere bijdrage aan het toepasbaar maken van biomassa uit de natuur. Overigens is de productie van biopellets een nuttiger toepassing van deze stromen dan de productie van compost. De toepassing van deze stromen valt milieutechnisch zelfs nog beter uit dan gebruik van lokale biomassa, omdat ze nu toch al vervoerd moeten worden.

Cramer criteria

De Cramer criteria zijn deels hierboven al besproken (Broeikasgasbalans, Biodiversiteit, concurrentie met lokale toepassingen). Bij de toepassing van biomassa uit de natuur is concurrentie met voedsel afwezig. Dit is een groot voordeel t.o.v. biomassateelt, waarvoor vaak landbouwgrond nodig is. Welvaart en welzijn zijn in Nederland voldoende beschermd door goede wetgeving en naleving daarvan. De hogere toegevoegde waarde in de biopellet keten zal waarschijnlijk leiden tot een toename van werkgelegenheid, welvaart en welzijn. De grotere uitstoot van fijn stof kan leiden tot een vermindering van het welzijn. De afweging van deze factoren is een politieke kwestie.

Upstream

Het oogsten, verzamelen en transporteren van biomassa levert een geringe bijdrage aan de uitstoot van fijn stof (3% van de totale uitstoot in de keten) en aan de emissie van broeikasgassen (3% van de besparing). Deze uitstoot moet voor lief worden genomen om de LNV doelstelling te behalen.

Conversie

De omzetting bij Jalo biopellets levert een flinke bijdrage aan de fijn stof uitstoot van de keten. Als er een goed filter wordt geplaatst, is de bijdrage aan de totale uitstoot 12%. Het is niet duidelijk of Jalo biopellets kan voldoen aan de norm op gebied van de uitstoot van organische verbindingen.

Downstream

In de evaluatie is ervan uit gegaan dat 20% van de pellets gebruikt wordt voor kleinschalige warmteproductie en 80% voor productie van elektriciteit. De daadwerkelijke verdeling zal afhangen van de toekomstige marktomstandigheden en van de kwaliteit van de pellets die bij Jalo biopellets geproduceerd kan worden. Deze kwaliteit hangt weer af van de kwaliteit van de grondstoffen die gebruikt worden de productie van de biopellets. De marktomstandigheden worden mede bepaald door het aantal installaties voor kleinschalige warmteproductie, de aardgasprijs (voor de afnemers van kleinschalige warmte), de prijs van 'groene' elektriciteit en door de wereldmarktprijs van houtpellets.

De inzet van biopellets voor kleinschalige warmteproductie levert in de huidige praktijk een relatief grote bijdrage aan de uitstoot van fijn stof (40% terwijl slechts 20% wordt ingezet voor kleinschalige warmteproductie). De vermindering van de CO₂ uitstoot is lager dan bij elektriciteitsproductie.

De inzet van biopellets voor grootschalige elektriciteitsproductie levert een kleinere bijdrage aan de uitstoot van fijn stof (31% terwijl 80% wordt ingezet voor productie van elektriciteit) en een grotere reductie van de CO₂ uitstoot.

Gehele keten

Jalo biopellets draagt meteen bij de start al bij aan een sterke toename van de hoeveelheid duurzame energie. De bijdrage van biomassa uit de natuur is nog niet zo groot, maar er wordt wel een zeer grote stroom secundaire biomassa, die nu nog gecomposteerd wordt, geschikt gemaakt voor productie van warmte en elektriciteit.

Als wordt overgeschakeld op biomassa uit de lokale natuur, dan neemt het transport voor toevoer van biomassa naar de Jalo biopelletfabriek af. Echter omdat de secundaire grondstoffen ook nog steeds afgevoerd zullen worden (nu weer naar hun originele bestemming), neemt het totale transport van biomassa in Nederland toe (veel van de biomassa werd niet gebruikt). In het algemeen kan gesteld worden dat een toename van toepassing van biomassa uit de natuur zal lijden tot een toename van transport (deze moet echter afgezet worden tegen de toegenomen

inzet van biobrandstof). Omdat in de Jalo biopelletfabriek de massa sterk afneemt door het verdampen van water en het pelleteren, wordt dit extra transport wel zoveel mogelijk beperkt. De totale uitstoot van fijn stof neemt toe met 10 ton fijn stof per jaar. Dit is met name het gevolg van verbrandingsprocessen bij Jalo pellets en bij de afnemers van de biopellets. De huidige uitstoot in Nederland is rond de 47000 ton fijn stof per jaar. De bijdrage van fijn stof door het proces bij Jalo biopellets en door de toepassing van biopellets is dus gering, zelfs als de gehele LNV doelstelling op deze manier gerealiseerd zou worden. De toepassing van biopellets voor de productie van elektriciteit heeft een veel lagere uitstoot van fijn stof tot gevolg dan de toepassing voor productie van kleinschalige warmte.

Toepassing van biopellets voor de productie van elektriciteit heeft een grotere vermindering van CO₂ tot gevolg dan toepassing voor verwarming van zwembaden. Ook is de uitstoot van fijn stof aanzienlijk kleiner dan bij toepassing voor kleinschalige warmteproductie.

Alternatieve ketens

Op dit moment wordt een aanzienlijke hoeveelheid biomassa in de open lucht verbrand. Een goede afzetmarkt voor hout kan verbranding aan de open lucht verminderen. Hierdoor zal de uitstoot van fijn stof dalen. Deze daling is niet meegenomen in deze evaluatie omdat hierover onvoldoende gegevens bekend waren.

Door directe verbranding van natte biomassa bij afnemers van laagwaardige warmte kan in principe meer warmte geproduceerd worden. Het water dat nu verdampt wordt bij Jalo biopellets, kan dan namelijk gecondenseerd worden voor winning van extra warmte. Nu wordt hiervoor 13 % van de inkomende biomassa opgeofferd. Voor kleinschalige productie van warmte bij kachels tot ca 200 kW worden eigenlijk altijd pellets gebruikt omdat de handling van pellets veel goedkoper is en omdat de bedrijfszekerheid veel groter is. Het energieverlies bij de pelletfabriek weegt hier dus op tegen de besparingen op handling en bedrijfszekerheid. Voor grotere kachels is het over het algemeen meer rendabel te gaan werken met versnipperd hout. Overigens wordt ook hier zelden gebruik gemaakt van de condensatiewarmte.

Verbeterpunten

De uitstoot van fijn stof en de vervanging van fossiele energie en de vermindering van de CO₂ uitstoot kan vergroot worden door volledige toepassing van de pellets in elektriciteitscentrales. De daadwerkelijke toepassing van de pellets zal in principe bepaald worden door de kwaliteit van de pellets en de prijs die de afnemers willen betalen voor de pellets.

Bij Jalo biopellets wordt een grote hoeveelheid water verdampt. Deze warmte kan in principe teruggewonnen worden door condensatie. Zo komt 5 MW aan laagwaardige warmte beschikbaar die geschikt te maken is voor een naburige afnemer. De warmte van zo'n 90°C zou geschikt zijn als proceswarmte of voor verwarming van gebouwen of zwembaden.

Aandachtspunten

Het is voor de onderzoekers onduidelijk of de uitstoot van organische stoffen als gevolg van de directe droging met verbrandingsgassen bij Jalo biopellets zal leiden tot stankoverlast of overschrijding van de norm. Jalo biopellets verwacht op dit punt geen probleem.

Literatuur

CML 2008, Green house gas calculator for Electricity and heat from biomass

Demmer en Welhuis 2008, Persoonlijke communicatie

LNV 2008a, Intentieverklaring ‘biomassa uit bos, natuur, landschap en de houtketen’ van minister Verburg

http://www.minlnv.nl/cdlpub/servlet/CDLServlet?p_file_id=25205

LNV 2008b, Convenant “Schone en zuinige agrosectoren”, ministerie van LNV en ministerie VROM,

http://www.minlnv.nl/cdlpub/servlet/CDLServlet?p_file_id=28305

Rabou, L.P.L.M.; Deurwaarder, E.P.; Elbersen, H.W.; Scott, E.L. 2006, Biomass in the Dutch energy infrastructure in 2030

RIVM 1997, Energiegebruik en emissies per vervoerwijze, RIVM-rapport Nr. 773002 007

Spijker, J.H.; Elbersen, H.W.; Jong, J.J. de; Berg, C.A. van den; Niemeijer, C.M. 2007, Biomassa voor energie uit de Nederlandse natuur : een inventarisatie van hoeveelheden, potenties en knelpunten. Wageningen: Alterra, (Alterra-rapport 1616) - p. 61.

Toetsingskader voor duurzame biomassa (2007), Eindrapport van de projectgroep “Duurzame productie van biomassa”,

http://www.senternovem.nl/mmfiles/Toetsingskader%20duurzame%20biomassa_tcm24-232793.pdf