



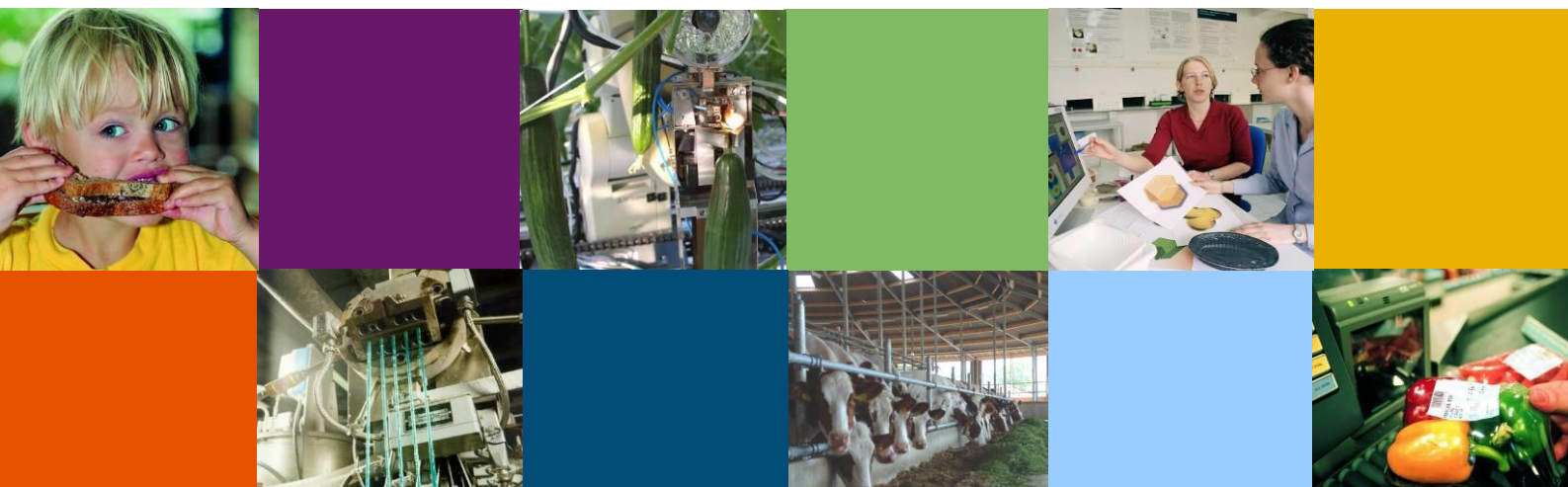
# Succesfactoren kleinschalige bioraffinage

Tussentijdse rapportage 2015

M.E. Bruins  
A.M. Teekens  
E.R.P. Keijsers  
K.P.H. Meesters



Rapport 1639



## Colofon

Titel	Succesfactoren kleinschalige bioraffinage
Auteur(s)	M.E. Bruins, A.M. Teekens, E.R.P. Keijsers en K.P.H. Meesters
Nummer	1639
ISBN-nummer	978-94-6257-715-2
Publicatiedatum	April 2016
Vertrouwelijk	Nee
OPD-code	OPD-code
Goedgekeurd door	Ben Langelaan

Wageningen UR Food & Biobased Research  
P.O. Box 17  
NL-6700 AA Wageningen  
Tel: +31 (0)317 480 084  
E-mail: [info.fbr@wur.nl](mailto:info.fbr@wur.nl)  
Internet: [www.wur.nl](http://www.wur.nl)

© Wageningen UR Food & Biobased Research, instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek

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.*

Foto cover: Grasvezels na mechanische verwijdering van water

## Samenvatting

Economies of scale zijn een belangrijke belemmering voor de implementatie van kleinschalige processen. Dit wordt bijvoorbeeld geïllustreerd met schaalfactoren voor apparatuur en menskracht. Als er naar hele ketens wordt gekeken, zijn er duidelijke situaties waarin kleinschaligheid voordelen biedt. Dit wordt in dit rapport geïllustreerd aan de hand van voorbeeldcases, zowel uit de literatuur of aan de hand van informatie binnen de “PPS Kleinschalige Bioraffinage” (voor meer informatie over de PPS zie: <http://www.kleinschaligebioraffinage.nl/nl/kbr.htm>).

De PPS Kleinschalige Bioraffinage heeft in 2013 en 2014 een studie gedaan naar de succesfactoren van kleinschalige bioraffinage. Deze meer theoretische kennis is dit afgelopen jaar in de praktijk getoetst en toegepast. In samenspraak met de PPS deelnemers en de betrokken onderzoekers, zijn drie onderwerpen benoemd voor verdere studie: business cases, ontwateren en ketenanalyse. Daarmee is begin 2015 gestart. De businesscase van biet naar suiker is een uitgewerkt voorbeeld waar dankzij de kleinschaligheid energievoordelen te behalen zijn. Het ontwateren is besproken met slib als grondstof, aan de hand van een waterzuiveringsvoorbeeld. Tenslotte is er een begin gemaakt met een ketenanalyse, waarbij kleinschalige bioraffinage is geïntegreerd in een agrarisch systeem.

# Inhoudsopgave

<b>Samenvatting</b>	<b>3</b>
<b>1 Introductie</b>	<b>5</b>
1.1 Mogelijke vragen vanuit het onderzoek	5
1.2 Extra vragen van PPS deelnemers	6
1.3 Keuze en definitie van vragen	6
<b>2 Geschiktheid van kleinschalige bioraffinage voor diverse markten</b>	<b>8</b>
2.1 Farma	8
2.2 Fun	9
2.3 Voedsel	9
2.4 Materialen	10
2.5 Chemie	10
2.6 Vloeibare brandstoffen	10
2.7 Veevoer	10
2.8 Gasvormige brandstoffen	11
2.9 Combinaties door bioraffinage	11
<b>3 Business cases: suikerkristallisatie</b>	<b>12</b>
3.1 Huidige productiemethode	12
3.2 Nieuwe methode	13
3.3 Vergelijking energieplaatje	14
3.4 Conclusie	14
<b>4 Ontwateren van Slib: ROVA</b>	<b>15</b>
<b>5 Integratie van kleinschalige bioraffinage in de agro-keten</b>	<b>17</b>
5.1 Beschikbaarheid van regionaal eiwit	17
5.2 Probleemstelling	17
5.3 Bioraffinage voor eiwitrijkdiervoer: het concept	17
5.4 Voorlopige resultaten	18
5.5 Conclusie	18
<b>6 Tenslotte</b>	<b>20</b>

# 1 Introductie

In de eerste twee jaar van de looptijd van de PPS Kleinschalige Bioraffinage zijn verschillende generieke regels opgesteld om de kansen van kleinschalige bioraffinage te kunnen voorspellen en te helpen in het ontwerp ervan. Vanaf 2015 wordt deze kennis meer in de praktijk getoetst en toegepast.

De nieuwe en oude ontwerpregels kunnen als volgt worden samengevat:

- Houd investeringskosten voor apparatuur, en in het bijzonder warmtewisseling, zo laag mogelijk.
- Ontwateren is wel en drogen niet een optie op kleine schaal.
- Maak de decentrale-centrale “knip” op de juiste plek.
- Gebruik lokale reststromen voor de generatie van warmte en energie, die ter plekke gebruikt worden.
- Produceer voor een lokale of eigen markt.
- Gebruik het verschil tussen verkoopprijs en inkoopwaarde binnen je eigen proces.
- Werk met zo min mogelijk mensuren en zorg voor automatisering en centrale ondersteuning.
- Gebruik modulaire units als het proces op meerdere plaatsen toe te passen is.

Ook is er geconcludeerd dat grootschaligheid voordelig is wanneer bepaalde processen op unit en fabrieksschaal worden beschouwd, maar dat kleinschaligheid met name interessant wordt als er naar de totale keten gekeken wordt en wanneer aspecten als lokale kringloopsluiting worden meegenomen.

Als laatste is er bij de projectpartners duidelijk de behoefte om ook kennis op te doen over de eigen processen. Daarom is er het afgelopen jaar al meer gekeken naar processen die belangrijk zijn voor de PPS deelnemers, zoals ontwateren, biogas- en ethanolproductie. Vooral de eerste twee zijn processen die belangrijk zijn in veel kleinschalige bioraffinage processen. Deze processen blijven ook dit jaar belangrijk, en we willen het uitbreiden met eiwit- en/of feed productie.

## 1.1 Mogelijke vragen vanuit het onderzoek

Op basis van de ontwerpregels en voortbouwend op de opgebouwde kennis van de afgelopen 2 jaar zijn er bij de betrokken onderzoekers de volgende vragen naar voren gekomen, die vanuit de optiek van kleinschaligheid nader bestudeerd moeten worden:

- 1) Hoever moet biomassa getransporteerd worden naar bijvoorbeeld een centrale verwerking, wil lokaal ontwateren zinvol zijn?

- 2) Wat zijn de technische limieten van ontwateren?
- 3) Hoe kan een bioraffinage proces dat op zichzelf niet rendabel is, dat wel worden in een keten?
- 4) Welke mensen houden zich nu bezig met de kleinschalige bioraffinage (stakeholder analysis)?
- 5) Zijn er duidelijk positieve voorbeelden van business cases?
- 6) Wat zijn de faalfactoren?
- 7) Kunnen chemicaliën, zoals PHA kleinschalig gemaakt worden, of moet het in een centraal en een lokaal stuk?
- 8) Wat kan er nu al met ICT/automatisering, zodat er kleinschalig minder FTE nodig is?
- 9) Waar hindert de wetgeving, en waar wordt die creatief toegepast?
- 10) Hoe kunnen hoogwaardige componenten uit biomassa bijdragen aan een succesvolle business case voor kleinschalige bioraffinage?

## 1.2 Extra vragen van PPS deelnemers

In samenspraak met onderzoekers binnen de PPS kleinschalige bioraffinage en op basis van voorgaande resultaten zijn er redelijk generieke vragen opgesteld voor komend jaar (zie paragraaf 1.1). Deze zijn gepresenteerd op de vergadering van 14 april 2015 in Lelystad om de interesse van de deelnemende bedrijven te polsen. Hieruit bleek dat er een voorkeur was voor bepaalde vragen en dat er ook ideeën waren voor nieuwe onderwerpen:

- 11) Hoe krijg je blad ingevoerd en geroerd in een vat voor extractie?
- 12) Ethanol business case met daarin bietenprijs versus ethanol prijs als functie van de transportafstand.
- 13) Zou ethyleenoxide productie te vergelijken zijn met chloor wat betreft veiligheid?
- 14) Waar zit de marge in de keten en is daar met politiek wat aan te doen?
- 15) Inventarisatie van reststromen.
- 16) Problemen bij productkwaliteit als je startmateriaal verwerkt met verschillende specificaties.
- 17) Macht van grote afnemers van jouw kleinschalige product kan een faalfactor zijn, hoe die te voorkomen?
- 18) Slib uit anaerobe vergister houdt onder sommige omstandigheden teveel water vast.

## 1.3 Keuze en definitie van vragen

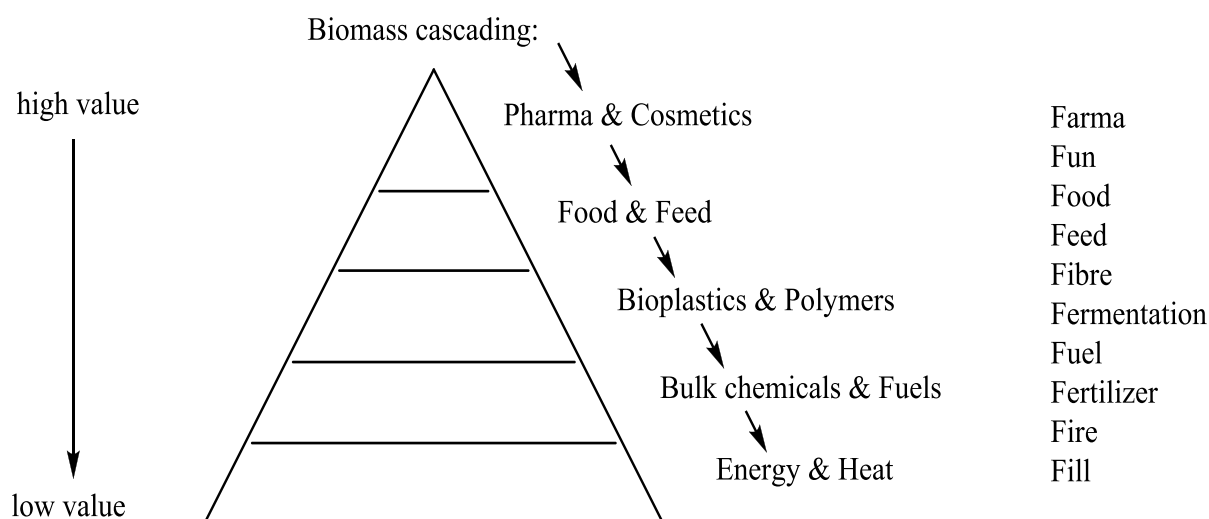
In samenspraak met de PPS deelnemers en de betrokken onderzoekers, is besloten welke van deze vragen interessant zijn, en deze vragen worden in de resterende looptijd van de PPS (2015-2016) nader ingevuld. Er zijn een paar onderwerpen die vaker duidelijk naar voren komen en waaronder de meeste vragen gegroepeerd kunnen worden. Deze zijn:

- business cases;
- ontwateren;
- ketenanalyse.

Uit elk van deze groepen is één concreet onderwerp gekozen en verder uitgewerkt. Het gaat hier om de business cases van biet naar suiker, het ontwateren van slib en een ketenanalyse met twee kleinschalige bioraffinage units daarin. Daarnaast is een algemeen vergelijking gemaakt van de geschiktheid van de verschillende markten voor kleinschalige bioraffinage, met daarin voorbeelden van succesvolle processen en/of producten.

## 2 Geschiktheid van kleinschalige bioraffinage voor diverse markten

Vanuit biobased grondstoffen kunnen diverse markten bediend worden. Binnen kleinschalige bioraffinage zijn we op zoek naar die markten die aansluiten bij een kleinschalige productie. In deze paragraaf wordt voor verschillende groepen producten besproken in hoeverre die aansluiting er is. De producten zijn min of meer gerangschikt volgens de zogenaamde waarde piramide of “F-ladder” gebruikt (zie figuur 1). Hierin staan de meest hoogwaardige producten bovenaan. Deze vertegenwoordigen echter in het algemeen ook de kleinste markt. Naar onder toe worden de markten groter, maar de waarde van de producten neemt af. Deze piramide is niet absoluut, er is veel overlap in de segmenten, en er zijn genoeg voorbeelden waar bijvoorbeeld vloeibare brandstoffen duurder zijn dan onbewerkt voedsel.



Figuur 1 F-ladder voor bioraffinage.

### 2.1 Farma

De farmaceutische industrie kenmerkt zich door zeer hoge producteisen, zeer hoge ontwikkelingskosten, zeer strenge regulering etc. Sommige processen verlopen wel op relatief kleine schaal (omdat er nu eenmaal niet meer vraag naar het product is), maar ook dan vindt het proces plaats op een terrein waar andere farmaceutische producten worden gemaakt. Hierdoor kunnen kennis, lab faciliteiten, utilities etc. gedeeld worden. Ook het centraal kunnen regelen van kwaliteitscontrole en vergunningen draag bij aan efficiëntie in de farmaceutische industrie. Voor kleinschalige bioraffinage lijkt in deze industrie weinig tot geen kans. Toch hebben onderzoekers recentelijk een medicijnfabriek gebouwd op zeer kleine schaal ( $1.0 \times 0.7 \times 1.8$  meter), die ontwikkeld is om vier bestaande medicijnen in relatief kleine hoeveelheden te produceren: het anti-allergie- en slaapmiddel diphenhydramine, het kalmeringsmiddel diazepam, de pijnstiller lidocaine en het antidepressie medicijn Prozac. De MIT-onderzoekers benadrukken dat hun apparaat vooral goed is om op snel veranderende vraag te reageren, bij epidemieën bijvoorbeeld of gedurende medicijntekorten. Conventionele medicijnproductie gebeurt batchgewijs en kan



maanden in beslag nemen. Het nieuwe systeem verloopt continu, met een reactor vat van 5, 10 of 30 ml, met daarna een scheidingsstap d.m.v. fasescheiding. Het voorziet in grofweg 1000 doses per dag. (Adamo et al. (2016) Science 352(6281): 61-67)

Voor het vinden van uitzonderingen hebben we ook gekeken naar de productie van natuurlijke geneesmiddelen op basis van plantenextracten. Deze producten kunnen wellicht wel op kleine schaal gemaakt worden. Ook zijn deze producten vaak al zeer lang op de markt, waardoor er minder ontwikkelingskosten terugverdiend hoeven te worden. A.Vogel is 's Nederlands grootste zelfzorgmerk. Biohorma is hiervan de producent. De Nederlandse vestiging in Elburg bestaat uit 130 mensen. Biohorma is onderdeel van de Bioforce AG groep waarvan het hoofdkantoor zich in Roggwil, Zwitserland bevindt. Biohorma heeft alle A.Vogel processen en ook nog enkele andere in eigen beheer. Ze kweken zelf 70% van de ingrediënten en verwerken die in hun eigen productiehuis (<http://www.biohorma.nl>). De absolute schaal is niet enorm, maar ze halen wel schaalvoordeel door meerdere producten te combineren. Hierdoor wordt apparatuur efficiënter gebruikt. Alle producten van dit bedrijf zitten bovendien in hetzelfde farma segment. Van vergaande bioraffinage is geen sprake, de droge plantenpulp die overblijft na de extractie wordt gebruikt als mest.

## 2.2 Fun

Vooraf materialen kunnen inspelen op de zogenaamde fun-factor. Een goed voorbeeld is sheep poo paper: papier gemaakt uit schapenpoep. Het is van mindere kwaliteit dan gewoon papier, maar wordt door de fun factor toch voor hoge prijzen verkocht. Boeren kunnen dit type papier zelf maken, ook uit bijvoorbeeld alpaca poep, dat overigens tevens als organische meststof verkocht wordt in een speciaal soort theezak, waarvoor ook een hoge prijs wordt gevraagd (maar wel fun).

## 2.3 Voedsel

Wereldwijd wordt 80 procent van het geproduceerde voedsel lokaal geconsumeerd. In ons Westerse deel van de wereld eten we slechts voor 20 procent uit de buurt en bijna niemand koopt direct van de boer om de hoek. Toch is er een trend naar meer lokaal voedsel, niet alleen omdat dit duurzamer zou kunnen zijn, maar ook omdat het veilig en vertrouwd is, en de lokale economie steunt. In België promoot supermarkt Carrefour de 'Belgetariër', de consument die producten "van om de hoek" eet. Ook in Nederland zijn er supermarkten waarin speciale schappen gevuld worden met "lokaal" voedsel (bijvoorbeeld Jumbo). De definitie van "lokaal" is soms wat onduidelijk. In America zijn er mensen die eten volgens het "100 mijl dieet": ze eten alleen wat binnen een straal van 160 kilometer wordt geproduceerd. Steeds vaker komen ook op kleine schaal geproduceerde voedselproducten op de markt. Het betreft vaak zuivelproducten of soepen die op de boerderij of bij landgoedwinkels etc. worden verkocht. Sommige producten worden ook in de supermarkt verkocht. De producten hebben een relatief hoge waarde. Bij directe verkoop op de boerderij is er geen tussenhandel.

## 2.4 Materialen

Er zijn op dit moment veel initiatieven om biobased materialen te maken op relatief kleine schaal. Veel materialen worden gebruikt voor verpakking. Daar vervullen ze ook een rol in de marketing van het product dat verpakt is. Omdat de verpakking slechts een klein deel van de totale productiekosten vertegenwoordigt, is een aanzienlijk hogere kostprijs (in vergelijking met de huidige materialen) niet meteen een probleem. Zeker niet als daarmee het hele product als duurzaam verkocht kan worden. De gebroeders Duijvestijn uit Pijnacker zijn in 2015 uitgeroepen tot de beste tomatentelers van de wereld. Dit had niet enkel te maken met hun tomaten, maar ook met de duurzame vervolprocessen, zoals drogen met aardwarmte en, voor dit voorbeeld belangrijker, het gebruik van verpakking gemaakt van de vezels uit tomatenstengels (figuur 2).



Figuur 2 Kartonnen verpakking voor tomaten, vervaardigd van vezels uit tomatenstengels (The Greenery).

## 2.5 Chemie

In de chemie is het veel moeilijker om op kleine schaal te produceren. Er is meestal geen lokale markt of eigen gebruik. (Fijn-) chemicaliën moeten vaak aan hoge eisen voldoen (zuiverheid) en het is moeilijk om die op kleine schaal te behalen. Chemicaliën die wel op kleine schaal gemaakt kunnen worden zijn bijvoorbeeld meststoffen. Hier hoeft het product niet 99% zuiver te zijn en kan het product lokaal en soms zelfs binnen het eigen bedrijf worden afgezet. Hierdoor zijn er geen kosten voor marketing en distributie. Een ander voorbeeld zijn grondstoffen voor fermentatie. Omdat er gedurende de fermentatie nog een omzetting en scheiding plaatsvindt, hoeven deze grondstoffen ook niet compleet zuiver te zijn.

## 2.6 Vloeibare brandstoffen

In zeer afgelegen gebieden kan lokaal geproduceerde biodiesel concurreren met fossiele diesel. In Nederland kunnen vloeibare brandstoffen (bioethanol en biodiesel) alleen winstgevend worden geproduceerd dankzij de bijmengplicht. Productie van bioethanol vindt doorgaans plaats op zeer grote schaal (1 Mton graan per jaar). Productie van biodiesel is vaak kleinschaliger maar ook hier zijn veel kleinschalige bedrijven gestopt en komen er zeer grote spelers voor in de plaats (Nestlé Oil, 1 Mton per jaar).

## 2.7 Veevoer

Kleinschalige bioraffinage kan ook een veevoerstroam opleveren (bijvoorbeeld eiwitrijke stroam uit bietenblad). In deze markt is kleinschaligheid een voordeel omdat lokale afzet van natte

veevoeders makkelijker is dan grootschalige afzet. Door veevoeders nat af te zetten hoeven geen droogkosten en opslagkosten gemaakt te worden. Afzet binnen het eigen bedrijf is zeer aantrekkelijk omdat hierdoor geen marketing- en distributiekosten nodig zijn.

## **2.8 Gasvormige brandstoffen**

Biogas wordt vaak op kleine schaal geproduceerd. Er is duidelijk een trend naar steeds grootschaliger biogasproductie zichtbaar. Productie van biogas is alleen mogelijk dankzij subsidies of bijmengplicht. In afgelegen gebieden (waar geen leidingnet met aardgas aanwezig is), kan biogas wel concurreren met flessengas (propan).

## **2.9 Combinaties door bioraffinage**

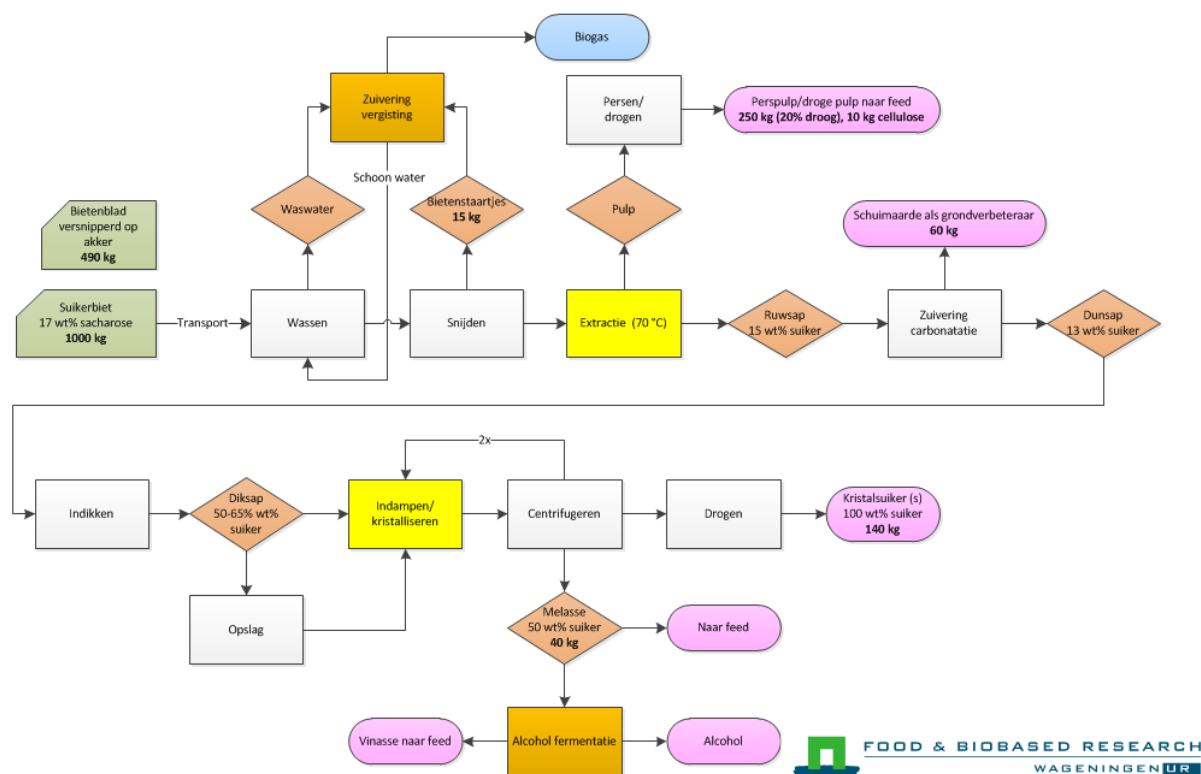
Kleinschalige initiatieven blijken duidelijk een marktsegment te hebben en zich daar ook positief in te ontwikkelen. We zien echter weinig bioraffinage voorbeelden over de segmenten heen. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de complexiteit van het plaatsen van meerdere nieuwe producten. De meest succesvolle bioraffinage-initiatieven vind je als er vanuit een bestaande situatie en een bestaand product, een tweede product wordt toegevoegd, zoals bijvoorbeeld in de levensmiddelen industrie. Het winnen van aardappelwit naast zetmeel bij AVEBE is één van de eerste succesvolle initiatieven. Ook hier wordt echter door een bestaande leverancier een tweede product in hetzelfde bekende marktsegment geplaatst, wat de introductie voor het bedrijf gemakkelijker maakt. Bij het opzetten van kleinschalige bioraffinage activiteiten moeten veel problemen tegelijk opgelost worden en zijn er wellicht teveel nieuwe elementen om tot een lopend bedrijf te komen. Hiervoor zou een uitgebreider stakeholder-onderzoek nodig zijn, om dit verder te duiden. Uiteindelijk kan dit leiden tot nieuwe businessmodellen waar risico en opbrengst anders tussen de partijen verdeeld wordt.

### 3 Business cases: suikerkristallisatie

Suikerbieten worden in Nederland op grote schaal verwerkt in twee bestaande suikerverwerkende fabrieken. Deze fabrieken produceren momenteel op maximale capaciteit. In 2017 vervallen de Europese suikerquota en het ligt in de verwachting dat de teelt van suikerbieten toe zal nemen. Vanwege de risico's die verbonden zijn aan grootschalige investeringen is in de nabije toekomst uitbreiding middels kleinschalige decentrale units een optie. In 2013 zijn reeds de kansen voor de kleinschalige verwerking van suikerbieten bestudeerd en weergegeven, verdeeld over kansen voor de boer, voor transportvermindering, en voor procesverbetering. Hier kijken we naar de energiewinst die behaald kan worden op kleine schaal. Deze kan niet alleen toegeschreven worden aan verminderd transport, maar ook aan energiewinsten in het proces.

#### 3.1 Huidige productiemethode

Suiker wordt geproduceerd uit suikerbieten. De suikerbieten worden gewassen en in frieten gesneden. Deze frieten worden in een tegenstrooms extractiekolom behandeld met heet water. De suiker diffundeert naar het extractiewater, de overblijvende suikerpulp wordt toegepast als veevoer. Door de zeer grootschalige productie is er in de nabije omgeving onvoldoende afzet voor de natte pulp. Ongeveer de helft van de pulp massa wordt gedroogd (hoge energiekosten) om vervoer over grotere afstand rendabel te maken.



Figuur 2, Traditionele productie van suikerbieten (P. Harmsen, 2014)

Het suikerrijke extract wordt ruwsap genoemd. Dit ruwsap wordt daarna tijdens de carbonatatie stap behandeld met calciumhydroxide en CO<sub>2</sub> om vervuilende componenten te verwijderen. Ook de productie van calciumhydroxide kost weer veel energie. Het resulterende dunsap wordt ingedikt tot diksap waaruit vervolgens de suiker wordt gekristalliseerd. Een deel van de suiker kan op deze manier niet gewonnen worden en wordt afgevoerd in de vorm van melasse. Naast water en suiker bevat melasse voornamelijk betaine, zouten, organische zuren en aminozuren. De huidige toepassing is in veevoer of als grondstof voor fermentaties.

### 3.2 Nieuwe methode

WUR heeft een nieuwe methode ontwikkeld om suiker te winnen uit ruwsap. Hierbij wordt gebruik gemaakt van anti-solvent kristallisatie waardoor carbonatatie niet nodig is. De nieuwe methode kan kleinschaliger worden uitgevoerd en daardoor kan de natte pulp wel lokaal worden afgezet als diervoer. Ook neemt de transportafstand voor de aanvoer van bieten af. In Tabel 1 staat een overzicht van de aanvoer en afvoer van bieten en melasse. Als basis is de hoeveelheid verwerkte suikerbieten genomen. Met de anti-solvent kristallisatie kan meer suiker gewonnen worden per ton biet (hogere opbrengst) en is er ook geen verlies van suiker meer in de vorm van melasse. De huidige fabriek in Dinteloord wordt gevoed vanuit een suikerbietenareaal van 42308 ha. In de huidige situatie liggen er in het gebied dat suikerbieten levert aan de fabriek ook bossen, steden en water (met name in Zeeland), waardoor het oogstgebied veel groter is (1767146 ha). Bij productie op kleine schaal kan de fabriek geplaatst worden in gebieden waar veel suikerbieten geteeld worden; hierdoor worden de transportafstanden nog extra gereduceerd.

Tabel 1, Scenario voor huidige fabriek vs. kleinschalige productie met anti-solvent kristallisatie

	Huidige fabriek	1/5 grootte	
Bieten	3.35	0.67	Mton/yr
Suikerproductie	0.5	0.11	Mton/yr
Melasse	0.05		Mton/yr
Areaal suikerbieten	42308	8462	ha
Gebied	1767146	84615	ha
Straal	75	16	km
% suikerbieten	2.4%	10%	

### 3.3 Vergelijking energieplaatje

In Tabel 22 en Tabel 33 wordt het energieverbruik voor het huidige en het nieuwe proces samengevat.

Tabel 2, Energieplaatje van huidige suikerproductie in GJ/ton sugar produced

Energieverbruik		Energie terugwinning	
Transport	0.40		
Carbonatatie	1.20	Carbonatatie	0.96
Indampen	2.64		
Regenereren			
Drogen	1.85	Drogen	0.74
Elektriciteit	0.45	Elektriciteit	0.25
<b>Totaal</b>	<b>6.53</b>	<b>Totaal</b>	<b>1.95</b>
<b>Saldo</b>	<b>4.59</b>		

Tabel 3, Energieplaatje van suikerproductie met anti-solvent kristallisatie, waarbij water en ethanolscheiding met zeolieten plaatsvindt.

Energieverbruik		Energie terugwinning	
Transport	0.08		
Carbonatatie			
Indampen	1.54		
Regenereren	1.17	Zeolietwarmte	0.46
Drogen			
Elektriciteit	0.20	Elektriciteit	0.11
<b>Totaal</b>	<b>2.99</b>	<b>Totaal</b>	<b>0.57</b>
<b>Saldo</b>	<b>2.42</b>		

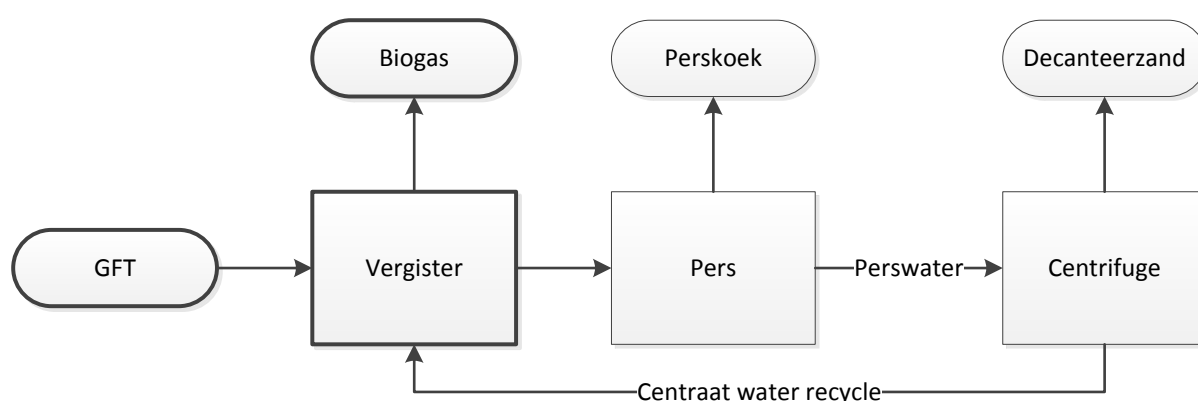
### 3.4 Conclusie

Door nieuwe technologieën kunnen oude processen opnieuw geoptimaliseerd worden. In sommige gevallen is het dan voordeliger om naar een kleinere schaal te gaan. Het valt op dat de besparing op het transport van bieten (een landbouwproduct met relatief hoog watergehalte) veel kleiner is dan de besparingen in het proces die in het proces kunnen worden gerealiseerd door het wegvallen van de carbonatatie en het drogen van de pulp.

## 4 Ontwateren van Slib: ROVA

ROVA bedrijft samen met HVC een GFT-vergistingsinstallatie (in bedrijf sinds eind 2010). Zij zijn bezig met een verbetertraject om de ontwaterbaarheid van het digestaat van deze gft-vergister te verbeteren.

De vergister is oorspronkelijk bedoeld om zonder toevoer van vers water te functioneren. Het vochtgehalte in de installatie wordt op peil gehouden door recirculatie van vrijwel al het centraatwater als proceswater (Figuur ). In de praktijk blijkt echter dat een structurele dosering van circa 15% vers water nodig is. Hierdoor wordt voorkomen dat het geproduceerde digestaat steeds slechter te persen wordt.



Figuur 3: Schematische weergave vergister waterstromen, basis proces dik omlijnd.

In WP4: Biogas van dit project Kleinschalige bioraffinage is daarom een expertsessie gehouden. Doel van de expertsessie was om inzicht te krijgen in de oorzaak van de slechte ontwaterbaarheid van het digestaat wanneer er geen water ververst wordt. En waarom verbetert de ontwaterbaarheid als we vers water doseren en meer centraatwater spuien? Aan de hand van twee hypothesen zijn de mogelijke oorzaken bediscussieerd:

*Hypothese 1:* De slechte ontwaterbaarheid van het digestaat wordt veroorzaakt doordat zeer kleine deeltjes enerzijds niet afgebroken worden in de vergister en anderzijds relatief minder goed afgescheiden worden in de pers en centrifuge en daardoor met het centraatwater gerecirculeerd worden.

*Hypothese 2:* De slechte ontwaterbaarheid van het digestaat wordt veroorzaakt doordat de microbiologie/ecologie in de vergister niet goed functioneert.

De conclusie van de expertsessie was dat hypothese 1 voor de vergister van ROVA het aannemelijkst is, maar dat uitgebreidere metingen van de samenstellingen van de verschillende stromen nodig zijn om dit te bevestigen. Vooralnog wordt geconcludeerd dat ophoping van fijn

zand, lutum en fijne organische vezels, in combinatie met viscositeit verhogende opgeloste organische stoffen, de slechte ontwaterbaarheid veroorzaken. Het lijkt er op dat fijn zand, lutum en kleine organische vezels samen in de natte stroom blijven, wanneer de concentratie opgeloste organische verbindingen boven een bepaald niveau komt.

In deze ROVA case komt duidelijk naar voren hoe duur het verwijderen van water uit biomassa is. Het verhogen van de uitpersbaarheid van slecht gedefinieerde biomassa zoals het digestaat van GFT geeft een aanmerkelijke reducering in de kosten voor het drogen. Echter de oorzaken voor slechte uitpersbaarheid en mogelijke oplossingen verschillen per grondstof. Het opbouwen van kennis over uitpersbaarheid van verschillende grondstoffen en mengsels kan een aanmerkelijke besparing geven, met name voor kleinschalige bioraffinage.

Het beheer van de vergister is tijdens de looptijd van het project overgegaan van ROVA naar HVC. Zij maken geen onderdeel uit van het kleinschalige bioraffinage consortium, waardoor het onderzoek binnen dit project gestaakt is.



## 5 Integratie van kleinschalige bioraffinage in de agro-keten

### 5.1 Beschikbaarheid van regionaal eiwit

De mate van zelfvoorzienendheid van eiwitrijke grondstoffen voor feed is in Europa laag. De eigen productie van eiwithoudende gewassen levert slechts 30% van de eiwithoudende gewassen die in de EU als feed worden gebruikt (rapportage Commissie landbouw en plattelandontwikkeling) en we zijn dus afhankelijk van andere landen. Deze afhankelijkheid was voor het Europees Parlement reden om in 2011 een motie uit te brengen, waarin werd opgeroepen tot meer onderzoek en ontwikkeling op het gebied van de teelt van deze gewassen binnen Europa.

Een rapportage van Alterra en Livestock Research (Cormont & van Krimpen, 2014) laat zien dat voor Nederland het aandeel van de eiwitten van regionale bronnen in de totale Nederlandse feed ongeveer 75% is. Indien alleen de eiwitrijke diervoeders meetellen, dan is het regionale aandeel 35%. Een genoemde reden voor het lage gebruik van regionaal eiwitrijk voer is wellicht de gunstige ligging van Nederland, dat met Rotterdam als één van de belangrijkste overslaghavens voor soja en relatief korte doorvoerlijnen heeft naar voerproductielocaties, wat het economisch aantrekkelijk maakt om soja in het rantsoen op te nemen. Andere redenen zijn terug te voeren op eerder gesloten internationale handelsovereenkomsten, en de aanzienlijk toegenomen efficiëntie voor de productie van eiwithoudende gewassen buiten de EU, die ertoe heeft geleid dat het voor Europese boeren minder interessant is om eiwithoudende gewassen te produceren.

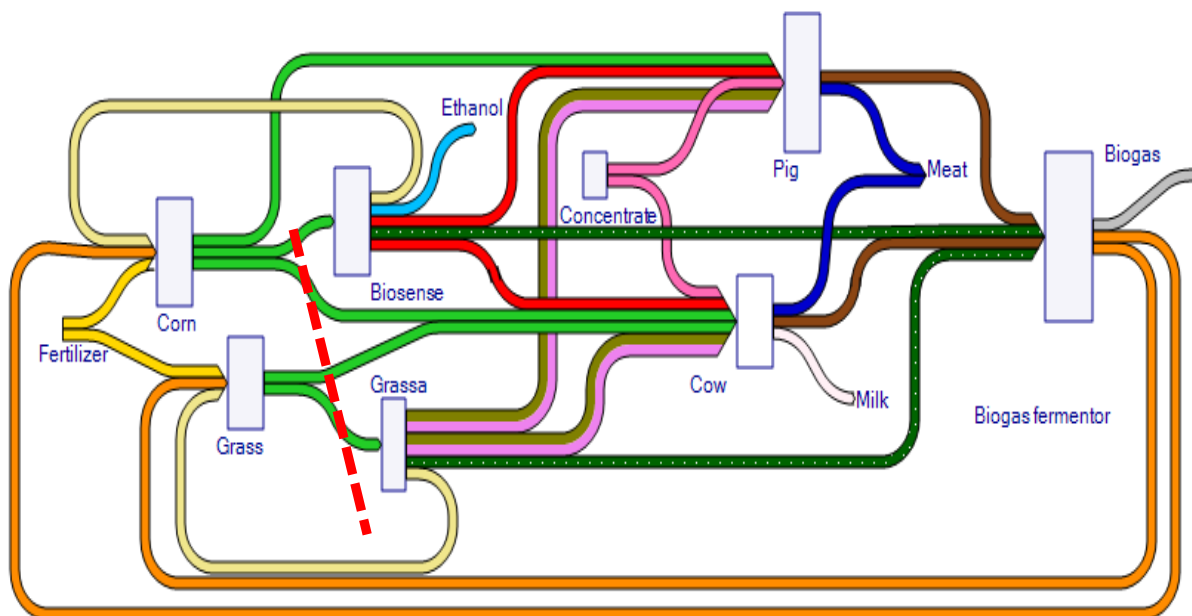
### 5.2 Probleemstelling

Het tekort aan regionaal eiwit heeft geleid tot import van feed, met name uit landen zoals de Verenigde Staten, Argentinië en Brazilië. Dit heeft naast een afhankelijkheid ook een import veroorzaakt van allerlei mineralen, waar wij in Nederland reeds een overschot aan hebben, zoals fosfor (P). Verhoogde productie, maar zeker ook een betere benutting van de aanwezige eiwithoudende grondstoffen dragen bij aan een betere zelfvoorzienendheid en mineralenbalans. Deze betere benutting kan gerealiseerd worden door het ontleden van biomassa in componenten die zo gericht mogelijk ingezet kunnen worden. In dat kader willen we onderzoeken of bioraffinage lokaal ingezet kan worden om hoogwaardig eiwitrijk diervoer te kunnen produceren uit regionaal veel voorkomende gewassen. Voorwaarde is dat het technisch en economisch haalbaar is.

### 5.3 Bioraffinage voor eiwitrijkdiervoer: het concept

Bioraffinage voor eiwitrijk diervoer wordt hier onderzocht in het concept van de kleinschalige bioraffinage. We kijken in dat kader naar de mogelijke toevoeging van een clustering van kleinschalige bioraffinages in de huidige landbouw. De veranderde keten, inclusief de nieuwe bioraffinage technologieën, wordt geanalyseerd.

**Figuur 4** Modelsysteem van een agrarisch systeem met koeien, varkens, mais en gras, waaraan bioraffinage units zijn toegevoegd om effectiever gebruik te kunnen maken van de lokaal beschikbare grondstoffen.



Als voorbeeld en benchmark van vergelijking is de agrarische regio de Achterhoek gekozen. Deze regio bevat ongeveer 1 miljoen varkens en 200.000 koeien. Het model rekent met een tiende van dit totaal, dus 100.000 varkens en 20.000 koeien, met het benodigde diervoer en de problemen met mest. De Achterhoek bevat verder gras en maïs als diervoedergewassen. In onze testen zijn daarom twee kleinschalige bioraffinaderijen geïntroduceerd die gras en maïs kunnen raffineren. Kleinschalige mogelijkheden daarvoor worden geboden door Grassa (gras) en Byosis (maïs). Analog aan Grassa en Byosis is verder een vergister inbegrepen. Ook de invloed van voer op de dieren en digestaat op de bodemvruchtbaarheid is meegenomen. Om tekorten in de kringloop op te kunnen vangen, die ontstonden door productafvoer als melk en vlees, zijn meststoffen en sojaconcentraat in geminimaliseerde hoeveelheden aan het model toegevoegd voor herintroductie van voedingsstoffen. Het concept staat schematisch weergegeven in figuur 4. Randvoorwaarde in het systeem is dat aan de voedereisen van de dieren voldaan moet worden. Verder moet ook de nutriënten-cyclus meer gesloten worden. Beide criteria zorgen voor een optimalisatie van de grootte van de bioraffinaderijen en het landgebruik.

#### 5.4 Voorlopige resultaten

Afhankelijk van het landgebruik, en de boetes op teveel fosfaat gebruik zal de maisraffinage meer of minder gebruik ingezet worden. Deze unit heeft ook de meeste moeite om individueel winst te maken, maar kan wel de keten dusdanig compleet maken, dat het geheel duidelijk wel winstgevend wordt.

#### 5.5 Conclusie

De resultaten laten zien dat bioraffinage ingezet kan worden om lokaal eiwit te produceren, waarbij in de gehele keten een gelijke economische waarde wordt gehaald als in een scenario zonder bioraffinage, maar met soja import. De gelijkblijvende economische waarde geldt echter niet (even sterk) voor alle individuele units, iets wat in de praktijk veel problemen geeft bij het opzetten van zo'n systeem. Er zal dus goed gekeken moeten worden naar een samenwerkingsverband, dat voor alle individuen (economisch) interessant is. Het toevoegen van de bioraffinage units maakt een meer gesloten lokale kringloop voor nutriënten mogelijk, wat de

duurzaamheid van het systeem verhoogt. Bovendien vermindert de bioraffinage de afhankelijkheid van import van feed vanuit andere werelddelen.

Omdat deze keten bijzonder veel potentie biedt, zal hier ook in 2016 onderzoek aan worden gedaan. Hierbij wordt verder ingegaan op fosfaatverplaatsing, landgebruik, de economie en waarde creatie van de individuele delen en de keten.

## 6 Tenslotte

De kennis die in de eerste twee jaar van de looptijd van de PPS kleinschalige bioraffinage is opgedaan, is in 2015 in de praktijk getoetst en toegepast. Drie onderwerpen zijn benoemd voor verdere studie: business cases, ontwateren en ketenanalyse. Daarmee zijn voor 2015 drie voorbeelden uitgewerkt en dat zal komend jaar gecontinueerd worden met nieuwe voorbeelden. De businesscase van biet naar suiker is een uitgewerkt voorbeeld waar dankzij de kleinschaligheid energievoordelen te behalen zijn. Ontwateren is telkens een belangrijke stap gebleken in de voorbereiding en is nu besproken met slib als grondstof, aan de hand van een waterzuiveringsvoorbeeld. Tenslotte is er een begin gemaakt met een keten analyse, waarbij kleinschalige bioraffinage is geïntegreerd in een agrarisch systeem. Dit laatste systeem zal komend jaar verder uitgewerkt worden, zodat er ook meer kwantitatief uitspraken gedaan kunnen worden op het gebied van economie en duurzaamheid.

Algemeen kan gesteld worden, dat kleinschaligheid voordeel kan hebben in de keten op beide gebieden, en dat er in de afgelopen drie jaar veel mooie voorbeelden de revue zijn gepasseerd. Het lijkt echter nog steeds lastig om kleinschalige bioraffinage initiatieven van de grond te krijgen. Dit kan liggen aan de grote hoeveelheid vernieuwende elementen die daarin meespelen, waardoor kleine spelers het erg moeilijk hebben en we de meeste vernieuwingen van grotere bedrijven zien komen. Iets wat tegen-intuïtief is wanneer je het over innovaties hebt.

Toch kan algemeen gezegd worden dat bioraffinage een ontwikkeling is die niet meer weg te denken valt uit het huidige werken aan een duurzame toekomst. Waar de ontwikkeling van de petrochemie de 20<sup>e</sup> eeuw gedomineerd heeft, zal de focus nu liggen op een effectiever gebruik van biomassa. Hierbij is niet enkel technologieontwikkeling belangrijk, maar ook de samenwerking in de sector, en de ontwikkeling van nieuwe “standaard producten”, die voldoen aan eisen voor kwaliteit en een brug vormen tussen de verwerkers van biomassa en gebruikers van halffabricaten.