



Kansen voor de valorisatie van biomassareststromen in de Greenport Betuwse Bloem

Valorisatie cases

J.E.G. van Dam, E. Annevelink, B. van Gogh & M.J.A. van den Oever

Rapport 1438



Colofon

Dit onderzoek is gefinancierd door de Provincie Gelderland.

Disclaimer:

Hoewel bij de samenstelling van de inhoud van dit rapport de grootst mogelijke zorgvuldigheid is betracht, bestaat de mogelijkheid dat bepaalde informatie verouderd, onvolledig of foutief is. Stichting DLO, noch de provincie Gelderland staat in voor de actualiteit, volledigheid of juistheid van de in dit rapport opgenomen informatie en is in geen geval aansprakelijk voor enige schade ontstaan door gebruikmaking van in dit rapport aangeboden informatie.

Titel	Kansen voor de valorisatie van biomassa-reststromen in de Greenport Betuwse Bloem; Valorisatie cases
Auteur(s)	J.E.G. van Dam, E. Annevelink, B. van Gogh & M.J.A. van den Oever
Nummer	1438
ISBN-nummer	978-94-6173-705-2
Publicatiedatum	Januari 2014
Vertrouwelijk	Nee
OPD-code	6229029300
Goedgekeurd door	M.M. Hackmann

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
Internet: 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.

Samenvatting

In opdracht van de Provincie Gelderland werd in het kader van het Ambitieprogramma Betuwse Bloem 2012-2015 door Wageningen UR Food & Biobased Research een verkennende studie uitgevoerd naar de kansen voor valorisatie van bestaande biomassa-reststromen ter versterking van de economische positie van het regionale tuinbouwcluster.

Om de biobased opgave van de tuinbouwsector vorm te geven, in het door de sector gedreven co-innovatieprogramma biobased economy, werd in deze studie de bestaande kennis verkend en ontsloten. De in kaart gebrachte gegevens betreffen fysische en chemische eigenschappen van de verschillende reststromen zoals structuur, deeltjes grootte, stortgewicht, vochtgehalte, en samenstelling (vezelgehalte, cellulose, suikers, zuren, eiwitten, mineralen en vetten, en specifieke bioactieve componenten).

De biomassa-beschikbaarheid is samengevat in Hoofdstuk 2. Voor investeringen in de geïdentificeerde kansrijke ontwikkelingsrichtingen voor biobased innovaties werd een inschatting gemaakt van de potentiële waarde van de verschillende componenten. Daarnaast is de stand der techniek beschreven die cruciaal is voor succesvolle implementatie van de innovaties. De benodigde technologie werd beschreven voor het scheiden van biomassa-reststromen of het extraheren van waardevolle componenten en alternatieve valorisatie routes in vijf voorbeeld valorisatie cases:

- champost – scheiden van fosfaat & andere componenten (Hoofdstuk 3)
- houtige reststromen uit de boom- en fruitteelt – hout chips verwerken in vezelboards (Hoofdstuk 4)
- reststromen van paprikateelt – stengels verwerken als vezelgrondstof (Hoofdstuk 5)
- reststromen van chrysantenteelt – inhoudsstoffen winnen (Hoofdstuk 6)
- groenteresten van Veiling Zaltbommel – vergisting (Hoofdstuk 7)

Op basis van deze inventarisatie werden conclusies en aanbevelingen gedaan voor verdere ontwikkelingen (Hoofdstuk 8).

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1 Inleiding	6
1.1 Aanleiding	6
1.2 Project	6
1.3 Doel en effecten	7
1.4 Aanpak	7
1.5 Resultaten	9
1.6 Opzet rapport	10
2 Biomassabeschikbaarheid in het gebied van de Greenport Betuwse Bloem	11
3 Valorisatie case champost – scheiden van fosfaat & andere componenten	13
3.1 Beschikbare champost & logistieke aspecten	13
3.2 Huidige valorisatie champost	14
3.3 Waardevolle componenten in champost	14
3.4 Alternatieve valorisatiemogelijkheden champost	17
3.5 Toetsing valorisatiekansen bij stakeholders	19
3.6 Volgende stappen	20
4 Valorisatie case houtige reststromen uit de boom- en fruitteelt – hout chips verwerken in vezelboards	21
4.1 Beschikbare biomassa-reststromen & logistieke aspecten	21
4.2 Huidige valorisatie boom- en fruitteeltreststromen	22
4.3 Waardevolle componenten	22
4.4 Alternatieve valorisatiemogelijkheden	23
4.5 Toetsing valorisatiekansen bij stakeholders	24
4.6 Volgende stappen	25
5 Valorisatie case reststromen van paprikateelt – stengels verwerken als vezelgrondstof	26
5.1 Beschikbare biomassa-reststromen & logistieke aspecten	26
5.2 Huidige valorisatie	27
5.3 Waardevolle componenten	27
5.4 Alternatieve valorisatiemogelijkheden	29
5.5 Toetsing valorisatiekansen bij stakeholders	30
5.6 Volgende stappen	32
6 Valorisatie case reststromen van Chrysantenteelt – inhoudsstoffen winnen	33
6.1 Beschikbare biomassa-reststromen & logistieke aspecten	33
6.2 Huidige valorisatie	34
6.3 Waardevolle componenten	34
6.4 Alternatieve valorisatiemogelijkheden	35
6.5 Toetsing valorisatiekansen bij stakeholders	36

6.6	Volgende stappen	37
7	Innovatie case groenteresten van Veiling Zaltbommel – vergisting	38
7.1	Beschikbare biomassa-reststromen & logistieke aspecten	38
7.2	Huidige valorisatie	38
7.3	Waardevolle componenten	39
7.4	Alternatieve valorisatiemogelijkheden	39
7.5	Toetsing valorisatiekansen bij stakeholder	40
7.6	Volgende stappen	40
8	Conclusies & aanbevelingen	41
8.1	Conclusies	41
8.2	Aanbevelingen	43
	Literatuur	44
	Dankbetuiging	46
	Bijlage 1. Benaderde partijen	47
	Bijlage 2. Long list valorisatie mogelijkheden	48
	Bijlage 3. Geraadpleegde experts Wageningen UR	50

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Het ondernemersinitiatief Betuwse Bloem, Regio Rivierenland, Kamer van Koophandel, Wageningen UR, LTO, ZLTO, Fruitpact, Laanboomcompact, Glastuinbouwcompact Bommelerwaard, Glastuinbouwcompact Arnhem-Nijmegen, en het Paddenstoelenpact hebben gezamenlijk het Ambitieprogramma Betuwse Bloem 2012-2015 opgesteld. De tuinbouwsector wil slagen maken in het verduurzamen van de bedrijfsvoering, door o.a. in te zetten op 'energietransitie en CO₂-reductie' en toe te werken naar de biobased economy waarin ze haar agrologistieke kwaliteiten optimaal wil inzetten. De biobased opgave van de tuinbouwsector cluster ligt in:

- productie van producten en grondstoffen op een energie-efficiënte wijze;
- meervoudig gebruik van biomassa, door splitsing (bioraffinage) in verschillende componenten; dit zorgt voor een hogere toegevoegde waarde;
- economisch renderende regionale clusters / verwerkingsketens;
- mineralen recycling dicht bij het productieveld; dit bespaart op logistieke en/of recycling kosten.

Deze biobased opgave wordt mede gerealiseerd vanuit een co-innovatieprogramma biobased economy (transitiepad 1) dat door de ondernemers van de Greenport Betuwse Bloem wordt gedreven. Dat programma is opgesteld in een samenwerking tussen bedrijfsleven, overheden en Wageningen UR. Deze aanpak is conform de Uitvoeringsagenda Klimaat en Energie van de Uitvoeringsagenda 2011 e.v. van Gedeputeerde Staten van Gelderland.

1.2 Project

In 2013 heeft Wageningen UR Food & Biobased Research voor de Provincie Gelderland het project 'Kansen voor de valorisatie van biomassa-reststromen in de Greenport Betuwse Bloem' uitgevoerd. De uitdaging in dit project was om samen met ondernemers in de Greenport Betuwse Bloem kansrijke ontwikkelingsrichtingen te schetsen, en concreet uit te werken in de vorm van valorisatie cases. De verwachting is dat daardoor meer ondernemers kansen zullen zien om te investeren in biobased innovaties, waardoor de economische positie van het regionale tuinbouwcluster wordt versterkt.

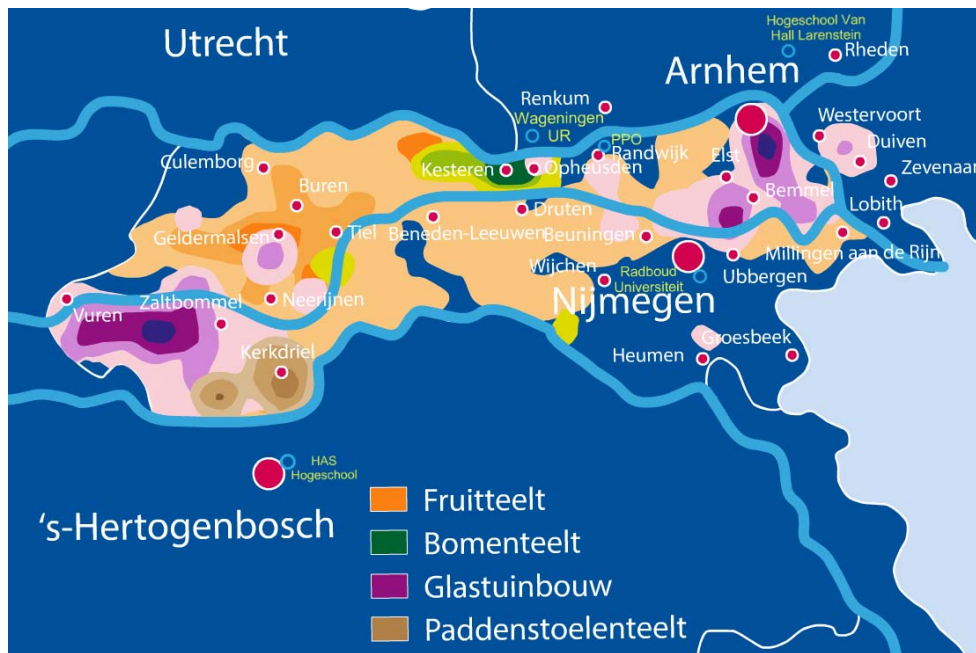
1.3 Doel en effecten

Het doel van het project is het ontsluiten van de bestaande kennis en het gezamenlijk verkennen met ondernemers, overheden en kenniswerkers van kansrijke ontwikkelingsrichtingen voor de valorisatie van biomassa-reststromen in de Greenport Betuwse Bloem. Zo kan een eerste input worden geleverd en richting worden gegeven aan het co-innovatieprogramma biobased economy ter inspiratie van de ondernemers om deze weg op te gaan. Het project bestaat uit een verkennende studie, waarvan de resultaten zijn voorgelegd aan stakeholders. De verkennende studie beschrijft waar welke kansen liggen voor de valorisatie van bestaande biomassa-reststromen. Niet alleen de aard en omvang van biomassa-reststromen in en rond de Regio Rivierenland zijn relevant, maar ook de locatie waar de biomassa-reststromen vrijkomen, de intrinsieke waarde die deze biomassa heeft, de beschikbare bioraffinage technologieën en de afzetmogelijkheden in en rond de regio Rivierenland. Tijdens de uitvoering van het project is contact geweest met ondernemers, overheden en kennisinstellingen (zie Bijlage 1 voor de benaderde partijen), waarbij mogelijke valorisatiekansen zijn besproken en geïdentificeerd. Met deze aanpak werd beoogd dat er bij de ondernemers en andere betrokken partijen enthousiasme ontstaat om de kansen te verzilveren. Uiteindelijk zijn valorisatie cases van biomassa-reststromen beschreven, die in de komende jaren kunnen helpen om het economisch rendement van de regionale clusters te versterken.

1.4 Aanpak

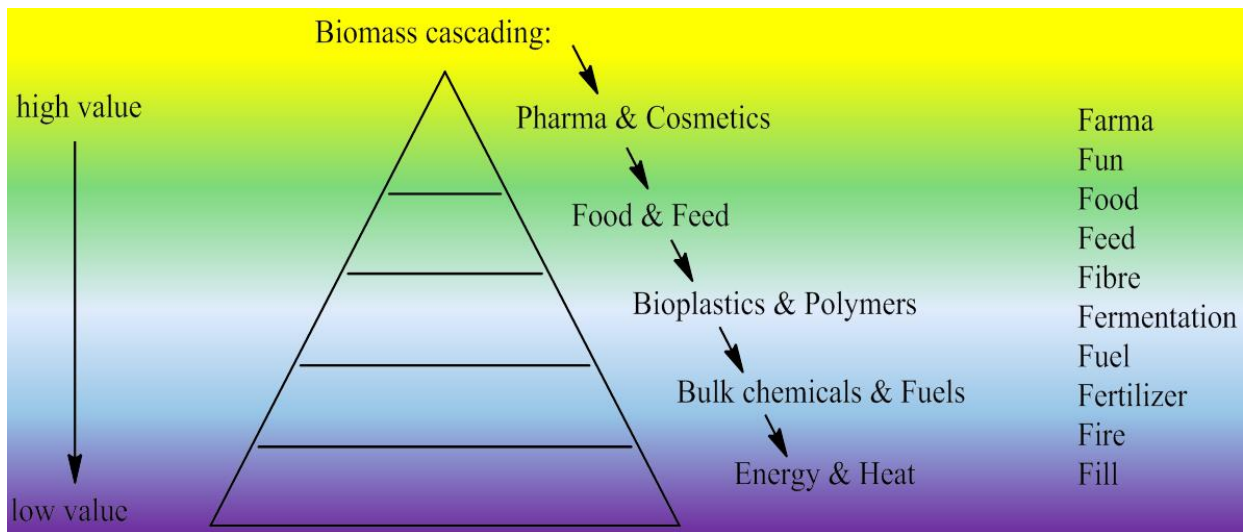
Fase 1 – Verkennende desk studie

De verkennende studie was bedoeld om eerst de basisgegevens op een rij te zetten. Allereerst zijn de belangrijkste biomassa-reststromen in de tuinbouwclusters (Glastuinbouwpact Greenport Arnhem-Nijmegen, Glastuinbouwpact Bommelerwaard, Laanboompact, Fruitteeltpact en Paddenstoelenpact; Figuur 1) in beeld gebracht. Het gaat daarbij om vrucht-, blad- en stengelresten uit de glastuinbouw, snoeihout uit de fruit- en boomteelt en champost van de champignonkwekerijen. De gebruikte methode hiervoor was een literatuuronderzoek gecombineerd met het vragen van feedback bij de ondernemers. De resultaten zijn beschreven in Annevelink et al. (2013) en worden in dit rapport samengevat in Hoofdstuk 2 en bij de verschillende valorisatie cases hoofdstukken. Vervolgens is de gemiddelde samenstelling van de biomassa-reststroom bepaald op basis van al beschikbare kennis (literatuurgegevens en inschattingen van experts). In dit project zijn geen samenstellingen van biomassa bepaald via laboratoriumanalyses. De in kaart gebrachte gegevens zijn fysische en chemische eigenschappen zoals structuur, deeltjes grootte, stortgewicht, vochtgehalte, vezelgehalte, cellulose, suikers, zuren, eiwitten, mineralen en vetten.



Figuur 1 Clusters van tuinbouwactiviteiten in de Greenport Betuwse Bloem (Kamer van Koophandel Midden Nederland, 2013).

Daarna is aan de hand van de gevonden samenstelling een inschatting gemaakt van de potentiële waarde van de verschillende componenten in de biobased economy (valorisatiekansen), wat heeft geleid tot een long list van meest kansrijke valorisatiekansen (Bijlage 2). Dit is gedaan via een brainstormsessie met een team van experts van Wageningen UR Food & Biobased Research (Bijlage 3). Deze analyse concentreerde zich op toepassingen met een hogere toegevoegde waarde (volgens de waardepiramide van groene grondstoffen; Figuur 2) zoals farma, chemicaliën, voedingsingrediënten, performance materialen, veevoer en (transport)brandstoffen. Aan energietoepassingen als verbranden en vergisten van biomassastromen in onbewerkte toestand wordt in de praktijk al gewerkt, en die vielen daarom buiten het kader van deze verkennende studie. Tevens is nagedacht over de benodigde technologie voor het extraheren van waardevolle componenten. Ook de termijn waarop een valorisatiekans verzilverd zou kunnen worden is aangegeven: korte (1-4 jaar), middellange (5-10 jaar) of lange termijn (meer dan 10 jaar). Tenslotte zijn tijdens de brainstormsessie ook de afzetperspectieven van de diverse componenten van de biomassareststroom ingeschat. Hierbij zijn ook initiatieven voor valorisatie buiten het gebied van de Greenport Betuwse Bloem meegenomen, aangezien die aanvullend of concurrerend kunnen zijn qua vraag naar de biomassareststromen.



Figuur 2 Biobased waarde piramide.

De bovengenoemde gegevens (belangrijkste biomassaareststromen, aard, potentie en afzetperspectieven) zijn gecombineerd in een PowerPoint presentatie met een long list van mogelijkheden, die daarna besproken is met de opdrachtgever en in Fase 2 met mogelijk geïnteresseerde ondernemers. De kansen richten zich zowel op de korte termijn (het tijdvak 2014-2017) als de middellange termijn (2018-2023). De lange termijn is in dit kader minder relevant. De long list met valorisatiekansen (Bijlage 2) diende als input voor Fase 2.

Fase 2 – Bespreken valorisatiekansen met ondernemers & kennisoverdracht

Deze Fase 2 gaat over kennisoverdracht van de resultaten uit Fase 1 en het mobiliseren van stakeholders om verder te gaan met de valorisatiekansen. Hiervoor was een stakeholder bijeenkomst gepland, die door gebrek aan belangstelling helaas moest worden afgelast. Daarom werden geïnteresseerde partijen rechtstreeks benaderd, en de interviews gevoerd via 'keukentafelgesprekken'. Dit heeft geleid tot een beschrijving van vijf valorisatie cases. Aangezien de ideeën voor de valorisatie van biomassaareststromen verschillen van case tot case, verschilt ook de mate van uitwerking. Het is echter vooral de bedoeling dat elke case-beschrijving als basis dient voor de verdere uitwerking van het idee tot een nieuw projectinitiatief na afronding van het huidige project. Hiervoor is bij iedere case een paragraaf 'Volgende stappen' opgenomen.

1.5 Resultaten

De resultaten van het project zijn beschreven in dit voorliggende rapport. Hierin wordt een beschrijving gegeven van vijf geïdentificeerde valorisatie cases, die zijn besproken met verschillende stakeholders. Het is de bedoeling dat ondernemers en andere betrokken partijen

deze resultaten kunnen gebruiken om de beschreven kansen te gaan benutten in de komende periode (2014-2015).

1.6 Opzet rapport

In hoofdstuk 2 wordt een korte samenvatting gegeven van de studie naar de hoeveelheden reststromen in het gebied van de Greenport Betuwse Bloem, die uitgebreid is beschreven in het rapport van Annevelink et al. (2013). In de daaropvolgende hoofdstukken wordt steeds voor een valorisatie case op basis van een specifieke biomassa-reststroom uit de Greenport Betuwse Bloem een beschrijving gegeven van de volgende onderdelen:

- biomassa-reststroom & logistieke aspecten;
- huidige valorisatie of verwerking;
- waardevolle componenten;
- alternatieve valorisatiemogelijkheden;
- toetsing valorisatiekansen bij stakeholders;
- volgende stappen.

De besproken valorisatie cases zijn:

- champost – scheiden van fosfaat & andere componenten (Hoofdstuk 3)
- houtige reststromen uit de boom- en fruitteelt – hout chips verwerken in vezelboards (Hoofdstuk 4)
- reststromen van paprikateelt – stengels verwerken als vezelgrondstof (Hoofdstuk 5)
- reststromen van chrysantenteelt – inhoudsstoffen winnen (Hoofdstuk 6)
- groenteresten van Veiling Zaltbommel – vergisting (Hoofdstuk 7)

Afsluitend worden in Hoofdstuk 8 conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan.

2 Biomassbeschikbaarheid in het gebied van de Greenport Betuwse Bloem

De biomassabeschikbaarheid in de Greenport Betuwse Bloem is uitgebreid beschreven in het gerelateerde rapport van Annevelink et al. (2013). Het voorliggende hoofdstuk 2 herhaalt voor de duidelijkheid en leesbaarheid van het huidige rapport letterlijk een deel van de samenvatting van Annevelink et al. (2013).

‘... Er zijn grofweg drie verschillende typen biomassa-reststromen die vrijkomen bij de primaire bedrijven in de Greenport Betuwse Bloem, nl. vers groen blad en stengelmateriaal uit de glastuinbouw (vooral groenten en snijbloemen), houtige reststromen uit de laanbomen- en fruitteelt en champost uit de paddenstoelteelt.

Snijbloemen vormen een significant deel van het totale areaal tuinbouwgewassen onder glas in de regio. Samen met de groenten onder glas is het ruim twee derde van het areaal. Het overige areaal bestaat grotendeels uit sierplanten en boomkwekerijen. Paprika en aardbeien zijn de belangrijkste *glasgroenten* voor de regio. De geschatte hoeveelheden reststromen die vrijkomen in de glastuinbouw bedragen ca. 1.273 ton droge stof per jaar. De *snijbloemen* vormen een aanzienlijk deel van de glastuinbouw in de provincie Gelderland. Met name chrysant en freesia vallen hierbij op. De reststromen die hierbij worden geproduceerd zijn relatief klein in volume. Een ruwe schatting (omdat gegevens ontbreken) geeft ca. 612 ton droge stof biomassa per jaar.

Tabel 1 Totale hoeveelheid geschatte reststromen voor de verschillende sectoren in de Greenport Betuwse Bloem opgesplitst naar het type biomassa.

Type	Blad & stengels		Resthout		Champost	
	vers (ton vers/ jaar)	droog (ton ds/ jaar)	vers (ton vers/ jaar)	droog (ton ds/ jaar)	vers (ton vers/ jaar)	droog (ton ds/ jaar)
Groenten	12.730	1.273				
Snijbloemen	3.085	612				
Laanbomen			23.338	11.694		
Fruitpact			55.910	27.955		
Paddenstoelen					89.907	31.468
Totaal	15.788	1.885	79.248	39.649	89.907	31.468

Laanbomen kwekers zijn vooral geconcentreerd in de regio Opheusden. Het Gelderse areaal omvat ruim een derde van de totale Nederlandse laanbomenkweek. Per hectare komt ca. 7,4 ton droge stof groen- en snoeiafval vrij, wat voor de provincie Gelderland neer komt op 11.694 ton droge stof op jaar basis. Ook staat de provincie bekend om de *fruitbomenteelt*, waarbij ook hout en

snoeiafval vrijkomt. Deze hoeveelheid wordt geschat op 27.955 ton droge stof per jaar. Het totaal aan resthout komt daarmee op bijna 40.000 ton. Bij de *champignon*teelt komen grote hoeveelheden champost vrij. Voor de regio, waar een groot areaal kwekers actief zijn, levert dit een groot volume reststoffen. Naar schatting is hiervan het aandeel organisch materiaal 31.468 ton droge stof per jaar.

Daarnaast komen in de regio uit de publieke sector eveneens aanzienlijke reststromen biomassa vrij. Naast snoeihout en bermgras van natuurbeheer, gemeente en RWS wordt huishoudelijk afval ingezameld.

Voor de economische inzameling, sortering en verwerking van de diverse plantaardige biomassa reststromen is het van belang de samenstelling van de verschillende stromen beter te kennen. Om een business plan te kunnen opstellen zijn de logistieke randvoorwaarden van belang. Naast de hoeveelheden en frequentie waarmee de biomassa resten vrijkomen is een geconcentreerde lokale beschikbaarheid essentieel, alsook de mogelijkheden voor een opslag en aan sluitende verwerkingscapaciteit. Voor de haalbaarheid van biomassa reststroomvalorisatie is doorslaggevend welke waardevolle componenten uit de stroom geïsoleerd kunnen worden en op welke wijze de ontstane bijproducten nog kunnen worden benut. Een totaal plan voor de gescheiden stromen met waardevolle componenten zal moeten worden opgesteld. ...'

Op basis van de gevonden hoeveelheden (Tabel 1) in Annevelink et al. (2013) zijn de volgende biomassareststromen geselecteerd om verder uit te werken in een valorisatiecase:

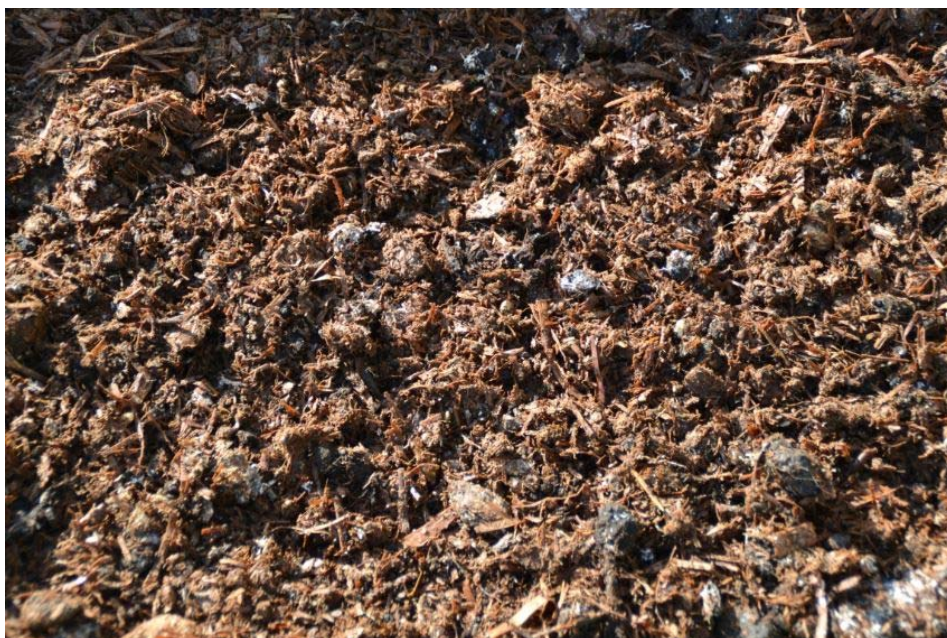
- champost;
- houtige reststromen uit de boom- en fruitteelt;
- reststromen van paprikateelt;
- reststromen van chrysantenteelt.

Hiernaast is mede op aanraden van de begeleidingsgroep van het project ook nog gekeken naar een case gebaseerd op groenteresten van Veiling Zaltbommel.

3 Valorisatie case champost – scheiden van fosfaat & andere componenten

3.1 Beschikbare champost & logistieke aspecten

De champignonenteelt in de Greenport Betuwse Bloem is geconcentreerd rond Kerkdriel. Champignons worden geteeld op paardenmest gemengd met stro en kippenmest. Dit materiaal is gecomposteerd en met gips / schuimaarde of veen vermengd. Het is een relatief nat materiaal met 33% droge stof. Na de champignonenteelt komt als restmateriaal champost (Figuur 3) vrij, die een organische en een minerale fractie bevat. Voor de betrokken regio, met een groot areaal, levert dit een groot volume reststoffen. Naar schatting is hiervan het aandeel organisch materiaal ongeveer 31.500 ton droge stof per jaar (Annevelink et al., 2013).



Figuur 3 Champost (bron: www.gebrvanherwijnen.nl).

De onbewerkte champost zou enerzijds op een centrale plek (een biomassawerf) verzameld kunnen worden om daar een scheidingsproces te ondergaan, waarbij de organische en minerale fractie uit elkaar worden gehaald. Centrale scheiding heeft voordelen bij het verzamelen en de distributie van de afgescheiden producten. De champost zou anderzijds ook decentraal op het eigen bedrijf kunnen worden gescheiden. De keuze decentraal versus centraal hangt mede af van het vochtgehalte van de champost. Het is zaak de natte, ongescheiden en onbewerkte champost niet over te grote afstanden te transporteren. Het beter onderbouwen van deze keuze is al een onderdeel van het gerelateerde Topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen project 'Valorisatie champost voor duurzamer bodembeheer, robuustere teeltsystemen en efficiënter fosfaatgebruik

in de vollegrondstuinbouw', dat in 2013 is gestart door Wageningen UR - PPO Fruit in samenwerking met Wageningen UR - Food & Biobased Research (van der Maas & Hooijmans, 2013). Dit Topsector project zou gezien kunnen worden als een nadere uitwerking van een gedeelte van de hieronder beschreven valorisatie case champost. Het Topsector project is echter gelijktijdig gestart (in 2013) en liep dus eigenlijk parallel aan het valorisatieonderzoek dat in dit rapport wordt beschreven. Het Topsector project richt zich in eerste instantie vooral op de scheiding van fosfaat en het leveren van een fosfaatarme champost. De in dit rapport beschreven valorisatie case champost kijkt ook nog verder naar andere valorisatiemogelijkheden.

3.2 Huidige valorisatie champost

Momenteel wordt champost als bodemverbeteraar ingezet, met name voor zure gronden. Deze afzet als bodemverbeteraar staat onder druk in Nederland vanwege wetgeving op het gebied van meststoffenquota. Door de fosfaat in de champost loopt het fosfaatquotum per hectare van de afnemende akkerbouwer te snel vol. Hiernaast leidt de toepassing van nieuwe bladvoedingsmethoden, waarbij kunstmestvoeding (met o.a. fosfaat) op het blad wordt gespoten tot een lagere traditionele mestbehoefte in de akkerbouw. De afzet kost nu zo'n 13 €/ton vers materiaal (de afzet gaat voornamelijk naar Duitsland). Als de afzetmogelijkheden onder druk komen te staan, kunnen deze kosten in de toekomst gaan oplopen.

3.3 Waardevolle componenten in champost

Champost is samengesteld uit organische en minerale componenten (zie Figuur 4), die door extractie of scheiding in verschillende fracties op uiteenlopende manieren kunnen worden gevaloriseerd. De scheiding van het organische en anorganische deel is belangrijk voor verdere opwerkingsmogelijkheden. De organische fractie (60-65% van de totale ds) bestaat uit:

- huminezuren (fulvine- en huminezuur), tannine en fenolen, samen meer dan 50% van de organische fractie;
- kleine hoeveelheden kortketen vetzuren;
- organisch fosfaat;
- het mycelium plus champignon voetjes (15% van de organische fractie) uit de champost bevat eiwit (11%), chitine (33%), β -glucaaen (40%) en trehalose / mannitol (16%).

De minerale fractie (35-40% van de totale ds) bestaat uit zouten (Na, K, Mg), mineraal fosfaat (P_2O_5), kalk ($CaCO_3$), gips ($CaSO_4$) en zand (SiO_2).

Champost						
ongescheiden	grove scheiding	fijne scheiding	fijnere scheiding	zeer fijne scheiding	Toepassing	
champost	minerale fractie (35-40% van ds)	gips			stucmortel	
		zand en schuimaarde			vulmiddel	
		kalk			bouwblokken en -platen	
	organische fractie (60-65% van ds)	fosfaat (P) (0,4%)			meststof	
		fosfaatarme organische fractie champost (99,6%)	huminezuren (55%)			bodemverbeteraar
			voetjes & mycelium (15%)	eiwit (11%)		smaakstof; grondstof voor dierlijke eiwit productie (wormen)
				chitine (33%)		smaakstof; chelator
				beta-glucaan (40%)		voedingsvezel
				monosaccharides, zoals trehalose en mannitol (16%)		voedingsadditieven
			restant organische fractie champost (30%)			bioafbreekbaar verpakkingsmateriaal

Figuur 4 Voorgesteld scheidingsschema champost (Food & Biobased Research).

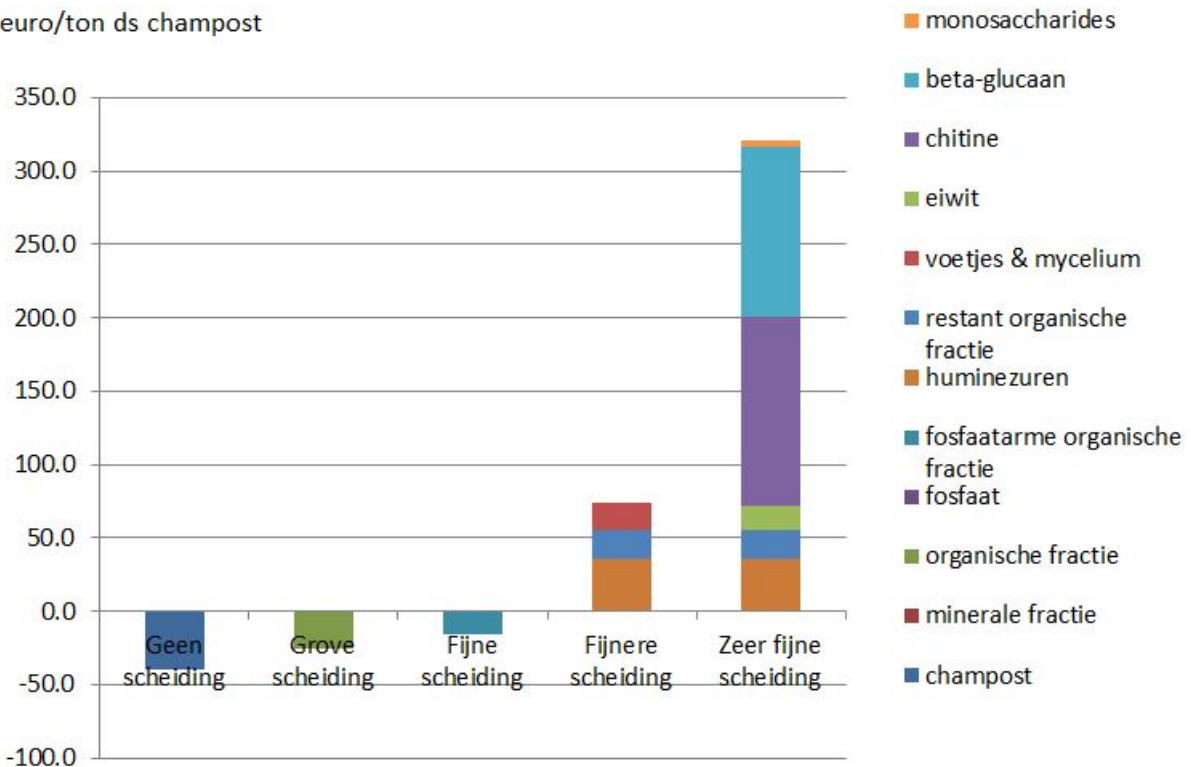
Op basis van het scheidingsschema (Figuur 4) is een grove berekening gemaakt van de mogelijke opbrengsten voor de verschillende componenten, die na steeds verdere scheiding verkocht zouden kunnen worden. Hierbij is uitgegaan van één ton droge stof van de reststroom champost. De opbrengsten waarmee gerekend is zijn gegeven in Tabel 2. Hierbij moet wel de nadrukkelijke kanttekening worden geplaatst dat dit slechts grove schattingen zijn, aangezien het zeer lastig is om nu al exacte prijzen te geven voor een grondstof waarvan de exacte kwaliteit nog niet duidelijk is. Deze opbrengsten zijn vervolgens vermenigvuldigd met het percentage van de component in de oorspronkelijke ton droge stof van de champost. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Figuur 5. Tegenover de opbrengsten moeten uiteindelijk natuurlijk ook de kosten worden geplaatst van de gebruikte scheidingstechnologie. Die zijn nog niet bekend en daarom ook niet opgenomen in de figuur.

Tabel 2 Gehanteerde opbrengsten voor de verschillende componenten per ton droge stof.

Component	Opbrengst (€/ton ds)
Champost ¹⁾	-39
Fosfaatarme organische fractie ²⁾	-24
Huminezuren ⁴⁾	100
Restant organische fractie ⁴⁾	100
Voetjes & mycelium ⁴⁾	200
Eiwit ³⁾	800
Chitine ⁴⁾	2.000
Beta-glucaan ³⁾	1.500
Monosaccharides ⁴⁾	150

- 1) De afvoerkosten (negatieve opbrengsten) per ton verse champost met een ds-gehalte van 33% zijn 13 (€/ton vers); omgerekend naar ds is dat 39 (€/ton ds)
 2) De afvoer kosten per ton verse fosfaatarme organische fractie met een ds-gehalte van 33% zijn 8 (€/ton); omgerekend naar ds is dat 24 (€/ton ds)
 3) Sanders, 2012
 4) Schatting

euro/ton ds champost



Figuur 5 De waarde van champost bij steeds verdere scheiding.

3.4 Alternatieve valorisatiemogelijkheden champost

De ontwikkeling van bruikbare scheidingstechnologie is essentieel voor het kunnen valoriseren van de verschillende componenten in de champost. Onderstaand worden per component de opties besproken.

De organische fractie

Voor de grove scheiding van de organische en de minerale fractie is al een methode ontwikkeld door champignonkwekerij Sikes met Mushcomb (2011). Deze methode dient om de dekaarde laag (met daarin mycelium, humus, en gecomposteerd stromest, inclusief fosfaat) van de minerale onderlaag te scheiden. De organische fractie van de champost kan worden ingezet als substraat voor dierlijke eiwitproductie (wormen of insecten). Hierbij wordt niet het volledige organische materiaal omgezet maar wordt wel het aandeel stikstof grotendeels benut.

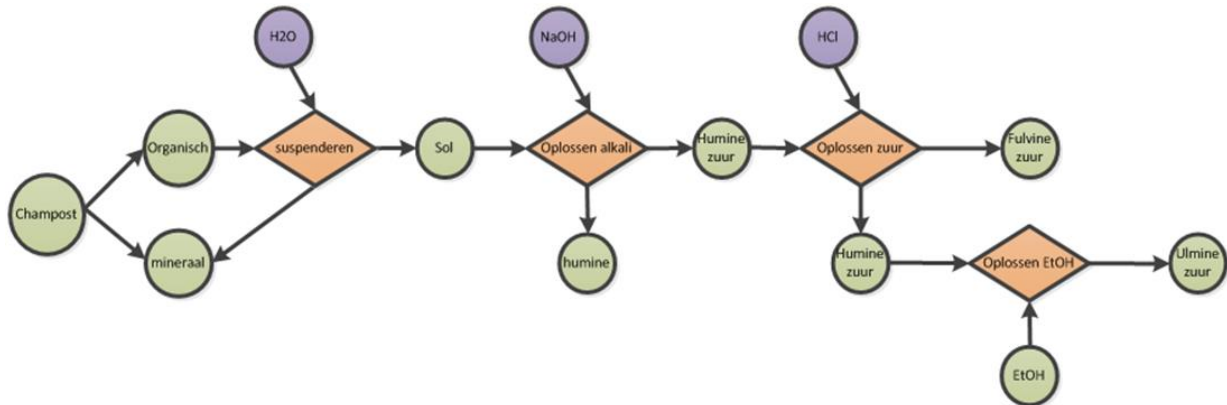
Mycelium

Voor productontwikkeling uit het mycelium is naar verwachting 5-10 jaar ontwikkeltijd nodig. De mycelium- en vezelrijke fractie van champost kan mogelijk geperst worden tot bioafbreekbaar verpakkingsmateriaal of bloempotten. De inzet van champost(fracties) voor het persen van bio-afbreekbare / composteerbare bakken en kisten wordt onderzocht in een ander project (Oei, 2013). Dit materiaal zou ook kunnen worden verwerkt tot bouw materiaal (isolatieplaten) als het voldoet aan de technische eisen (isolatiewaarde, vochtwerend, brandwerend). Daarnaast kan het mycelium van champignons mogelijk vergelijkbare toepassingen vinden als champignonvoetjes. Deze voetjes worden verwerkt tot een smaakstofconcentraat, die in soepen en sausen worden toegepast. De in mycelium aanwezige chitine heeft potentieel een hoge toegevoegde waarde bv. bij waterzuivering. Van het afgeleide product chitosan is bekend dat het in staat is metaalionen te binden.

Lignine en huminezuren

Het organische deel van champost bestaat voor meer dan de helft uit gecomposteerd lignocellulose dat is omgezet in humine- en looizuur. Daarnaast bevat het kleine hoeveelheden kortketen vetzuren (C3-C6). Voor de extractie van *huminezuren* bestaat nu al een methode. Vitens waterzuivering (www.vitens.nl) wint op dit moment al huminezuren uit afvalwater (zie schema in Figuur 6). Die worden vermarkt als bodem verbeterende componenten of zelfs als gezondheidsproducten (HumVi), met een hoge consumentenwaarde. Extractie van de looizuur- en ligninerijke fracties voor de productie van biobased carbolineum-verters is een andere optie. Carbolineum (ook wel steenkoolteer of creosoot genaamd) wordt toegepast als houtverduurzamingsmiddel. Door pyrolyse van biomassa kan een houtskoolteer worden geproduceerd, die ook als basis voor houtverduurzaming kan worden toegepast. De extractie van chemicaliën uit de humusfractie voor toepassing in de betonindustrie is een andere mogelijkheid. Er worden proeven gedaan met cementhydratatie: huminezuren werken als

remmers van de cementuitharding en controle van de cementeigenschappen kan worden ingesteld door toevoeging van andere additieven (versnellers).



Figuur 6 Extractieschema voor huminezuren (Food & Biobased Research).

Fosfaat (P)

Voor de extractie van *fosfaat* is nog 4-5 jaar ontwikkeltijd nodig. Zoals gezegd is fosfaat extractie een onderdeel van het lopend valorisatieproject ‘Valorisatie champost voor duurzamer bodembeheer, robuustere teeltsystemen en efficiënter fosfaatgebruik in de vollegrondstuinbouw’. De mogelijke winning van fosfaat uit champost bedraagt zo’n 4 kg P₂O₅ /ton. De fosfaat marktprijs is helaas sterk gedaald in het afgelopen jaar, n.l. tot 88,43 €/ton in oktober 2013, komend van 142,59 €/ton in oktober 2012 (Index mundi, 2013). De potentiële waarde van het fosfaat uit de champost is dan 0,004 x 88,43 = 0,3537 €/ton champost. Anderzijds is de resterende fosfaatarme champost een meststof met een hogere waarde dan de oorspronkelijke fosfaatrijke champost. De afzetkosten van de fosfaatarme reststroom worden lager geschat, n.l. 9 €/ton i.p.v. 13 €/ton, ofwel een winst van 4 €/ton. Bij de keuze van het specifieke scheidingsproces voor de extractie van het fosfaat (bv. met zuren) moet rekening worden gehouden met de verdere valorisatiemogelijkheden. Bepaalde componenten, zoals chitine of glucanen worden wellicht afgebroken door het scheidingsproces, en verliezen daardoor mogelijk hun waarde. Verder bepaalt de scheidingstechnologie de kwaliteit van het uiteindelijke restproduct. Het resterende materiaal mag geen onbruikbaar afval worden (met hoge afvoerkosten).

Kalk & gips

Voor kalk en gips geldt 1-4 jaar ontwikkeltijd; het recyclen van gips kan via dehydratatie (calcineren, bv. in een draaitrommeloven). Dit gebeurt al bij het bedrijf CDEM in Duiven (www.cdem.nl). Het kan worden ingezet als alternatief voor cement (CRH, Oosterhout, www.crh.com). Het minerale aandeel (gips, zand en schuimaarde, kalk) is mogelijk toepasbaar in bouwblokken. Gips kan ook als stucmortel worden gebruikt. Het recyclen van gips en kalk

wordt gerealiseerd via dehydratatie (calcineren, bv. in een draaitrommeloven). Dit vindt plaats bij het bedrijf CDEM in Duiven. Gips kan worden ingezet als alternatief voor cement en levert een grondstof voor bouwtoepassingen (tussenwanden, mortel, gietvormen).

Er zijn wellicht mogelijkheden voor de inzet van de minerale fractie als (component van) een stationaire fase in een scheidingsmedium. Ter vergelijking, in veel gebruikte kolomdragermaterialen wordt cellulose, kiezelgur, aluminium oxide, actieve kool of gipsbinder gebruikt. Dan moet wel onderzoek gedaan worden naar het filtratie en scheidend vermogen (water / zuur / alkalisch milieu) van de minerale fractie in relatie tot porie- en deeltjesgrootte en bindingscapaciteit.

3.5 Toetsing valorisatiekansen bij stakeholders

Er is een verbinding gelegd met de kwekers uit de begeleidingsgroep van het project 'Valorisatie champost voor duurzamer bodembeheer, robuustere teeltsystemen en efficiënter fosfaatgebruik in de vollegrondstuinbouw'. Voor opwaardering van het champost is een vooronderzoek (technisch en economisch) verricht door Food & Biobased Research naar de verschillende mogelijkheden om fosfaat uit deze reststroom te extraheren. Met de bedrijven in de begeleidingsgroep wordt nog overleg gevoerd om de meest kansrijke mogelijkheid voor fosfaat extractie te selecteren. De kansen om dit te combineren met winning van producten met een hogere toegevoegde waarde (mycelium, humine) worden voorgelegd.

Er is contact geweest met CDEM (www.cdem.nl) over het recycleren van gips. De minerale fractie van de champost kan als recyclingproduct gebruikt worden in cement mengsels vergelijkbaar met het al bestaande op papierslib gebaseerde product TopCrete.

Opties voor het gebruik van de minerale en organische bestanddelen als recyclebare stroom in een tweede levenscyclus moeten in overleg met de sector worden uitgewerkt. Voor een alternatieve verwerking van champost en omzetting naar producten met een toegevoegde waarde is scheiding van de bestanddelen een eerste vereiste. Voor een betere afzet als bodemverbeteraar is verlaging van het fosfaatgehalte prioriteit. Scheiding van de minerale en organische fracties opent verschillende mogelijkheden voor diversificatie van de inzetbaarheid als bouwgrondstof (gipsblokken, isolatieplaten) of producten met een hogere toegevoegde waarde (mycelium, humine). Geschikte scheidingstechnologieën zijn op dit moment onderwerp van onderzoek o.a. door Wageningen UR.

3.6 Volgende stappen

- De valorisatie case ‘fosfaat extractie uit champost t.b.v. de productie van fosfaat en een fosfaatarme champost’ zal in 2014 verder worden uitgewerkt in het lopende Topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen project ‘Valorisatie champost voor duurzamer bodembeheer, robuustere teeltsystemen en efficiënter fosfaatgebruik in de vollegrondstuinbouw’.
- Naast fosfaat extractie is de valorisatie case ‘extractie van huminezuren uit de organische fractie voor bodemverbetering’ een veelbelovend alternatief. De technologie hiervoor is reeds bekend uit de waterzuiveringswereld en is dus op relatief korte termijn toe te passen. De valorisatie case ‘gebruik van kalk en gips uit de anorganische fractie voor bouwblokken en -platen en stucmortel’ is een ander alternatief. Deze twee alternatieve valorisatie ideeën zullen door PPO/FBR worden besproken met de betrokken ondernemers uit de begeleidingsgroep van het Topsector project. Dit Topsector project heeft misschien mogelijkheden de aanvullende valorisatie opties verder uit te werken in 2014.
- Het isoleren en het verder valoriseren van de myceliumfractie van champost vraagt een langere ontwikkeltijd van 5-10 jaar. Om deze valorisatiekans te benutten kunnen ondernemers gezamenlijk onderzoek uitzetten om scheidingstechnologie te ontwikkelen.

4 Valorisatie case houtige reststromen uit de boom- en fruitteelt – hout chips verwerken in vezelboards

4.1 Beschikbare biomassareststromen & logistieke aspecten

De primaire reststromen zijn snoeiafval (takken), dunningshout en gerooide bomen (aan het einde van de teelt). Bij de laanbomenkwekers in het gebied van de Greenport Betuwse Bloem ontstaat aan resthout zo'n 11.694 ton droge stof op jaarbasis. Evenzo komen bij de fruitbomenteelt hout en snoeiafval vrij (Figuur 7), waarvan het totaal geschat wordt op 27.955 ton droge stof per jaar. Het totaal aan resthout komt daarmee op bijna 40.000 ton ds per jaar (Annevelink et al., 2013).



Figuur 7 Houtchips van gerooide fruitbomen (Foto's Bert Annevelink).

De fruitteelt is over het gehele Greenport Betuwse Bloem gebied verspreid. De boomteelt is redelijk geconcentreerd rond Kesteren. Het is de vraag wat de beste locatie is voor het verzamelen van de reststromen? Ligt dit ergens in het midden van het fruitteeltgebied, dicht in de buurt van de boomteelt of juist meer in de buurt van de locatie van de eindverwerking tot vezelboards? Overwegingen die hierbij onder andere een rol kunnen spelen zijn:

- transportkosten (brandstof);
- locatie(s) van de afnemer(s);
- fytosanitaire overwegingen;
- afwegingen en argumenten om kringlopen regionaal te houden.

4.2 Huidige valorisatie boom- en fruitteeltreststromen

Snoeihout (dunne takjes) uit de boom- en fruitteelt blijft nu meestal in het perceel op de bodem achter, waarbij het eventueel wordt gechipped. Eens in de ongeveer 20 jaar wordt een fruitteeltperceel gerooid en dan wordt het resthout afgevoerd door inzamelaars. Er wordt ook een deel als haard- en stookhout rechtstreeks geleverd aan particulieren in de omgeving. Verbranding op locatie is wettelijk verboden maar wordt nu (nog) gedoogd. De verwachting is echter dat in de toekomst bestaande wetgeving strenger zal worden gehandhaafd.

4.3 Waardevolle componenten

De volgende waardevolle componenten kunnen worden onderscheiden in reststromen uit de fruit- en boomteelt (Figuur 8):

- eiwit (m.n. RuBisCo met chlorofyl), suiker en pectine (in groen blad en jonge scheuten);
- lignocellulose vezels (in houtige biomassa);
- specifieke inhoudsstoffen, zoals tannine en secundaire metabolieten (in schors en bast);
- suiker en organische zuren (in vruchten);
- eiwit, olie en polysaccharide (in zaden);
- kleur- en geurstoffen (in bloemen).

Houtige biomassa reststromen

ongescheiden	grote scheiding	fijne scheiding	Toepassing
Tak- en stamhout	schors/bast	looizuur	chemicaliën
		tannine	chemicaliën
		secundaire metabolieten	farma
Alternatieve verwerkingsroute			
hout	mechanisch pulpen	vezels	vezelplaten; papier & karton
	biochemische raffinage	cellulose / hemicellulose	bioethanol
		lignine	energie; bindmiddel
	pyrolyse	pyrolyse olie	energie; chemicaliën
		charcoal	energie
		syngas	energie; chemicaliën
	torrefactie	charcoal	energie; absorptiemiddel

Figuur 8 Voorgesteld valorisatieschema houtige biomassa reststromen (Food & Biobased Research).

Bij houtige reststromen is er geen sprake van steeds verdere scheiding van de biomassa, maar van alternatieve verwerkingsmogelijkheden, n.l. ofwel mechanisch pulpen, ofwel biochemische raffinage, ofwel pyrolyse, ofwel torrefactie. Daarom is het niet mogelijk een figuur met de waarde na opsplitsing te maken zoals bij de case champost (Figuur 5).

4.4 Alternatieve valorisatiemogelijkheden

Verschillende soorten voorbewerkingstechnologie zijn mogelijk om houtige biomassa-reststromen op te werken tot een waardevol product. Allereerst kan men mechanisch pulpen om een grondstof te maken voor vezeltoepassingen. Verder kan men ook biochemische bioraffinage door hydrolyse toepassen. Dit geeft afbraak van lignocellulose tot suikers, die geschikt zijn als fermentatie grondstof bv. voor productie van 2^e generatie bioethanol. Ook bestaan verschillende thermochemische processen voor de verwerking van houtige biomassa. Pyrolyse, torrefactie en carboniseren leveren respectievelijk pyrolyse-olie, houtskool of actieve kool.

Voor lignocellulose vezelrijke fracties (snoeihout, gerooide bomen, dunningshout) zijn alternatieve toepassingen mogelijk als vezelgrondstof voor papier en karton. Ook zijn alternatieve toepassingen mogelijk van de houtige reststromen als bouwmaterialen, nl. spaanplaat, vezelplaat, vezelcement of composiet. Er is hier, met andere woorden, een mogelijkheid om materialen te produceren voor duurzaam bouwen. Een nadeel voor beide toepassingen is dat de te gebruiken reststromen wat samenstelling betreft homogeen dienen te zijn, terwijl de beschikbare reststromen juist vaak heterogeen zijn, met relatief veel schors. Reststromen uit de boomteelt moeten daarom meer homogeen van samenstelling (deeltjesgrootte) en schorsvrij worden gemaakt, om te kunnen voldoen aan de vereiste specificaties en een goede kwaliteit van het eindproduct te kunnen garanderen.

Andere valorisatiemogelijkheden die hier vanwege de kleinschalige beschikbaarheid en heterogeniteit van het houtige materiaal niet verder zijn uitgewerkt zijn:

- vezels gebruiken voor vezelcement of vezelpolymeercomposieten;
- grootschalig drogen van snoeihout voor productie (persen) van openhaardblokken / pellets (drogen tot <20% vocht om schimmelvorming tegen te gaan);
- winning aromatische chemicaliën (fenolen, looizuur) uit bast materiaal.

4.5 Toetsing valorisatiekansen bij stakeholders

Op aanraden van de manager van het Fruitpact is tijdens de Open Dag van het Fruitkenniscentrum in Randwijk op 22 augustus gesproken met een aantal fruittelers. Die geven aan dat afvoer van snoeihout niet nodig is omdat dit dunne takjes zijn die op de bodem achterblijven en ter plekke composteren. Alleen als er een perceel wordt gerooid, wat eens in de ca. 20 jaar wordt uitgevoerd, komt een hoeveelheid stamhout vrij. Dit wordt als openhaardhout verkocht of aangeboden voor bijstook. Een alternatieve afzet is wel interessant als er meer winst mee te maken is. De voorzitter van de NFO kring Midden Nederland, geeft aan dat het onderwerp valorisatie van reststromen al vaak aan de orde is geweest, maar dat er tot nu toe nooit iets mee is gedaan. Hij is wel geïnteresseerd wat er nu dan concreet op zijn bedrijf zou kunnen. Hiervoor is een meer gedetailleerde doorlichting van de huidige bedrijfsvoering van belang. De meest voor de hand liggende valorisatiekans op dit moment is het verwerken van de vezels uit de houtige reststromen in vezelplaten.



Figuur 9 Voorbeeld van panelen van Ecoboards (bron: www.eco-boards.eu)

Met ABC Board Company (www.abcboardcompany.nl) en Ecoboards (Figuur 9; www.eco-boards.eu) is gesproken over de mogelijkheid van de productie van spaanplaat en/of MDF (vezelplaatmateriaal) op basis van de restproducten van de fruitbomen en laanbomen. Technisch lijkt daarvoor wel een mogelijkheid te bestaan als er voldoende materiaal vrij komt. Men denkt na over het vestigen van een fabriek in de regio. Hierover heeft Ecoboards o.a. overleg gevoerd met de Provincie Gelderland. Dit zou bv. kunnen op de locatie van Parenco of in de gemeente Duiven (met de laatste partij is hiervoor al een intentieverklaring getekend). Hierbij wordt de inzet van een mengsel van bermgras en tomatenloof, riet en houtchips beoogd. Totaal is zo'n 10-20 duizend ton grondstof nodig voor een kleine fabriek. Gezien de totale hoeveelheid resthout in het Greenport Betuwse Bloem gebied zou er dus voldoende grondstofaanvoer zijn voor een dergelijke fabriek. Daarnaast wil Ecoboard ook resthout uit een groter gebied inzamelen, en overweegt men het flexibiliseren in de grondstofsamenstelling voor de fabriek, zodat bv. ook andere houtige reststromen en stro uit de regio gebruikt kunnen worden. Voor toepassing bij

Ecoboard moet het resthout gechipped zijn, de bast moet eraf gehaald zijn en het moet gedroogd zijn, met technologieën die bekend en bewezen zijn. De optimalisatie van proces en product zal nog onderzoek en ontwikkeling vereisen.

De meest voor de hand liggende optie voor valorisatie wordt dus gevonden in de productie van plaatmaterialen. Hiervoor kan in de regio voldoende biomassa vrijkomen om een productie lijn te kunnen voeden. Onderzoek naar geschikte bindmiddelen (bij voorkeur biobased) is gewenst.

4.6 Volgende stappen

De valorisatie case 'hout chips uit de boom- en fruitteelt verwerken in vezelboards' kan op relatief korte termijn worden gerealiseerd. Hiervoor zijn de volgende acties nodig:

- Geïnteresseerde boom- en fruitteelers dienen gezamenlijk de inzameling van hun houtige reststromen te regelen, eventueel in overleg met een biomassa-inzamelaar. De inzameling zou kunnen lopen via een (centrale) biomassawerf waar de biomassa op specificatie wordt gebracht (o.a. chippen) en wordt opgeslagen.
- De praktische mogelijkheden om met de geleverde kwaliteit hout chips een vezelboard te produceren moeten worden getoetst. Hiervoor kan bv. de bestaande technologie van ABC Board Company / Ecoboards worden gebruikt. Onderzoek naar geschikte milieuvriendelijke bindmiddelen (bij voorkeur biobased) is gewenst.
- Als de hout chips geschikt zijn kan de productie van vezelboards op korte termijn (1-2 jaar) worden gestart. Ontwikkel daarvoor een fabriek voor vezelplaatproductie in de regio, waar lokaal beschikbare houtige biomassa tot plaat materiaal wordt geperst.

5 Valorisatie case reststromen van paprikateelt – stengels verwerken als vezelgrondstof

5.1 Beschikbare biomassa-reststromen & logistieke aspecten

De geschatte hoeveelheden reststromen die vrijkomen bij de teelt van groentegewassen onder glas bedragen ca. 1.273 ton droge stof per jaar (Annevelink et al., 2013). Het gaat in de Greenport Betuwse Bloem vooral om de gewassen paprika, komkommer en tomaat, waarbij paprika als voorbeeld is genomen in deze case (Figuur 10).



Figuur 10 Reststroom gehakselde paprikastengels na het ruimen van de teelt (Foto's Bert Annevelink).

De reststromen komen in pieken vrij tijdens het ruimen van het gewas aan het einde van de teelt. De reststroom is er dus alleen in een bepaalde periode, afhankelijk van het gewas, bv. voor paprika is dat in november. Momenteel wordt dit materiaal meestal lokaal gefermenteerd of gecomposteerd. Omdat het restmateriaal ook kunststof bindtouw en clips bevat is het niet zondermeer geschikt voor verdere verwerking. De reststromen moeten zo snel mogelijk worden verwerkt als er waardevolle inhoudsstoffen uit geëxtraheerd worden. Het verse materiaal kan nl. niet heel lang worden bewaard i.v.m. fermentatie- & composteringsprocessen die vanzelf opstarten. Het verse materiaal zou ofwel op het bedrijf ofwel op een biomassawerf geperst kunnen worden. Het sap kan dan per tankwagen worden afgevoerd naar een extractie- of fermenteerbedrijf. Het vezelige materiaal kan na drogen veel langer worden bewaard. De stengels kunnen worden afgevoerd naar een spaanplaat-, MDF- of kartonbedrijf. Voor de verse groene biomassa is een extra logistiek probleem dat de twee glastuinbouwgebieden van de Greenport Betuwse Bloem (Bergerden en de Bommelerwaard) zo'n 70 km uit elkaar liggen. Het is de vraag of er verschillende inzamellocaties en/of biomassawerven opgezet moeten worden.

5.2 Huidige valorisatie

De gewasresten gaan nu meestal naar een composteringsbedrijf en soms naar een vergister die biogas produceert voor energieopwekking. De afvoerkosten van kunststoffolie en gewas bij glasgroentegewassen zijn in KWIN (2012) gegeven, nl. 0,45 €/m² per jaar voor paprika. Annevelink et al. (2013) geeft 30 €/ton vers.

5.3 Waardevolle componenten

Per type reststroom kunnen de volgende waardevolle componenten worden onderscheiden (zie Figuur 11):

- in de vruchten zit kleurstoffen en antioxidantia;
- in het groene blad zitten pectines en rubisco (ruw eiwit/chlorophyl);
- in het blad zitten verder secundaire metabolieten (alkaloiden/flavonoiden), zoals capsaïcinoïde, capsinoïde; rutine, quercitine, cholorogeen zuur, luteoline, chrysoeriol; caroteen;
- de houtige celwand van de stengel bevat cellulose (31,1% paprika; 31,2% tomaat), pectines (9,0% paprika, 8,4% tomaat) en hemicellulose (13,4% paprika; 11,7% tomaat).

Paprika					
ongescheiden	grove scheiding	fijne scheiding	fijnere scheiding	Toepassing	
oogstafval	vrucht	metabolieten	capsaicinoides	antioxidantia, biocide, kleur-, geur- smaakstof	
			capsinoides		
			caroteen		
	vruchtrestenstroom				
	groen blad		koolhydraten	pectines	geleer- of bindmiddel
			eiwitten	rubisco	veevoer
				rest eiwitten	veevoer
			metabolieten	quercitine luteoline chrysoeriol	antioxidantia, biocide, kleur-, geur- smaakstof
	stengel		cellulose / hemicellulose vezel (44.5%)		karton; composieten
			stengel reststroom (55.5%)	extractives (58%)	fermentatie
			pectine (16%)	geleermiddel	
			lignine (26%)	bindmiddel	

Figuur 11 Voorgesteld scheidingschema paprika (Food & Biobased Research).

Op basis van het door het projectteam opgestelde scheidingschema (Figuur 11) is een grove berekening gemaakt van de mogelijke opbrengsten voor de verschillende componenten, die na

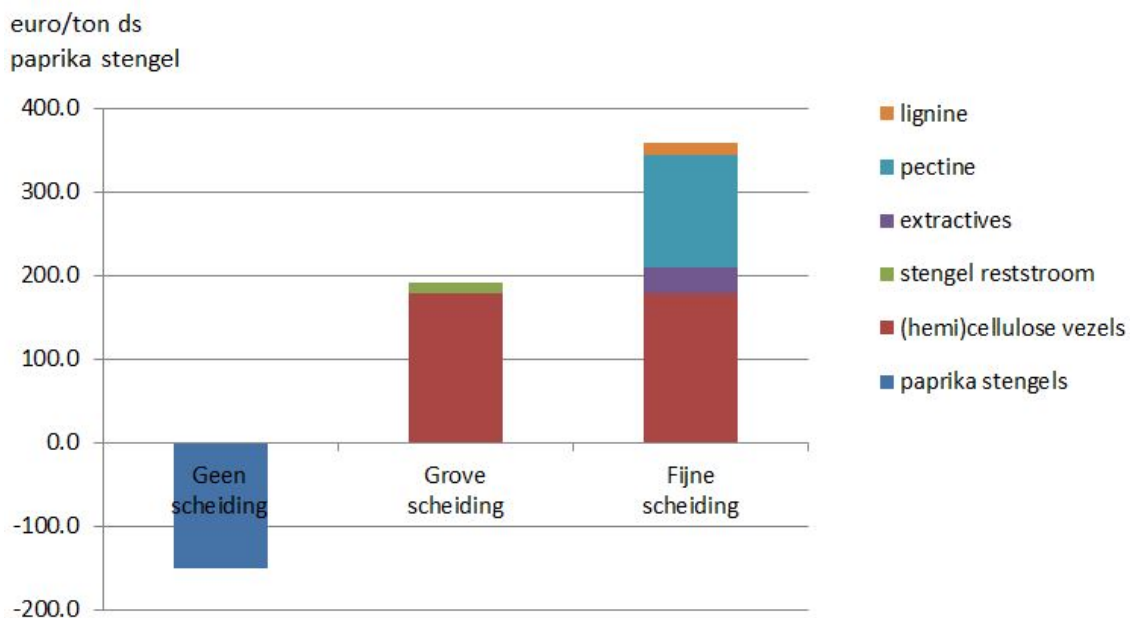
steeds verdere scheiding verkocht zouden kunnen worden. Hierbij is uitgegaan van één ton droge stof van de reststroom paprikastengel. De opbrengsten waarmee gerekend is zijn gegeven in Tabel 3. Hierbij moet wederom de nadrukkelijke kanttekening worden geplaatst dat dit slechts grove schattingen zijn, aangezien het zeer lastig is om nu al exacte prijzen te geven voor een grondstof waarvan de exacte kwaliteit nog niet duidelijk is. Deze opbrengsten zijn vervolgens vermenigvuldigd met het percentage van de component in de oorspronkelijke ton droge stof van de paprikastengel. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Figuur 12. Tegenover de opbrengsten moeten uiteindelijk natuurlijk ook de kosten worden geplaatst van de gebruikte scheidingstechnologie. Die zijn nog niet bekend en daarom ook niet opgenomen in de figuur.

Tabel 3 Gehanteerde opbrengsten voor de verschillende componenten per ton droge stof.

Component	Opbrengst (€/ton ds)
Paprika stengels ¹⁾	-150
(Hemi)cellulose vezels ²⁾	400
Stengel reststroom ²⁾	25
Extractives ²⁾	100
Pectine ²⁾	1.500
Lignine ²⁾	100

1) De afvoerkosten (negatieve opbrengsten) per ton verse paprikastengels met een ds-gehalte van 20% zijn 30 (€/ton vers); omgerekend naar ds is dat 150 (€/ton ds)

2) Schatting



Figuur 12 De waarde van reststromen uit de groententeelt onder glas bij steeds verdere scheiding.

5.4 Alternatieve valorisatiemogelijkheden

De geschiktheid van biomassa voor alternatieve valorisatie via verschillende verwerkingsroutes tot materialen of energie wordt met name bepaald door het droge stof gehalte en de samenstelling van de biomassa. Reststromen uit de groenteteelt onder glas bevatten twee fracties: i) groen blad en zacht stengelweefsel en ii) houtig metaxyleem (lignocellulose) in de stengels. Een belangrijke vraag is hoe het groene gedeelte van de reststroom (blad, zachte stengels en merg) gescheiden kan worden van het houtige gedeelte (stengels).

i) groen blad en zacht stengelweefsel

Op basis van gedetailleerde samenstellingen van groen blad is op te maken of winning van ruw eiwit, vetten en wassen mogelijk is. Verse biomassa (groen blad) is het meest geschikt voor winning van eiwit (Rubisco). Bij een aandeel van 10% eiwit (op droge stof basis) of hoger wordt het (economisch) interessant om het eiwit te winnen (Mulder, 2010). Momenteel wordt daarnaar veel onderzoek verricht. Uit de groene fractie kunnen naast eiwit ook de secundaire metabolieten worden geëxtraheerd. Secundaire metabolieten zijn meestal biologisch actieve componenten (antioxidantia, biocide, kleur-, geur- en smaakstof) die aanwezig zijn in kleine hoeveelheden (<1%). Bijvoorbeeld in paprika's komen alkaloiden voor (tot maximaal 1,3% van de ds) die als fungicide werkzaam zijn. Daarnaast zijn andere inhoudsstoffen van paprika bekend zoals flavonoiden, stilbenoiden en terpenen, die specifieke eigenschappen bezitten als kleur-, smaak- of geurstof.

Extractie is alleen economisch haalbaar als de verschillende fracties van de reststroom gezamenlijk een toegevoegde waarde leveren of als de opbrengst van één component de kosten voor opwerking kan dragen. Nadat de exacte samenstelling van de biomassa bekend is, zal goede scheidingstechnologie ontwikkeld moeten worden, die ingezet kan worden voor nieuwe bioraffinageprocessen. Op die manier kan de oorspronkelijke reststroom worden opgesplitst in verschillende waardevolle componenten, die allemaal inkomsten genereren. Een belangrijke vraag voor de economische haalbaarheid is verder of het mogelijk is om de valorisatie van het groene blad gedeelte te combineren met andere groene reststromen (zoals gras, bieten, etc.) met een ander beschikbaarheidstijdvenster? Op die manier kan de capaciteit van een verwerkingsinstallatie beter worden benut. Van belang voor verwerking is tenslotte ook de zuiverheid van de reststromen. Contaminatie met niet afbreekbaar synthetisch materiaal kan worden vermeden door het gebruik van biobased alternatieven (bv. voor bindmaterialen).

ii) houtig metaxyleem (lignocellulose) in de stengels

Het houtig metaxyleem (lignocellulose) kan gebruikt worden voor fabricage van (papier)pulp of composietvezels. Men heeft voor tomatenstengels technologisch aangetoond dat daarvan bv. verpakkingsmaterialen zoals vormdelen (fruitbakjes, trays) of dozen zijn te maken (Figuur 13). Als het verse bladmateriaal echter niet direct wordt gescheiden van de stengels moet dit later alsnog gebeuren bij de pulpfabrikant, omdat het materiaal anders te heterogeen is en dan meer

proceschemicaliën vraagt om de gewenste pulp te maken. Scheiden aan de bron lijkt in dit geval voordeliger. Ook voor toepassing van de vezels in composieten is het van belang dat de stengels worden gezuiverd van niet houtige fracties.



Figuur 13 Tomatenbak geproduceerd uit tomaten stengels (foto Edwin Keijsers).

Naast toepassing van lignocellulose reststromen als vervanging van houtvezels wordt ook onderzoek verricht naar de omzetting van de celwand koolhydraten (pectine, cellulose en hemicellulose) via bioraffinage processen naar suiker als fermentatiegrondstof voor 2^e generatie bioethanol productie. Als bijproduct hiervan kunnen de gescheiden biomassa fracties ook pectine, hemicellulose en lignine opleveren, waaruit geleermiddelen en lijmstoffen te maken zijn via enzymatische of chemische omzetting.

5.5 Toetsing valorisatiekansen bij stakeholders

Er is overleg geweest met de coördinator van het Glastuinbouwpact Greenport Arnhem-Nijmegen (www.greenportarnhemnijmegen.nl), en paprikatelers. Er wordt veel beweging gezien op het onderwerp inhoudsstoffen. Het volume afgevoerde reststromen per jaar is opgebouwd uit twee stromen: i) kleine hoeveelheden vruchten en blad: ca. 30 m³ per maand (vnl. beschadigde vruchten die geschikt zijn als veevoer) en ii) het gehele gewas bij teeltwisseling één keer per jaar zo'n 60 m³/ha (het tonnage bij teeltwisseling is helaas niet bekend). De reststromen worden nu afgevoerd door het milieubedrijf en de uiteindelijke verwerking is composteren. De paprikatelers hebben interesse in samenwerking met collega-tuinders om reststromen binnen de regio met elkaar te verbinden en te valoriseren. Maar men vraagt zich wel af of er voldoende volumes beschikbaar zijn. Kleinschalige verwerkingsmogelijkheden hebben dan de voorkeur. Nu heeft men relatief weinig kosten, en kost het weinig tijd om afval af te voeren. Het meest interessant is

de verwerking van het gewasafval aan het einde van de teelt (november), waaraan voor hem relatief veel kosten vastzitten. Van belang is dat er zicht op de haalbaarheid van het alternatief is.

Belangrijke kanttekeningen vanuit de praktijk bij de valorisatiemogelijkheden zijn:

- vruchten die tijdens de teelt afvallen, en beschadigd worden moet je snel verwerken i.v.m. bederf;
- zaad is qua inhoudsstoffen misschien wel een zeer waardevolle component, maar is moeilijk te winnen uit de paprika (behalve bij de paprika verwerking in de voedingsindustrie);
- in november wordt de kas leeg getrokken;
- bij het toppen van de plant blijft het blad nu op de grond liggen, om elke 14 dagen te worden opgezogen en afgevoerd in de container (6-7 m³/ha). Dit blad zou dan apart kunnen worden verzameld. Onderzoek en analyse van dit jonge bladmateriaal moet uitwijzen wat de verwerkingsmogelijkheden zijn.

De verwerking van vrucht en van blad wordt bestempeld als kansrijke kleinschalige lokale verwerking van reststromen. Een regelmatige reststroom met constante aanvoer op het bedrijf wordt gevormd door de plant-toppen. Daarvan is er iedere dag vers bladmateriaal en de collectie op het bedrijf is goed te organiseren. Qua kosten moet een alternatieve valorisatie op zijn minst dekkend zijn. Van belang voor de teler is verder dat het blad snel wordt afgevoerd uit de kas. Een voordeel is dan dat er minder schimmel en ziektedruk optreedt. Tot slot is het volgens paprikatelers belangrijk om het traject richting alternatieve valorisatie van reststromen in de paprikateelt breder te trekken naar andere teeltbedrijven. De veredelaars zouden op de langere termijn in beeld kunnen komen. Eerst moet een duidelijker beeld zijn over de mogelijke producten en inhoudsstoffen, en over de markt. Hiervoor is nader onderzoek noodzakelijk.

Met de bedrijven Feyecon (www.feyecon.com) en NPSP composieten (www.npsp.nl) is overlegd welke mogelijkheden men ziet voor gescheiden verwerking van vezels en zachte weefsels (met inhoudsstoffen). Hiervoor zou nieuwe technologie gebruikt kunnen worden, zoals superkritische CO₂-extractie. Bij dit overleg was ook Syntens (www.syntens.nl) aanwezig. Geconcludeerd werd dat deze ontwikkeling in een groter verband zou moeten worden opgepakt (bv. in een gezamenlijk EU projectvoorstel binnen Horizon 2020). Via Syntens is nu contact gelegd om een onderzoekopdracht uit te zetten voor HBO studenten naar extracties en analyses van plantaardige inhoudsstoffen (tomaat/paprika).

Er is contact geweest met Van Vulpen (www.vanvulpenbv.com), een bedrijf gespecialiseerd in de afzet van diverse reststromen uit de levensmiddelenindustrie en in de afzet van landbouwproducten. Ze zetten de stromen nu af als veevoer of co-substraat voor vergistingsinstallaties, maar zijn ook geïnteresseerd in een hogere toegevoegde waarde. Onderzoek naar geschikte scheidingstechnologie voor geselecteerde verse reststromen zou moeten worden uitgevoerd.

De inzet van paprika reststromen voor gescheiden verwerking van het uitgeperste materiaal in een sapstroom (met diverse inhoudsstoffen) en een vaste fractie (voor de fabricage van vezelcomposieten of karton) lijkt de meest kansrijke route, die moet worden onderzocht.

5.6 Volgende stappen

De valorisatie case ‘paprikastengels verwerken als vezelgrondstof’ dient nader te worden uitgewerkt via de volgende acties:

- Verschillende paprikatelers in het gebied van de Greenport Betuwse Bloem zouden hun reststromen moeten bundelen. Gezien de relatief beperkte totale hoeveelheid reststroom in het gebied ligt het ook voor de hand om samenwerking te zoeken met andere initiatieven van paprikatelers in Nederland, bv. in Noord-Holland (via Agriboard Noord-Holland).
- De mogelijkheden om de vezel en het zachte weefsel in de stengel te isoleren via bestaande scheidingstechnologie (bv. die van Feyecon) kunnen op korte termijn onderzocht worden in samenwerking met de leverancier van de technologie.
- De kwaliteit van de geïsoleerde vezelgrondstof uit de stengels dient vervolgens nader onderzocht te worden om te zien of die werkelijk geschikt is voor de productie van karton of vezelcomposietmateriaal.
- De sapstroom moet nader worden onderzocht op potentieel interessante extraheerbare inhoudsstoffen (eiwit, secundaire metabolieten) die een meerwaarde opleveren. Deze valorisatie case kost nog wel meer tijd.

6 Valorisatie case reststromen van Chrysantenteelt – inhoudsstoffen winnen

6.1 Beschikbare biomassa reststromen & logistieke aspecten

Chrysantenteelt onder glas (Figuur 14) levert een diverse biomassa reststroom. De biomassa reststromen op het bedrijf zijn blad, stengels, wortels en bloemen. Het verse biomassa materiaal composteert zeer snel, waarbij met name uit het blad veel vocht wegloopt. Verwerking van vers blad en stengelmateriaal zal daarom binnen een dag moeten plaatsvinden. Het gewicht van de afgevoerde reststromen is ± 200 kg vers materiaal/ha/dag (DLV Plant, 2013). Voor het gebied rondom (binnen een straal van 15 km - Nieuwaal, Gameren, Tuil, Neerijnen) komt dit neer op ca. $150 \text{ ha} \times 200 \text{ kg} = 30.000 \text{ kg/dag}$. Dit is een regelmatige (dagelijkse) stroom.



Figuur 14 Chrysantenteelt (bron: www.siersteelt.net.nl).

Het is een continue stroom van stengelmateriaal, verse groene bladeren en het oud dor blad. De wortels blijven in de grond. Er wordt het gehele jaar door geoogst. De bloemen worden per strook voor de voet geoogst. De stelen worden geplukt, meest inclusief de wortels. Bij het bossen wordt de steel gekort, incl. wortel en wordt van deel van de steel het blad getrokken. Soms blijven er nog stronkjes staan, en die worden gewoonlijk door de grond gefreesd. Een teelt van

stek tot bloei duurt 10 weken. Er wordt 6 dagen per week geoogst en reststromen belanden nu in een container. Alle chrysantenbedrijven bevinden zich volgens DLV (2013) in clusters binnen een straal van zo'n 15 km waardoor de mogelijkheid tot collectieve inzameling van vers restmateriaal aantrekkelijk wordt. Het verse biomassa materiaal composteert zeer snel, waarbij met name uit het blad veel vocht wegloopt. Verwerking van vers blad/stengelmateriaal zal daarom snel (binnen een dag) moeten plaatsvinden. Er kan pas wat worden gezegd over de logistiek als de valorisatieprocessen duidelijk worden.

6.2 Huidige valorisatie

De afvoerkosten van afval bij snijbloemgewassen zijn gegeven in KWIN (2012). Voor chrysant worden die geschat op 0,00 € per m² per jaar. Het ontbreken van kosten in de KWIN is opvallend gezien het feit dat er ook telers zijn die de reststroom regelmatig (eens per 5-6 weken) door het milieubedrijf laten ophalen. De kosten zijn dan zo'n 30 € per ton vers materiaal (Annevelink et al., 2013). Veel telers composteren het materiaal zelf: het wordt dan op een hoop bewaard die al gedeeltelijk composteert. Af en toe wordt materiaal naar een stuk land van de burens uitgereden en daar ondergefreesd. Op dit moment wordt afvoer van chrysantafval niet als een probleem ervaren. Er is zeker wel belangstelling om naar alternatieven te kijken omdat men inziet dat de chrysant potentie heeft voor diversificatie.

6.3 Waardevolle componenten

De volgende waardevolle componenten kunnen worden onderscheiden in reststromen uit de chrysantenteelt (Figuur 15):

- cellulose, pectines en hemicellulose (in de celwand);
- fructaan, ook inuline genoemd (in de wortels);
- geurstoffen voor parfums (in de bloemen);
- rubisco (ruw eiwit) en chlorophyl (in het blad);
- secundaire metabolieten (terpenen/flavonoïden), camphor e.a. (bacteriostatisch), quercitine, myrcene, caryophyllane (anti-oxidant), kleurstoffen, insecticiden (in het blad en bloem).

Chrysant				
ongescheiden	groe scheiding	fijne scheiding	fijnere scheiding	Toepassing
oogstafval	bloem	metaboliëten	camphor	antioxidantia, biocide, kleur-, geur- smaakstof
			cineol	
			xanthophyl	
	groen blad	bloemresten		vergisting
			koolhydraten	pectines
		eiwitten	rubisco	veevoer
			rest eiwitten	veevoer
			metaboliëten	camphor
			ocimene	
			quercitine	
	myrcene			
wortels	stengel	vezel	karton	
		stengel reststroom	vergisting	
	wortels	metaboliëten	fructaan (inuline)	antioxidantia, biocide, kleur-, geur- smaakstof
			α -pineen	
			farneceen	
	wortel reststroom	vergisting		

Figuur 15 Voorgesteld scheidingschema chrysant (Food & Biobased Research).

Bij chrysanten is het probleem dat op dit moment onvoldoende bekend is wat de exacte percentages van de verschillende inhoudsstoffen zijn. Daarvoor is eerst nog meer analyse nodig van de bladeren. Daarom is het niet mogelijk een figuur met de waarde na opsplitsing te maken zoals bij de case champost (Figuur 5).

6.4 Alternatieve valorisatiemogelijkheden

Voor chrysanten reststromen is een toepassing in ontwikkeling bij Van Vliet in het Westland, die tunnelcompostering gebruikt. Daarbij wordt een compost met biocide (schimmelwerende) eigenschappen geproduceerd, waarbij de actieve stoffen er gewoon in blijven zitten en geen extractie nodig is (van Vliet recycling, 2013).

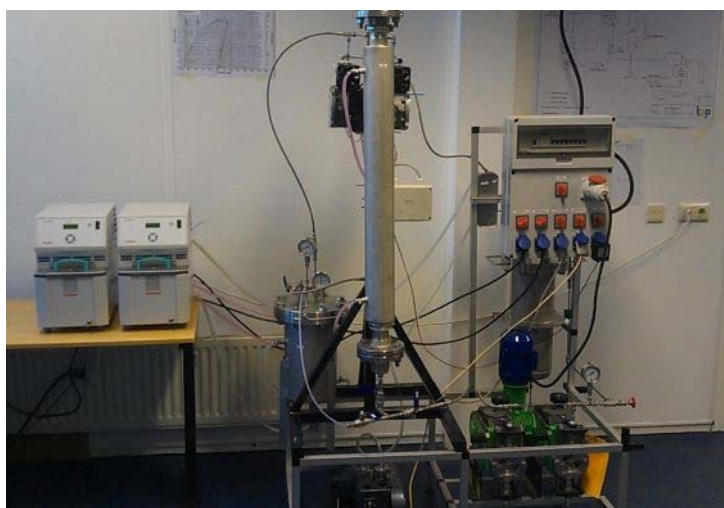
Onderzoek is nodig om te achterhalen wat daadwerkelijk uit de biomassareststroom te halen is. Het is bekend dat chrysanten voor hun geurstoffen worden gekweekt in bijvoorbeeld India. In het onderzoek naar de processen die daarvoor nodig zijn, kan gebruik worden gemaakt van de kennis die aanwezig is in de geur- en smaakstoffen industrie. Onderzoek zou zich onder andere kunnen richten op nieuwe technologieën, die een alternatief zijn voor de traditionele stoomdestillatie, zoals extractie met behulp van super heated steam of superkritische extracties.

Na de extractie van waardevolle componenten (secundaire metabolieten) blijft nog steeds 99% van dezelfde biomassa-reststroom over, waarvoor alsnog een toepassing moet worden gevonden. Wellicht is het mogelijk de valorisatie van chrysanten restmateriaal als voorbeeld case te nemen en deze te combineren met de opwaardering van verschillende andere bladsoorten of biomassa resten. Een voorbeeld hiervan is de valorisatie van rhizoomolie uit de gedroogde freesia bollen of saponinen uit primula wortels, waaraan medicinale eigenschappen worden toegeschreven.

6.5 Toetsing valorisatiekansen bij stakeholders

Aan twee chrysantentelers onder glas uit de Bommelerwaard is de mogelijkheid voorgelegd om met hun reststromen een toegevoegde waarde te ontwikkelen. Hierbij was ook de teeltadviseur van DLV Plant aanwezig. De ene chrysantenteler composteert groenafval zelf, dat 1 maal per jaar wordt opgehaald. Bij de andere chrysantenteler wordt groenafval elke 5-6 weken door het milieubedrijf opgehaald en wordt het verwerkt via composteren. Beide chrysantentelers hebben interesse in alternatieve toepassingen van de chrysant en van het restmateriaal, zoals bv. de extractie van natuurlijke geur- en/of kleurstoffen. De teelt zelf staat onder druk en zeker in periodes waarin de prijs per steel laag is, is het hebben van een alternatieve outlet interessant. Het traject voor alternatieve valorisatie van chrysant is volgens DLV Plant voor de middellange termijn. Er moet daarom niet worden verwacht dat er bereidheid is onder telers om te investeren in zo'n traject. Daarvoor moet er eerst zicht zijn op een (succesvolle) business case. De uitdaging ligt in het balanceren (combineren) van productie voor de sierteeltmarkt met productie voor de alternatieve biobased-afzetmarkt. Het beste zou zijn om de biobased-valorisatie zoveel mogelijk aan te laten sluiten op de huidige situatie, zodat er minimale aanpassingen hoeven te worden doorgevoerd in het teeltproces. Daarmee omzeil je mogelijke bezwaren/belemmeringen bij de telers.

Interessant voor deze ontwikkelingen kunnen ook de ontwikkelingen zijn bij het bedrijf Phytonext (www.phytonext.nl), dat zich richt op scheidingstechnologie (Figuur 16) en selectieve extractie van waardevolle inhoudsstoffen uit planten. Dit is mogelijk ook een geschikte scheidingstechnologie voor het extraheren van inhoudsstoffen van de chrysantenreststromen.



Figuur 16 Scheidingstechnologie van Phytonext (bron: www.phytonext.nl).

6.6 Volgende stappen

Om meer inzicht te verkrijgen in de valorisatie case ‘inhaltsstoffen van chrysantenbladeren’ zal het vervolgetraject zich in een haalbaarheidsstudie onder andere moeten richten op:

- de analyse van werkzame Inhaltsstoffen in de reststromen (stengel, blad, wortels, sap) en hun respectievelijke toepassing(en);
- verwerkingstechnieken;
- afzet en marktpartijen: definiëren van de mogelijke toepassingen in nader te onderzoeken afzetmarkten;
- verkrijgen van commitment van de teeltbedrijven én commitment van bedrijven die in de afzetkant sleutelpartijen zijn als afnemer van de werkzame stoffen;
- de keten organisatie (planning en logistiek): wat zijn de mogelijkheden voor collectieve inzameling van vers restmateriaal binnen een straal van zo’n 15 km.

Bij de analyse van de werkzame stoffen is het van belang dat de informatie (bestaande onderzoeksliteratuur) zoveel aansluit op de huidige teelten (rassen) en markten. Daarnaast bestaat er veel variatie tussen rassen onderling (qua geur, bladgrootte, e.d.). Ook dit zou moeten worden meegenomen in de analyse van de werkzame Inhaltsstoffen.

7 Innovatie case groenteresten van Veiling Zaltbommel – vergisting

7.1 Beschikbare biomassa-reststromen & logistieke aspecten

Een analyse is uitgevoerd van de gegevens over reststromen van de Veiling Zaltbommel over de jaren 2010, 2011 en 2012. De grootste reststromen komen van slechts zeven producten, nl. komkommer, rode paprika, groene paprika, kropsla, andijvie, uien en courgettes. De biomassa (doordraai) komt in sterk fluctuerende hoeveelheden vrij en op wisselende momenten. Als productie en afzet goed voorspeld zouden kunnen worden zal de veiling altijd willen vermijden dat product wordt doorgedraaid. De hoeveelheden van de zeven grootste productstromen variëren van 0,5 tot 231 ton per jaar, kortom een enorme spreiding. De totale hoeveelheid reststromen varieert van 129 tot 632 ton per jaar. De heterogeniteit van de biomassa reststromen is groot. In totaal komen reststromen van zo'n 125 producten vrij. In een gemiddeld jaar bestaat 60-70% van de reststromen uit de zeven grootste productgroepen. Fruitreststromen (overrijp, onrijp, schillen, stelen, pitten & zaden en vloeibaar afval) komen mogelijk vrij bij de fruitverwerkende industrie, maar niet bij de Veiling.

7.2 Huidige valorisatie

Afgekeurd handfruit (appels, peren) wordt verwerkt tot bijvoorbeeld appelmoes of stroop. Doorgedraaide groente krijgt een bestemming als veevoeder. De Veiling Zaltbommel werkt samen met één vaste veehouder die de reststromen afneemt (en soms nog met twee andere veehouders). Afvoer en kosten zijn voor rekening van vaste afnemende veehouder. De veehouder komt op afroep ophalen. Er zijn in de veehouderij wel beperkingen qua voerschema. Moderne bedrijven met strakke voedingsschema's kunnen steeds minder fluctuaties in de soort voerstromen aan. Je moet eigenlijk een 'ouderwetse' veehouder hebben die flexibel is qua voeren. Daardoor wordt de afzet op termijn mogelijk onzeker. Alleen indien grotere volumes in korte tijd afgevoerd moeten worden komen kosten voor de fouragehandel in beeld. Kosten die in dat geval worden berekend zijn in de orde van grootte van 15 - 20 €/ton. Op dit moment kan de Veiling haar reststromen dus nog goed kwijt.

7.3 Waardevolle componenten

- Komkommer & courgettes:
 - specifieke inhoudsstoffen (bijv. cucurbitacines - insecticide)
- Paprika (vrucht):
 - vitamine c
 - provitamine a en β -caroteen
 - flavonoiden, fenolen en capsidiol
 - pectine en suikers (voor fermentatie)
- Kropsla & andijvie (blad):
 - allelochemicals, bv. phytotoxines. Voorbeelden van phytotoxines zijn fenolen, zoals ferulazuur
 - specifieke inhoudsstoffen (latex van sequiterpeen lactonen: lactucine, deoxylactucine, lactucopicrine)
- Uien:
 - smaak- en geurstof (uienolie)
 - specifieke inhoudsstoffen (alkyl cysteine sulfoxides) (gezondheidsproducten)
 - flavonoiden (quercetine)
 - kleurstof in schil (wol-, leer- en katoenverven)
 - antioxidant
 - antischimmelmiddel

7.4 Alternatieve valorisatiemogelijkheden

Heterogene biomassa-reststromen zijn minder geschikt om specifieke stoffen te isoleren. De mogelijke verwerking van dergelijke stromen vragen om een robuust proces, waarbij de samenstelling minder kritisch is. Het proces moet grondstoffen kunnen verwerken van verschillende vochtgehalte, eiwit en koolhydraat of suiker gehalte, vezelgehalte.

Met de huidige stand van de techniek is het nog niet haalbaar om meer toegevoegde waarde te creëren dan de energie-inhoud. Vergisting zou dan een alternatief kunnen zijn voor de afzet in veevoeder of compostering, waardoor eigen warmwater voorziening mogelijk is (voor krattenwasinstallatie).

Uit fruitresten zijn kleur- en geurstoffen winbaar. Deze fruitresten zijn potentieel echter ook geschikt als grondstof voor fermentatie en productie van “groene” chemicaliën zoals PLA, PHA, etc. Een route voor doordraai van een goede kwaliteit is het gebruik door bv. Provalor, die sappen en vezels produceert, zodat het product in de voedselketen blijft. Een nieuw idee is het kweken van insecten op groenteresten.

7.5 Toetsing valorisatiekansen bij stakeholder

Met de Veiling Zaltbommel is besproken welke mogelijke reststromen geschikt kunnen zijn voor uitwerking. De hoeveelheden doordraai voor de meeste typen groentereststromen bij de Veiling Zaltbommel zijn relatief aan de lage kant voor valorisatie en ze zullen altijd fluctueren. Er kan hierdoor geen constante aanvoer worden gegarandeerd voor valorisatie. Het gaat in totaal over minder dan 1% van de aangevoerde hoeveelheden product. Naar aanleiding van de EHEC-crisis in 2011 heeft de Veiling GMP+ gehaald¹, waardoor bij een volgende crisis (zoals EHEC) het mogelijk is om reststromen af te voeren via de fouragehandel. Bij de alternatieve afvoer zijn er extra kosten voor transport en de tussenhandelaar. Als voorbeeld van een wisselende reststroom gedurende de loop van het jaar is paprika besproken. Aan het begin van de aanvoerperiode (juli/augustus) zijn er nog partijen met een lagere aanloop kwaliteit. In de 2^e helft van de zomer is er een zwaartepunt qua aanvoer van paprika's. In de zomer heb je vruchtschade die eruit gesorteerd wordt. Dan is er nog een aanvoerpiek vlak voor de winter. Nadat het gewas min of meer gelijktijdig geruimd is bij alle kwekers is er een aanvoerdip van paprika: van november tot april wordt er niets aangevoerd, en is er dus ook geen doordraai. Eerst moet dan eerst weer een nieuwe gewas groeien, bloeien en vrucht zetten. Pas in juli/augustus komen er dan weer substantiële hoeveelheden paprika naar de veiling.

De algemene verwachting is dat er van de groep fruit weinig reststromen zullen zijn. Bij hardfruit bestaat er een alternatief voor verkoop als handfruit, nl. verwerking in een ander segment (moes, siroop). Bij appels is er bv. geen sprake van reststromen want die gaan dan naar sap- of moesproducenten. Aardbeien en peren gaan ook naar de fruitverwerkende industrie. Men is geïnteresseerd in vergisting als mogelijke optie van verwerking wanneer veevoer onder druk komt te staan. Men heeft een krattenwasinstallatie, die zo'n 60.000 m³ gas gebruikt. Via vergisting zou men dat gas zelf kunnen produceren.

7.6 Volgende stappen

- De Veiling Zaltbommel oriënteert zich zelf verder op de mogelijkheden van een vergistingsinstallatie voor de productie van een deel van haar eigen energie.
- Er bestaan nog geen verdere plannen om verder te gaan met andere valorisatie mogelijkheden.

¹ *Good manufacturing practice certificaat*

8 Conclusies & aanbevelingen

8.1 Conclusies

Beschikbare reststromen & logistieke aspecten

Bij de inventarisatie van de soorten en hoeveelheden van biomassa-reststromen, die vrijkomen in het gebied van Greenport Betuwse Bloem zijn enkele interessante cases geïdentificeerd, die veelbelovende nieuwe valorisatie routes op kunnen leveren. Voor deze routes is o.a. gekozen op basis van de beschikbare hoeveelheid reststroom, de aanwezigheid van waardevolle componenten of inhoudsstoffen, en de ingeschatte belangstelling van de stakeholders. Bij de uitwerking zijn voor vijf valorisatie cases de belangrijkste opties voor alternatieve verwerking van de reststromen geïnventariseerd en is met stakeholders de praktische haalbaarheid getoetst.

In verschillende gevallen zijn de beschikbare hoeveelheden vrijkomende biomassa niet voldoende om alleen daarvoor een nieuwe verwerkingstechnologie voor te ontwikkelen, en moet een robuust proces worden ingezet, waarmee meerdere verschillende grondstoffen kunnen worden opgewerkt tot een waardevol product. Een (logistieke) oplossing moet worden gevonden zodat het combineren van gelijksoortige reststromen uit verschillende sectoren mogelijk wordt. Daarbij zullen in veel gevallen verse reststromen snel moeten worden verwerkt, wat ook een goede logistieke planning en organisatie vraagt.

Vijf valorisatie cases gebaseerd op waardevolle componenten

1. Voor champost zijn de verschillende componenten geïdentificeerd en de opties voor het gebruik van de minerale en organische bestanddelen als recyclebare stroom in een tweede levenscyclus. Voor een alternatieve verwerking van champost en omzetting naar producten met een toegevoegde waarde is scheiding van de bestanddelen een eerste vereiste. Voor een betere afzet als bodemverbeteraar is verlaging van het fosfaatgehalte prioriteit. Scheiding van de minerale en organische fracties opent verschillende mogelijkheden voor diversificatie van de inzetbaarheid als bouwgrondstof (gipsblokken, isolatieplaten) of producten met een hogere toegevoegde waarde (mycelium, humine). Geschikte scheidingstechnologieën zijn op dit moment onderwerp van onderzoek o.a. door Wageningen UR. Aan de telers, die bij het lopende onderzoek naar fosfaatscheiding zijn betrokken worden de mogelijkheden voor deze alternatieven voorgelegd.
2. Voor houtige biomassa, die zowel bij de laanbomenteelt als de fruitbomenteelt wordt gegenereerd, lijkt de meest voor de hand liggende optie voor valorisatie gevonden te worden in de productie van plaatmaterialen. Hiervoor zou in de regio voldoende biomassa vrijkomen om een productie lijn te kunnen voeden. Onderzoek naar geschikte milieuvriendelijke

bindmiddelen (bij voorkeur biobased) is gewenst. De producenten van plaatmaterialen hebben hiervoor belangstelling.

3. De inzet van paprika reststromen voor gescheiden verwerking van het uitgeperste materiaal in een sapstroom (met diverse inhoudsstoffen) en een vaste fractie (voor de fabricage van vezelcomposieten of karton) lijken de meest kansrijke route, die moet worden onderzocht.
4. De reststoffen die vrijkomen bij de chrysantenteelt bieden een interessante optie om de (techno-economische) haalbaarheid van valorisatie van de inhoudsstoffen nader te onderzoeken. Vanwege de relatief kleine maar geconcentreerde schaal waarop het materiaal beschikbaar komt en het potentieel hoge gehalte aan geïdentificeerde bioactieve componenten is dit een interessante valorisatie case om nader uit te werken. De benaderde telers hebben hiervoor positieve belangstelling.
5. De reststromen van de groenteveiling Zaltbommel bevatten potentieel waardevolle inhoudsstoffen. De reststromen fluctueren echter zo sterk qua hoeveelheid en samenstelling dat energieopwekking via vergisting de meest voor de hand liggende alternatieve valorisatieroute is en niet de winning van de inhoudsstoffen.

Reacties van de stakeholders op de valorisatiekansen

De beschreven innovatie cases zijn nog geen uitgewerkte business case waaruit de opbrengsten en rendementen van investeringen kunnen worden afgelezen. De individuele bedrijven uit de verschillende sectoren staan over het algemeen welwillend ten opzicht van nieuwe valorisatie routes voor hun reststromen. Tegelijkertijd geven de ondernemers aan dat hun mogelijkheden c.q. bereidheid om daarin te investeren op het moment beperkt zijn. Men geeft aan dat er al veel over is gepraat, maar dat er tot nu toe weinig concrete resultaten zichtbaar zijn. Ondernemers hebben dus wel interesse in nieuwe valorisatieroutes, maar het is moeilijk voor individuele bedrijven om hierin te investeren. Dit is zeker het geval wanneer er nog nader onderzoek moet plaatsvinden. Hiervoor zullen dus financiële middelen gevonden moeten worden.

Het succes van de geïdentificeerde alternatieve valorisatiemogelijkheden hangt af van het vinden van geschikte, dat wil zeggen goede, betaalbare scheidingstechnologieën om waardevolle componenten uit de reststromen te halen. Behalve dat dit extra verwerkingskosten met zich meebrengt, vraagt het in de meeste gevallen nog onderzoek- en ontwikkeltijd. Ondernemers uit de Greenport Betuwse Bloem leggen hun prioriteit op het moment bij het overleven van de economische crisis en hebben daardoor onvoldoende tijd en middelen om zich te oriënteren op nieuwe valorisatieroutes.

De producenten van biobased producten zijn in principe wel geïnteresseerd in het afnemen van nieuwe grondstoffen. Daarvoor moeten de beschikbare reststromen dan wel op de juiste specificaties zijn gebracht.

8.2 Aanbevelingen

De beschreven valorisatie cases zouden elk apart nog verder uitgewerkt moeten worden door (een consortium van) geïnteresseerde ondernemers. Hierin ligt ook een rol voor de Greenport Betuwse Bloem en Provincie Gelderland om de ondernemers verder te ondersteunen, om zo de aangetoonde interesse om te zetten in concrete acties.

Ontwikkel nieuwe scheidingstechnologie voor champost. Voor een alternatieve verwerking en omzetting naar producten met een toegevoegde waarde is scheiding van de diverse organische en minerale bestanddelen van champost een eerste vereiste.

Voor alternatieve verwerking van houtige biomassa is de ontwikkeling van een fabriek voor vezelplaatproductie in de regio een aanbeveling, waar lokaal beschikbare houtige biomassa tot plaat materiaal wordt geperst.

Voor reststromen uit de glastuinbouw (paprika, tomaat, komkommer) is de scheiding van houtig en groen materiaal een eerste stap. De sapstroom moet onderzocht op potentieel interessante extraheerbare inhoudsstoffen (eiwit, secundaire metabolieten) die een meerwaarde opleveren. De uitgeperste stengels bevatten vezels die voor papierpulp of composiet toepassingen kunnen worden aangeboden aan de verwerkende industrie.

De restproducten uit de chrysantenteelt vormen een potentieel interessante grondstof voor winning van bioactieve inhoudsstoffen. Het huidige productiesysteem kan zonder veel aanpassingen een constante stroom leveren, die verwerkt kan worden tot producten (antioxidantia, biociden, kleur-, geur- en smaakstoffen) met een hoge toegevoegde waarde. Het verdient aanbeveling een onderzoek uit te zetten naar het marktpotentieel van dergelijke productieketens.

Binnen het onderzoek naar nieuwe valorisatieroutes is het belangrijk om te kijken naar de integrale waarde van de reststroom. Dit houdt in dat de verwerking, afzet en waardering van alle componenten in ogenschouw moeten worden genomen, opdat er een volledig beeld ontstaat van de financiële haalbaarheid van de onderzochte valorisatieroutes en omdat de valorisatie meestal niet economisch kan draaien op slechts één van de componenten.

Koppeling met de activiteiten van het Kenniscentrum Plantenstoffen kan mogelijk tot succesvolle ontwikkelingen leiden.

Literatuur

Annevelink, E., J.B. van Gogh, J.E.G. van Dam & P.V. Bartels, 2013. Mogelijkheden voor de implementatie van het biomassawerf concept in de Greenport Betuwse Bloem; Deel 1. Stakeholder analyse & biomassabeschikbaarheid. Wageningen UR Food & Biobased Research, Rapport, 1416, 75 pp.

DLV Plant, 2013. Schatting hoeveelheden reststroom van de chrysantenteelt. Persoonlijke mededeling van Rene Corsten van DLV Plant .

Eurolab, 2013. Samenstelling champost. www.eurolab.nl/meststof-organisch-v.htm

Index mundi, 2013. Rock Phosphate Monthly Price - Euro per Metric Ton.
<http://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=rock-phosphate¤cy=eur>

Kamer van Koophandel Midden Nederland, 2013. Clusters in Kaart Betuwse Bloem.
http://prezi.com/embed/62dbf79464c59893659f09e0801736b7c1982524/?bgcolor=ffffff&lock_to_path=0&autoplay=no&autohide_ctrls=0&features=undefined&disabled_features=undefined

Kennisakker, 2013. Samenstelling champost.
www.kennisakker.nl/kenniscentrum/handleidingen/adviesbasis-voor-de-bemesting-van-akkerbouwgewassen-samenstelling-en-wer

KWIN, 2012. Kwantitatieve Informatie voor de Glastuinbouw 2012 – 2013; Kengetallen voor Groenten – Snijbloemen – Potplanten teelten. Wageningen UR Glastuinbouw, Rapport GTB-5032, 196 pp.

Maas, R. van der & K. Hooijmans, 2013. Valorisatie champost voor duurzamer bodembeheer, robuustere teeltsystemen en efficiënter fosfaatgebruik in de vollegrondstuinbouw. Projectplan Topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen, 384, 12 pp.

Mulder, W., 2010. Proteins in Biomass Streams. Wageningen UR Food & Biobased Research, Rapport, 1134, 58 pp.

Mushcomb, 2011. Casing Separator.
http://mushroommachinery.com/en/casing_separator_more/

Oei, P., 2013. Persoonlijke mededeling. Eco consult Tiel.

Sanders, J.P.M., 2012. Types of Biomass and the Biorefinery concept. Powerpoint presentatie.

van Vliet recycling, 2013. Succesvolle santiniteelt op eigen groenafval.

www.vanvlietrecycling.nl/web/van-vliet-recycling/Nieuws/Nieuwsbericht/Succesvolle-santiniteelt-op-eigen-groenafval.htm

Dankbetuiging

De auteurs bedanken allereerst de begeleidingsgroep, bestaande uit Bernadette Janssen (Provincie Gelderland), Wils Kloos (Oost N.V.), Rien van der Maas (PPO) en Jeroen Sluijsmans (destijds Provincie Gelderland) voor het actief meedenken bij de uitvoering dit project. Verder gaat dank uit naar Kees Pieters van de Provincie Gelderland voor zijn inzet bij het formuleren van het oorspronkelijke projectvoorstel.

Dit project heeft enorm veel baat gehad bij de gesprekken met alle stakeholders uit de praktijk (zie Bijlage 1), waarvoor heel veel dank.

Tenslotte willen we de experts van Food & Biobased Research (zie Bijlage 3) bedanken, die tijdens een brainstormsessie en later hebben bijgedragen aan het bedenken van nieuwe valorisatiemogelijkheden.

Bijlage 1. Benaderde partijen

Naam	Organisatie
Johan Baars	Wageningen UR - Plant Breeding, Mushroom Research Group
Ton Baltissen	PPO Boomkwekerij
Willem Böttger	NPSP
Frans van Brandenburg	Voorzitter NFO kring midden Nederland
Waldo Chotkoe	Ecoboards
Rene Corsten	DLV Plant b.v.
Frank Engelbart	Coördinator van het Fruitpact
Richard van Es	ABC Board Company
Jan van der Harg	Fa. van der Harg van Winden
Martijn van Herwaarden	Martijn van Herwaarden Paddenstoelenteelt
Ko Hooijmans	LTO
Piet Hooymans	Hooymans Compost b.v.
Bernadette Janssen	Provincie Gelderland
Jordi Jongbloed	Phytonext
Goos Kardol	Trekker van Paddenstoelenpact
Nico Kiep	Bloemenkwekerij Nico Kiep B.V.
Wils Kloos	Oost NV
Robert van Lokven	Veiling Zaltbommel - Fruitmasters
Rien van der Maas	Themaregisseur duurzaamheid GBB vanuit PPO
Rob van Mechelen	Syntens
Leon Mur	Kenniscentrum Plantenstoffen
Peter Oei	ECO Consult Foundation
Peter van Osch	Veiling Zaltbommel - Fruitmasters
Jan Smits	Productschap Tuinbouw / Kenniscentrum Plantenstoffen
Arjen Stello	AK Champignons BV
Daniela Trambitas	Feyecon
Nico Voogt	CDEM
Radboud Vorage	Coördinator van Greenport Arnhem-Nijmegen
van Vulpen	Van Vulpen bv.
Marco van de Werken	Kwekerij de Heuve

Bijlage 2. Long list valorisatie mogelijkheden

Glastuinbouw

(Glas)groenten

Tomaat, Aubergine, komkommer, (courgette), aardbei, sla

Paprika

- | | |
|----------------|---|
| Lignocellulose | → papier, karton,
vezelplaat particle board (pallets)
vezelcomposiet
bouwblokken
pyrolyse / torrefactie |
| Rubisco | → (veevoer), coatings, schuimmiddelen |
| Metabolieten | → biocide, fungicide, geur-, kleur, & smaakstoffen |

Sierteelt

Roos, Anjer, Lelie, Gerbera, Alstroemeria, Anthurium

Chrysan

Freesia

- | | |
|--------------|--|
| Rubisco | → (veevoer), coatings, schuimmiddelen |
| Metabolieten | → biocide, fungicide, geur-, kleur, & smaakstoffen |

Champignonteelt

Champost

- | | |
|--------------------|--|
| Organische fractie | → humine (humuszuur)
pyrolyse olie
verpakkingsmateriaal
substraat (dierlijk eiwit)
smaakstof
voedingsadditief |
| Minerale fractie | → fosfaat
kalk, gips (calcineren)
bouw materiaal, vezelcement |

Fruitteelt

Appel, Peer, Pruim, Kers

Houtige biomassa

Lignocellulose

→ papier, karton,
vezelplaat / particle board (pallets)
vezelcomposiet
bouwblokken
pyrolyse / torrefactie

Bastmateriaal

→ biocide, fungicide, geur-, kleur, & smaakstoffen
looistoffen, harsen

Fruitverwerking

Afval fruit

Verwerkingsresten

Metabolieten

→ biocide, fungicide, geur-, kleur, & smaakstoffen

Koolhydraten

→ fermentatie grondstof
pectine

Laanboomteelt

Houtige biomassa

Lignocellulose

→ papier, karton,
vezelplaat / particle board (pallets)
vezelcomposiet
bouwblokken
pyrolyse / torrefactie

Blad

Rubisco

→ (veevoer), coatings, schuimmiddelen

Metabolieten,

Bast

→ biocide, fungicide, geur-, kleur, & smaakstoffen
looistoffen, harsen

Bijlage 3. Geraadpleegde experts Wageningen UR

Paul Bartels	procestechnologie verse biomassa	paul.bartels@wur.nl	0317 480124
Rolf Blaauw	plantaardige vetzuurchemie coatings, biofuels	rolf.blaauw@wur.nl	0317 480155
Jeroen van Bon	bioraffinage, scheiding, fosfaat	jeroen.vanbon@wur.nl	0317 481285
Richard Gosselink	chemische analyse lignine toepassingen	richard.gosselink@wur.nl	0317 480160
Edwin Keijsers	bioraffinage, procestechnologie natuurlijke vezels, composieten	edwin.keijsers@wur.nl	0317 481154
Koen Meesters	procestechnologie, bioenergie	koen.meesters@wur.nl	0317 485215
Wim Mulder	plantaardige eiwitten, bioraffinage	wim.mulder@wur.nl	0317 480135