



Algemene gegevens	
PPS-nummer	AF 12040
Titel	Kleinschalige Bioraffinage
Roadmap/Koepel	Biobased Economy
Uitvoerende kennisinstelling(en)	<i>Samenwerking tussen twee instituten onder Wageningen Research: Wageningen Plant Research en Wageningen Food & Biobased Research</i>
Projectleider onderzoek (naam en emailadres)	Namens WPR: Chris de Visser, chris.devisser@wur.nl Namens WFBR: René van Ree, rene.vanree@wur.nl
Penvoerder PPS (namens private partij)	Hans van Klink, Dutch Sustainable Development BV (DSD)
Contactpersoon overheid	-
Werkelijke startdatum	1 januari 2013
Werkelijke einddatum	31 december 2016
Korte omschrijving inhoud	Deze PPS richt zich op decentrale raffinageconcepten van biomassastromen en doet dit aan de hand van een aantal concrete mogelijkheden voor business cases met uiteenlopende grondstoffen. Op basis hiervan wordt meer inzicht verkregen in de mogelijkheden cq voordelen en de beperkingen van raffinage op kleine schaal.

Resultaten en deliverables	
1. Welke deliverables zijn opgeleverd? (geef een korte beschrijving per deliverable uit het projectplan)	Zie bijlage 1. Een deel van de rapporten zijn vertrouwelijk omdat zij ook vertrouwelijke backgroundinformatie van deelnemers bevatten. Een deel is ook openbaar en internetlinks zijn toegevoegd. Een deel van de rapporten uit 2016 is nog in bewerking.
2. Indien bepaalde deliverables niet gehaald zijn, wat was daarvoor de reden?	Dit staat vermeld in de bijlage 1 bij het desbetreffende deliverable.
3. Heeft het project onverwachte (neven)uitkomsten opgeleverd, die vooraf niet waren voorzien? Zo ja, benoem deze.	Nee, in positieve zin zijn geen onverwachte uitkomsten behaald. In negatieve zin heeft het onderzoek aan aantal hypothesen moeten ontkrachten. Dat is ook één van de redenen dat in sommige businesscases prioriteiten verlegd werden of zelfs businesscases gestopt werden. Hierbij moet vermeld worden dat door de genoemde wisselingen onvoldoende ruimte ontstond om gedurende meerdere jaren naar oplossingen te zoeken.
4a. Binnen hoeveel jaar zullen de private partijen resultaten uit dit project gaan gebruiken in de praktijk?	Dit verschilt per bestudeerde businesscase. Bij directe processing van suikerbieten naar chemicaliën kan binnen een termijn van 3 jaar een toepassing in de praktijk gaan ontstaan. Dat geldt ook voor de stevia businesscase. Businesscase op gebied van algen (veevoer en gebruik in de gewasbescherming) zijn potentieel doorbraken te

	<p>verwachten, maar de termijn is hier langer: 5 jaar.</p>
<p>4b. Kan het gebruik van de resultaten in de praktijk nog worden versneld, en zo ja, wat is daarvoor nodig?</p>	<p>Ironisch genoeg kan dit worden versneld door meer tijd te nemen om een businesscase goed uit te ontwikkelen. De tijdshorizon voor MKB is vaak onvoldoende lang omdat financiers sneller resultaat verwachten en omdat deze bedrijven vaak onvoldoende middelen hebben. Versnelling is alleen mogelijk door meer budget te alloceren voor precompetitieve ontwikkelingen in de raffinage. Met name zuiverheid en efficiëntie zijn daarbij sleutelbegrippen.</p>
<p>4c. Op welke wijze is over het project en de resultaten gecommuniceerd naar de brede doelgroep (incl. niet-deelnemende bedrijven)?</p>	<p>Veel van de resultaten zijn gepubliceerd op internet via http://www.wur.nl/nl/project/Kleinschalige-Bioraffinage-AF12040.htm?f1429341=10</p> <p>Daarnaast is een brochure geproduceerd die ook op die internetpagina is te vinden:</p> <p>http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/512997</p> <p>Over de resultaten van deze brochure wordt op 13 april 2017 een workshop georganiseerd. De brochure is gedeeld via LinkedIn en het bijbehorende bericht is per 22 februari 2017 meer dan 1.400 maal bekeken.</p>
<p>5. In hoeverre heeft het project bijgedragen aan de ontwikkeling van de betrokken kennisinstelling(en)? (bijv. wetenschappelijk track record, nieuwe technologie, nieuwe samenwerkingen)</p>	<p>Het project heeft er voor Wageningen Research (DLO) toe bijgedragen dat de voor- en nadelen van het concept Kleinschalige Bioraffinage nader zijn geïdentificeerd en dat het netwerk van bedrijven die in dit concept geïnteresseerd zijn, beduidend is toegenomen. Daarnaast heeft deze PPS de kennisinstelling geleerd welke raffinagemogelijkheden nog onvoldoende economische kracht hebben en welke beduidend betere potentie hebben op kortere en middellange termijn.</p> <p>Er is een bijproductverwaardingscan ontwikkeld waarmee marktpartijen kan worden geadviseerd op welke wijze ze hun residuen het best kunnen afzetten zodat een potentiële kostenpost veranderd in een additionele opbrengst. Deze scan biedt WR de mogelijkheid in contact te komen met potentiële klanten voor verdere samenwerking. Verder heeft het project geresulteerd in de identificatie van de volgende veelbelovende vervolgotrajecten: kleinschalige suikerbieten raffinage (i.s.m. DSD), eiwitextractie uit groen blad stromen zoals bietenblad en gras, i.e. groene bioraffinage (i.s.m. o.a. GreenProtein), stevia raffinage (NewFoss), zuivering van natte industriële reststromen m.b.v. microalgen-teelt (o.a. met AF&F) en de productie van PHA's uit biomassa-residustromen. Deze trajecten zullen in zowel bilateraal als pps-verband verder worden opgepakt zodat veelbelovende raffinageconcepten en samenstellende deeltechnologieën worden uitontwikkeld met als doel de uiteindelijke marktimplementatie te faciliteren en te bespoedigen.</p>
<p>6. Krijgt het project een vervolg in de vorm van een nieuw project of een nieuwe</p>	<p>In 2016 is er in de TKI A&F een vervolgprojectinitiatief "Bioraffinage voor de Circulaire Economie – Koepel PPS" ingediend. Dit initiatief is in voorgestelde vorm</p>

samenwerking? Zo ja, geef een toelichting.

vooral nog niet gehonoreerd. Er vindt thans echter overleg plaats om te kijken op welke wijze het veelbelovende concept van de Kleinschalige Bioraffinage wel kan worden ondersteund.

Highlights: geef een korte beschrijving van de belangrijkste resultaten

Werkpakket groen blad

- De economische waarde van diverse lokale raffinageprocessen voor suikerbietenblad richting eiwitrijke grondstof voor veevoer, bleek onvoldoende.
- Het afvoeren van bietenblad ten behoeve van raffinage bleek te resulteren in een verlies van organische stof aanvoer en een vermindering van de stikstofbeschikbaarheid voor volggewassen. De verminderde afvoer van organische stof zal gerepareerd moeten worden hetgeen de kosten van afvoer verhoogt.
- In een pilotopstelling is getracht Rubisco eiwit uit bietenblad te halen op basis van een bestaand patent. De selectiviteit van het proces bleek nog onvoldoende net als de efficiëntie van de extractie.
- Op labschaal is een relatief eenvoudig proces van voorbehandeling, coagulatie en dialyse opgezet om wit eiwit te produceren uit groen blad.
- Op labschaal zijn de procescondities geoptimaliseerd om groen eiwit te produceren met betere smaak en geur.
- De energievriendelijke zure extractie van steviol glycosides uit stevia bleek succesvol (tot 90%) en de opzuivering resulteerde in 80% zuiverheid.

Werkpakket maïsraffinage

- De economische waarde van het restproduct uit kleinschalige maïsraffinage is vastgesteld op een waarde van maximaal 220 euro per ton droog. Dit is onvoldoende voor de businesscase op dit moment.

Werkpakket suikerbietraffinage

- Het onderzoek naar de suikerbietraffinage op basis van direct processing heeft een aantal aandachtspunten opgeleverd voor de bewerkbaarheid van het viskeuze materiaal. De opbrengst aan ethanol is vergelijkbaar met dat bij andere producten.
- ABE fermentatie en melkzuurfermentatie is op labschaal uitgevoerd om suikerbietenmoes afkomstig uit vacuüm extrusie te verwaarden richting de chemie.

Werkpakket vergisting

- Het effect van vacuüm extrusie met Betaproces is onderzocht bij een reeks van producten: eendenkroos, algen, suikerbietenblad, suikerbieten, bermgras, appelpersulp en GFT. Op basis van de resultaten is de Betaproces technologie verder bestudeerd voor suikerbieten en suikerbietenblad.
- De invloed van de vorming van exopolysacchariden tijdens het vergistingsproces is bestudeerd in een poging het watergehalte van digestaat te verminderen cq de uitpersbaarheid te vergroten.

Werkpakket aquatische biomassa

- Waterige reststromen uit de procesindustrie (bierbrouwer, aardappelverwerker) en die ontstaan bij agrarische activiteiten (vergister, luchtwasser, fruitwassen, melkrobot) kunnen gebruikt worden bij de teelt van microalgen.
- Door het gebruik van LED lampen bij de teelt van algen kan ook in periode met weinig licht effluentpolishing door middel van algen worden uitgevoerd en het teeltoppervlak beperkt worden, echter wel met een hogere kostprijs t.g.v. het energiegebruik van de lampen. Het energiegebruik kan worden verbeterd door de continue efficiency verbetering in de lampen en door slim gebruik van de verschillende LED kleuren of beperkt door flitsen. Door slimme belichting kan mogelijk ook op het gehalte van inhoudstoffen in de algen gestuurd worden.
- Dunne fractie digestaat, restwarmte en/of rookgas kan ingezet worden ten behoeve

van de teelt van microalgen en waterplanten. De wijze waarop dat gebeurt bepaald wel de gebruiksmogelijkheden van de gekweekte producten. Rookgas en restwarmte is bruikbaar zonder dat dit een negatieve invloed heeft op de productkwaliteit. Vaste deeltjes in de dunne fractie digestaat kunnen meegeogst worden met de algen, indien deze fractie niet vooraf verder bewerkt wordt.

- De eiwitproductie per hectare van nog niet optimale teelt van microalgen, waterhyacinth, eendekroos en lisdodde (zonder artificiële verlichting) is 2-4x hoger dan de eiwitproductie van landbouwgewassen in Noord West Europa. De kostprijs is echter vooralsnog te hoog.
- Voor positieve businesscases is het belangrijk om meerwaarde voor de producten te krijgen, de productie te verhogen en/of de kostprijs te verlagen.
- De meerwaarde van microalgen zit in hun werking als veevoederadditief, specifiek visvoeder met omegavetzuren, specifieke inhoudsstoffen (Kleurstoffen en antioxidanten) en/of als plantenstimulant.
- De energieconsumptie bij de algenteelt kon met 20 tot 35% gereduceerd worden door verandering in toediening van de rookgas en door wijzigingen in de oogsttechniek. Ook het gebruik van reststromen met een negatieve waarde in het handelsverkeer kan de kostprijs drukken.
- Voor verdere verbetering van de businesscases is het verder ontwikkelen van de marktwaarde van de producten als additief of voor hoogwaardige inhoudsstoffen, het robuuster maken van de teeltsystemen en het verbeteren van de oogsttechniek essentieel.

Werkpakket succesfactoren kleine schaal

- Binnen het onderzoek naar de succesfactoren van kleine schaal zijn ontwerpregels voor kleinschalige bioraffinage opgesteld. Deze worden gebruikt bij het ontwerp van nieuwe kleinschalige units, zoals we nu doen voor de kleinschalige suiker productie.
- Er is gekeken naar de invloed van schaalgrootte op apparatuur, fabriek en keten schaal. Vooral in de keten is winst te behalen. De diseconomy of scale in de bioraffinage wordt vooral veroorzaakt door het hoge watergehalte van de biomassa, en daardoor hogere transportkosten en snelle achteruitgang in kwaliteit. Dit is vergelijkbaar met b.v. de groente en fruit keten. Lokaal ontwateren biedt veel voordelen.

Werkpakket grondstofscreening

- Het stappenplan is voor 7 cases toegepast, waarvan 4 buiten de PPS.
- Uit een vergelijking tussen produceren uit reststromen en uit hoogwaardige biomassa zijn primaire belemmeringen voor hoogwaardige reststroomverwaarding in kaart gebracht. Door modelmatige aanpak (stofstromen en economische analyse) zijn ondergrenzen voor de prijs van het eindproduct berekend. In het betreffende voorbeeld bleek het lage drogestofgehalte van de reststroom grote effecten te hebben op de omvang (en kapitaalskosten) voor de installatie; deze hogere kosten wegen niet op tegen de besparing op de materiaalkosten. Hieruit zijn prioriteiten voor vervolgonderzoek geformuleerd: concentreren van de hoogwaardige stof in de reststroom.
- Uit verschillende cases is gebleken dat kapitaalsintensieve processen sterk gebaat zijn bij schaalgrootte en daarom moeilijk rendabel te maken zijn bij een reststroom. Het opwaarderen van reststromen via een extensief proces (mogelijk input voor een intensief proces elders) lijkt de meest veelbelovende route.

Werkpakket PHA

- Identificatie van PHA-waardeketens waarbinnen de nieuw te ontwikkelen extractie-technologie (m.b.v. een bead mill) kan een kostenreductie betekenen zonder verlies van productfunctionaliteit.
- Diverse materialen en mengsels op basis van commercieel verkrijgbare PHA's en die van projectpartners (incl. TKI-BBE PHARIO-partners) zijn onderzocht.
- De pilot-installatie voor continue mechanische (bead mill) PHA extractie is in bedrijf

genomen en getest. Om het PHA verder op te zuiveren is de haalbaarheid van een experimentele in-line tegenstrooms-scheidingskolom getest.

- In kleinschalige biomassa-samples, aangeleverd door een aantal partners werd niet of nauwelijks (< 5% w/w) PHA aangetroffen, terwijl in FBR's monocultures (als controle) en parallel geëxtraheerde samples hoeveelheden PHA van > 50% werden gevonden.
- De eerste resultaten met betrekking tot de kweek van een FBR *Pseudomonas putida* reiculture (produceert mcl-PHA's) op het residu van ingekuuld gras, zijn veelbelovend. In fermentaties werd uitstekende bacteriële groei waargenomen. Verder onderzoek dient zich te richten op het aanleggen van een geschikte limiterende factor voor efficiëntere ophoping van PHA's.
- Bereiding van fermentatie-medium uit kuilgras bleek veel vetzuren te bevatten voor PHA productie.

Aantal opgeleverde producten in 2016			
Wetenschappelijke artikelen	Rapporten	Artikelen in vakbladen	Inleidingen/workshops
5	55	2	16

Link naar Kennisonline:

<http://www.wur.nl/nl/project/Kleinschalige-Bioraffinage-AF12040.htm>

Link naar Kleinschalige bioraffinage:

<http://www.kleinschaligebioraffinage.nl/nl/kbr.htm>

Bijlage 1: Titels van de producten of een link naar de producten op een openbare website

Deliverables 2013

Deliverable	Toelichting
D1.1 Rapport deskstudie valorisatie bietenblad	Rapport over de gevolgen afvoeren bietenblad voor bodemvruchtbaarheid. http://edepot.wur.nl/378460
D1.2 Rapport ketenontwerp en gerelateerde vraagstukken	Technische en economische beschrijving waardeketens bietenblad http://edepot.wur.nl/313485
D2.1 Rapport waarde veevoer eiwitfractie	Dit rapport beschrijft de resultaten van verteerbaarheidsproeven bij varkens voor de eiwitrijke restfracties na raffinage van snijmaïskorrels. http://edepot.wur.nl/317116
D2.2 Rapport applicatietesten zeïne na succesvolle isolatie	De isolatie van zeïne dient te worden verbeterd alvorens applicatietesten kunnen worden gedaan. Tot nu toe is het niet gelukt de zeïne in voldoende zuivere vorm te extraheren.

	Rapport is vertrouwelijk
D3.1 Werkende kristallisatieopstelling op lab-schaal	Rapport is vertrouwelijk
D3.2 Rapport toepasbaarheid Betaproces voor kleinschalige suikerbieten valorisatie	Dit deliverable is niet gemaakt vanwege gebrek aan budget
D4.1 Rapport potentiële innovaties in vergisting	Rapport met inzicht in de mogelijkheden van toepassing van het Betaproces voor ontsluiting van bermgras en GFT voorafgaand aan vergisting Rapport is vertrouwelijk
D4.2 Rapport resultaten haalbaarheidsstudie valorisatie gras/riet	Rapport is gecombineerd met D4.2
D4.3 Rapport activiteiten rond GFT vergister ROVA (Zwolle)	Rapport is gecombineerd met D4.2
D5.1 Rapport geschiktheid drietal waterige reststromen voor productie aquatische biomassa.	Rapport is vertrouwelijk
D5.2 Rapport benchmark innovatieve kweekwijzen aquatische biomassa	Dit rapport is opgenomen in Deliverable 5.10 in 2015.
D5.3 Rapport inventarisatie innovatieve digestaatverwerking in combinatie met teelt aquatische biomassa	Notitie aquatische teelt en gebruik van (bewerkt) digestaat i.r.t. regelgeving Rapport gecombineerd met D5.7
D5.4 Rapportage eiwit karakterisering na raffinage eendenkroos	Rapportage 1 ^e -analyse naar applicatiemogelijkheden eendenkrooseiwit in technische toepassingen Rapport is vertrouwelijk
D5.5 Rapportage veevoedingskundige waarde aquatische biomassa	In deze studie is de chemische samenstelling en de in vitro organische stof- en stikstofverteerbaarheid van gedroogde algen bepaald. Het betrof een drietal algenproducten, namelijk algen gedroogd bij 700C, algen samen met een hulpstof gedroogd met een innovatieve techniek en algen samen met rijst gedroogd bij 700C. Als referentiegrondstoffen zijn in deze studie een eiwitrijke (sojaschroot) en een vezelrijke grondstof (kuilgras) meegenomen. Op basis van de in vitro resultaten is tevens nagegaan wat de voederwaardeprijs is van de algenproducten. http://edepot.wur.nl/321180 http://edepot.wur.nl/327829
D6.1 Definitie voor kleinschaligheid	Bioraffinage technieken en processen zijn geanalyseerd op hun schaalbaarheid. Uit de geanalyseerde processen en technieken bleek duidelijk dat er niet enkel naar units, maar naar het hele proces, en zelfs de hele keten gekeken moet worden voor een goed vergelijk. Ook dit zal in het komende jaar nog verder uitgewerkt

	worden, te beginnen met een analyse voor biogas productie en voor chemicaliën. Dit kan uitgebreid worden met een analyse van processen uit de werkpakketten of andere processen, mits deze voldoende concreet zijn. http://edepot.wur.nl/316963
D6.2 Lijst kleinschalige bioraffinage projecten met reden voor kleinschaligheid	Gecombineerd met D6.1
D6.3 Rapport processen en apparaten voor kleinschalige bioraffinage	Gecombineerd met D6.1
D7.1 Rapportage 1 ^e -afwegingskader inclusief te hanteren criteria	Rapportage protocol bijproductverwaarding, incl. economische analyse <i>Rapport is vertrouwelijk</i>
D7.2 Rapportage inventarisatie valorisatiepotentieel reststromen appel verwerkende industrie + uitwerking naar technologische haalbaarheid	Verwaardingsopties case appelpulp in kaart gebracht <i>Rapport is opgenomen in D7.1</i>
D7.3 Rapportage inventarisatie valorisatiepotentieel sinaasappel verwerkende industrie	Is niet uitgevoerd bij gebrek aan budget.
D7.4 Opzet platform nieuwe aanbieders reststromen	is geschrapt omdat het de relaties met bedrijven die handelen in reststromen kan verstoren.

Deliverables 2014

Deliverable	Toelichting
D1.3 Verslag van een hoogwaardig raffinageproces voor bietenblad	Dit rapport bespreekt de bevindingen van een pilot schaal proef om Rubisco eiwit te winnen uit bietenblad. Bij het opzetten van de proef is als leidraad het door TNO gepatenteerde proces gebruikt. "WO2014/1040880 A1 Economical process for the isolation of functional protein from plants" toegepast. De keuzes voor de diverse apparaten is gemaakt op basis van bestaande kennis en adviezen uit het kleinschalige bioraffinage consortium. Doel van de pilot proef was een beter inzicht te krijgen in de massabalans van het proces, waarmee zowel input geleverd kan worden voor een economische evaluatie, als een keuze gemaakt kan worden van de verder te optimaliseren processtappen. <i>Rapport is vertrouwelijk.</i>
D2.3 Rapport effect geleren en fermenteren van ingekuilde maïskorrels.	Literatuurstudie over het effect van gedeeltelijke fermentatie van maïszetmeel naar melkzuur voor de verteerbaarheid en voedingswaarde voor varkens. http://www.wur.nl/en/Publication-details.htm?publicationId=publication-way-353034393234

D3.3 Rapport ontsluiting bieten m.b.v. Betaproces	Rapportage van labproeven om vast te stellen welk effect de Betaproces voorbehandeling heeft op de ontsluiting van bietsuiker voor de fermentatieve productie Rapport is vertrouwelijk
D3.4 Rapport proof-of-principle ABE fermentatie uit suikerbieten	Gecombineerd met D3.3
D4.4 Rapport verbetering efficiëntie van digestaatverwerking bij ROVA	In dit rapport is de hypothese getoetst dat problemen bij het vergistingsproces van ROVA voortkomen uit EPS bacteriën. Rapport is vertrouwelijk
D4.5 Resultaten gebruik van Betaproces bij vergisting maïsstro	Vacuüm extrusie is toegepast bij een mengsel van runderdrijfmest en snijmaïs om de gasproductie in een vergister te verhogen. Dit bleek niet tot positieve resultaten te leiden. http://edepot.wur.nl/377542
D5.6 Rapportage stand van zaken benchmark innovatieve kweekwijzen op basis van verzamelde kengetallen in relatie tot verschillende waterige afvalstromen en aanvullende verbeteringen in eventuele belichting, nutriëntenwisselingen en oogst, bewaring en sturingsmogelijkheden	In dit rapport is een overzicht van een aantal in Nederland aanwezige waterige reststromen weergegeven. Een aantal van deze reststromen is ingezet in een microalgen well-plaat screeningstest om de biomassa ontwikkeling op deze stromen te onderzoeken. Op het vlak van het gebruik van aquatische biomassa zijn er een aantal samenvattingen van rapporten en literatuurstukken opgenomen in dit rapport. Ook is er een overzicht van de verschillende soorten aquatische biomassa en de mogelijke toepassing van deze biomassa op reststromen weergegeven. http://edepot.wur.nl/368665
D5.7 Rapportage monitoring innovatieve digestaatbewerking in combinatie met de teelt van aquatische biomassa t.b.v. regelgeving	In dit rapport worden de productiesystemen en de monitoringsplannen beschreven om digestaat te gebruiken als mineralenvoeding voor aquatische biomassa. http://edepot.wur.nl/339410
D5.8 Rapportage karakterisering en waarde van op verschillende wijze voorbereid en geraffineerde alg en kroos	Rapportage over de potentiële toegevoegde waarde van algen in veevoer. http://edepot.wur.nl/331261
D5.9 Aanleveren informatie aan publiekssite algen van Wageningen UR, voorlichting middels excursies en (netwerk)bijeenkomsten	Presentatie over waarde van algen in veevoer. http://edepot.wur.nl/327829 Plus dossierpagina algen: http://www.wur.nl/nl/Dossiers/dossier/Algen-1.htm
D6.4 Rapportage kleinschalige ontwateringsmethoden	Dit rapport bevat ontwerpregels voor kleinschalige bioraffinage o.a. voor ontwateren en drogen

	http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/335754
D7.5 Toepassing bijproductvervaardingsprotocol op 3 nieuwe reststromen	Rapport is vertrouwelijk

Deliverables 2015

Deliverable	Toelichting
D1.4) Rapport procesontwikkeling wit eiwit uit groen blad	<p>Het doel van de hier beschreven studie is om een heldere, ongekleurde eiwitoplossing te produceren uit spinazie. Actieve kool, 50 °C warmte, en 50 °C warmte in aanwezigheid van CaCl₂ worden toegepast om spinaziesap te ontkleuren en te ontdoen van ongewenst materiaal. Het Betaproces (vacuümexplosie) wordt getest bij verschillende temperaturen om te beoordelen in hoeverre het bijdraagt aan het proces.</p> <p>Concluderend wordt gesteld dat het Betaproces meer eiwit vrijmaakt uit het sap dat met een slowjuicer uit spinazie is geperst, maar dit extra eiwit komt uiteindelijk niet in het verder behandelde product terecht. De toegepaste methode met actieve kool resulteert niet in voldoende ontkleuring van het sap. De 50 °C behandeling en zeker ook de 50 °C+CaCl₂ behandeling resulteren in geklaard sap. De eiwitconcentraties na deze twee behandelingen verschillen niet veel van elkaar. Er zijn aanwijzingen dat Betaproces bij 20 °C resulteert in iets hogere eiwitconcentraties in het uiteindelijke sap na de verdere behandelingen, vergeleken met de andere geteste temperaturen, of wanneer geen Betaproces wordt gebruikt.</p> <p>http://www.wur.nl/fr/Publications.htm?publicationId=publication-way-343939303335</p>
D1.5) Rapport procesoptimalisatie valorisatie stevia bladeren	<p>Gebleken is dat zure extractie een energievriendelijke manier is om steviolycosides uit stevia te extraheren maar dat de zuiverheid van het product nog niet op voldoende niveau gekregen kan worden.</p> <p>http://edepot.wur.nl/407734 http://edepot.wur.nl/377543</p>
D3.5) Rapport optimale koppeling Betaproces ABE-fermentatie	Rapport is vertrouwelijk
D3.6) Rapport effect van Betaproces op melkzuurfermentatie	Rapport is vertrouwelijk
D3.7) Rapport anti-solvent kristallisatie van koolhydraten uit sapstroom van inuline productie	Rapport is vertrouwelijk
D4.6) Rapport inzet Betaproces ter verhoging	Rapport is vertrouwelijk

biogasproductie lignocellulose-rijke BM	
D4.7) Rapport optimalisatie GFT-vergisting	Rapport is vertrouwelijk
D5.10) Rapportage optimalisatie groei en productiefactoren aquatische biomassa in pilots	Rapportage over de experimentele productie van algen in open vijvers op pilotniveau. http://edepot.wur.nl/391933
D5.11) Rapportage "de waarde algen t.b.v. gewasbescherming, groeiregulering en bodemverrijking/bemesting in agrarische teelten"	Verslag van een literatuuronderzoek naar de potentiële mogelijkheden voor het gebruik van algenproducten in de gewasbescherming. http://edepot.wur.nl/377524
D6.5) Rapport analyse optimale raffinage-grootte specifieke cases	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 waterzuiverings-voorbeeld. Tenslotte is er een begin gemaakt met een ketenanalyse, waarbij kleinschalige bioraffinage is geïntegreerd in een agrarisch systeem. http://edepot.wur.nl/335754
D7.6) Rapportage van scans naar 2 nieuwe restromen	Rapport is vertrouwelijk

Deliverables 2016

Deliverable	Toelichting
D1.6) Rapport businesscase ontwikkeling wit eiwit uit groen blad	Deze rapportage beschrijft de lab-experimenten die in het kader van het project Kleinschalige Bioraffinage Werkpakket 1 in 2015 zijn uitgevoerd. Het doel van deze experimenten was een relatief simpele processtap te ontwikkelen waardoor een wit eiwitproduct gevormd kan worden met het ontsluitingsproces van ABC Kroos. De verschillende lab-experimenten hebben aangetoond dat dit mogelijk is. Het rendement van zo'n proces, bestaande uit celdisruptie, verwijdering van groen eiwit en ontzouting door dialyse is laag. In 2015 is naast dit onderzoek in dit werkpakket door ABC Kroos, Provalor en Bodec een grootschalige proef gedaan waarbij groen eiwit geproduceerd is. Dit groen eiwit is getest in diverse

	<p>voedingsmiddelen door Provalor.</p> <p>Rapport is openbaar maar nog niet via internet te downloaden.</p>
D1.7) Verbeteren van de zuiverheid van de stevia extractie	<p>Rapportage van een vervolgstudie op de extractie en opzuivering van steviolglucosides uit stevia. Een nieuwe opzuiveringsmethode is gebruikt en die heeft geleid to meer dan 80% zuiverheid.</p> <p>http://edepot.wur.nl/405769</p>
D 3.8) Rapportage van de resultaten van ABE en melkzuurfermentatie na Betaproces voorbehandeling	<p>Voortzetting van labproeven waarin de fermentatieresultaten zijn beproefd van suikerbietenmoes na Betaproces voorbehandeling.</p> <p>Rapport is vertrouwelijk</p>
D 3.9) Resultaten van suikerbietraffinage op basis van directe verwerking na vacuüm extrusie.	<p>Rapportage beschrijft de resultaten van diverse fermentatieruns op 1,5 m3 schaal niveau.</p> <p>Rapport (openbaar) nog in bewerking</p>
D5.12) Rapportage businesscases valorisatie reststromen met aquatische biomassa: kansen en uitdagingen	<p>Dit rapport gaat over de zuivering van brouwerijprocesafvalwater met microalgen.</p> <p>Rapport nog in ontwikkeling</p>
D5.13) Kennisbijeenkomst valorisatie waterige reststromen met aquatische biomassa	<p>Op woensdag 15 juni is een workshop georganiseerd.</p> <p>http://www.wur.nl/nl/activiteit/Seminar-Waarde-uit-waterige-reststromen.htm</p> <p>http://www.biobasedeconomy.nl/agenda/seminar-waarde-uit-waterige-reststromen/</p>
D5.15) Bijdrage op internationaal symposium met publicatie	<p>Een beschrijving van de mogelijkheden om aquatische biomassa te gebruiken in de circulaire economie ten behoeve van grondstoffen voor veevoerders.</p> <p>http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/386787</p> <p>Microalgae production on side/residual/waste streams: an option for improved nutrient recycling? Van Dijk, W,, H. Elissen, S. Hurman & R.Y. van der Weide (2016). Proceedings international conference on Marine Biomass as Renewable Energy, 4-5 March 2016, Glasgow. 9.p</p>
D 6.6) Wetenschappelijke publicatie over bioraffinage in de Agri-keten	<p>In voorbereiding. Voorlopige titel:</p> <p>Environmental and economic improvements obtained by integrating biorefinery units in an agricultural system</p>
D7.7) Rapportage van scans naar 2 nieuwe restromen	<p>Rapport is in voorbereiding</p>
D9.1) Strategiedocument PHA productie vs. substraten vs. gewenste productkwaliteit, eindverslag	<p>Rapport is vertrouwelijk</p>
D9.2) Strategiedocument	<p>Rapport is vertrouwelijk</p>

vertaling gewenste PHA eigenschappen (e.g. smeltgedrag, sterkte) naar PHA kwaliteit (e.g. ketenlengte, samenstelling), eindverslag	
D9.3) Rapport extractiemethoden, eindverslag	Rapport is vertrouwelijk
D9.4) Rapport productiemethoden, eindverslag	Rapport is vertrouwelijk
D9.5) Rapport grondstoffen, eindverslag	Rapport is vertrouwelijk
D8.11) Maken glossy project brochure met activiteiten/resultaten	Deze brochure geeft een overzicht van de belangrijkste resultaten van de PPS. http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/512997

Naast bovenstaande deliverables is nog een serie producten geproduceerd volgens onderstaande tabel

Deliverable	Omschrijving product	Auteur
D5.9 Bundel presentaties	Kansen voor veevoer met algen. Samenvatting presentaties kennismiddag 7 november 2014	red. R. vd Weide
Brochure	Kansen voor algen in veevoer. (brochure)	Weide, R. v.d. et al.
Artikel	Algae cultivation using digestate as nutrient source: opportunities and challenges artikel in Proceedings 22nd European biomass conference and exhibition 23-26 June 2014, Hamburg	Weide, R. v.d. et al.
Abstract	Nutrient recycling by combining renewable energy production and biorefinery on a farmscale abstract in Proceedings 22nd European biomass conference and exhibition 23-26 June 2014, Hamburg	Dijk, W. van et al.
vakbladartikel	Algen hebben toekomst, rendement nu nog te laag. Boerderij, 15 mei 2015. http://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Foto-Video/2015/5/Algen-hebben-toekomst-rendement-nu-nog-te-laag-1762489W/	NN
Presentatie	Opportunities of Algae as ingredient of animal feed presentatie tijdens congres '3N Eco-innovations from Biomass' in Papenburg (D), 18-06-2015	Weide, R. v.d.
Abstract	Opportunities of algae as ingredient for animal feed abstract in proceedings congres '3N Eco-innovations from Biomass' in Papenburg (D), 18-06-2015	Weide, R. v.d.
Presentatie	Lokale Bioraffinage: De voordelen van	Bruins, M.

	kleinschalige raffinage van biomassa presentatie tijdens 'Green Meeting "Decentrale Bioraffinage" ' in Den Bosch, 18-09-2015	
Rolbanners	Communicatietool: rolbanner met partners, doel pps, etc.	Nvt
Bijdrage symposium	Algen en wieren symposium Wageningen 18 februari 2016	Weide, R. v.d.
Presentatie	Explaining the value of sustainable and biobased alternatives. Amsterdam, 24 mei 2016	Bolck, C.
Seminar	Seminar 'Waarde uit waterige reststromen', 15 juni 2016. Verslag en presentatie beschikbaar.	Weide, R. v.d. [ed]
D5.15 Wetenschappelijk artikel	Valorising side streams in circular animal feed additives : Opportunities and challenges Proceedings European Biomass Conference and Exhibition Amsterdam juni 2016.	Weide, R. v.d. et al
D5.15B Wetenschappelijk artikel	Microalgae production on side/residual/waste streams: an option for improved nutrient cycling? Proceedings symposium Marine Biomass as Renewable Energy. Glasgow maart 2016.	Dijk, W. van et al
Workshop	Thema 'Circulaire Economie'; workshop voor Waterschappen en Kennisinstellingen en Onderwijs. Utrecht 6 oktober 2016	Bolck, C.
Thesis	Study on the possible valorization of grass silage by Pseudomonas putida. Master Thesis Wageningen University Bioprocess Engineering. June 2016	R. Geffen, J. Springer & H. Mooibroek.
Thesis	GENOME ENGINEERING OF PSEUDOMONAS PUTIDA TO DECREASE PHA DEGRADATION. Creating a phaZ knock out using the CRISPR-Cas9 system. Master Thesis Wageningen University Bioprocess Engineering. January 2017	A. Bouslim, J. Springer & H. Mooibroek.