

# Kernthema Circulair

Het kernthema Circulair is integraal onderdeel van de cross-sectorale "Onderzoeksagenda Biobased Economy 2015 – 2027" van de topsectoren Agri & Food, Chemie en Energie (<http://edepot.wur.nl/338385>).



Thematrekker: Harriette Bos

## A Visie en ambitie

Het kernthema circulair draait om het sluiten van kringlopen, het beperken van verliezen en het tot waarde brengen van zij- en reststromen uit de gehele agrifoodsector. Daarbij wordt de gehele keten betrokken, van primaire productie via verwerking tot eindproducten en hun end-of-life routes. De agrifoodsector heeft de visie dat de transitie naar een circulaire biobased economy kansen biedt voor een zorgvuldig gebruik en betere benutting van natuurlijke (groene) grondstoffen (inclusief zij- en reststromen), het ontsluiten van nieuwe afzetmarkten en creëren van mogelijkheden om de concurrentiekracht van de sector te vergroten. De ambities zijn:

- Zoveel mogelijk tot waarde brengen van grondstoffen en zijstromen uit teelten, de agrifoodindustrie, mest en andere bronnen van niet-fossiele koolstof. Verwaarding kan technologisch en procesmatig worden gerealiseerd.
- Het ontwikkelen van nieuwe en aangepaste gewassen en groene grondstoffen gericht op realisatie van kansen van de agrifoodsector in de biobased economy.
- Aansluiting creëren met nieuwe markten en andere sectoren, waardoor een significant deel van de extra toegevoegde waarde binnen de agrifoodsector zal terechtkomen
- Ontwikkeling van bioraffinage-concepten voor dierlijke en plantaardige grondstoffen en zijstromen die verwaarding van biomassa componenten mogelijk maken.
- Sluiten van de kringloop voor niet-fossiele koolstof, stikstof en fosfaat
- Hergebruik/valorisatie van broeikasgassen (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>), geproduceerd door biomassa-vergassing/vergisting, door alcohol-fermentatie, door vee (pens)-fermentatie, door directe conversie van deze broeikasgassen in waardevolle componenten.

Het thema sluit aan bij de door de overheid en marktpartijen opgestelde transitieagenda circulaire economie, biomassa en voedsel, en dan met name bij de volgende transitiepaden:

- • Vergroten van het aanbod van duurzaam geproduceerde biomassa.
- • Circulair en regeneratief gebruik van bodem en nutriënten.
- • Optimale verwaarding van biomassa en reststromen tot circulaire, biobased producten.

En de randvoorwaardelijke actielijn: Investeringsklimaat versterken voor biobased industrie.

## B Afbakening

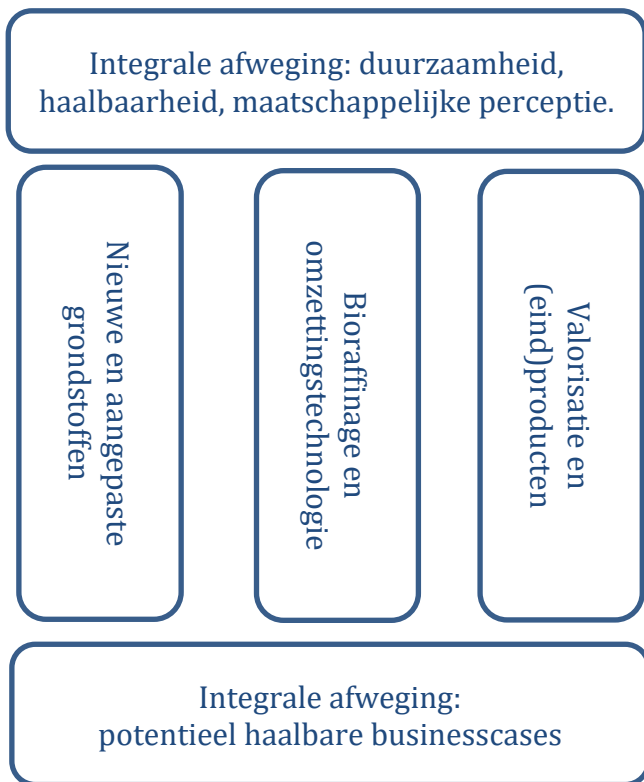
Het kernthema circulair gaat over de koolstofkringloop in de circulaire economie, en de hieraan gerelateerde kringlopen van fosfaat en stikstof, inclusief het terugdringen van het gebruik van fossiele koolstof in brandstoffen, chemicaliën en producten.

Onder bioraffinage wordt verstaan: het uiteenrafelen van groene grondstoffen inclusief zij- en reststromen in componenten en grondstoffen die kunnen worden omgezet tot producten met een zo hoog mogelijke waarde. Het ontwikkelen van deze producten, chemicaliën, materialen en energiedragers ligt ook binnen de agenda van de Topsector Agri & Food. De agenda focust op de ontwikkeling van technologie én de omzettingen die nodig zijn om de aansluiting met de aanpalende sectoren mogelijk te maken, zodanig dat een deel van de toegevoegde waarde binnen de agrifoodsector zal vallen. Daarnaast focust de agenda op de socio-economische- en duurzaamheidsaspecten die spelen rondom het inrichten van de nieuwe ketens.

Deze agenda gaat niet over het meer efficiënt gebruiken van grondstoffen in bestaande food ketens (verliesbeperking door optimalisaties dan wel anders inrichten van ketens). Uiteraard levert de agenda circulair wel een bijdrage aan de efficiëntie, bijvoorbeeld door waardevolle food en feedcomponenten

en chemicaliën uit zij- en reststromen inclusief mest of nieuwe groene grondstoffen (algen, eendenkroos, jatropha, zeewier etc.) te halen. Ook de duurzaamheid van bestaande ketens wordt door bioraffinage verhoogd door verlaging van de footprint.

### C Innovatieopgave 2018 - 2021



Duurzaamheid (Klimaat, Maatschappij en Economie) van nieuw te ontwikkelen opties moet integraal worden meegewogen bij de innovatieve ontwikkelopgaven.

De technologische innovatie-opgaven liggen in

- de ontwikkeling van nieuwe dan wel aangepaste groene grondstoffen, zij- en reststromen,
- bioraffinage en omzettingstechnologiën die de omzetting van deze grondstoffen tot producten die interessant zijn voor andere sectoren mogelijk maakt,
- valorisatie door ontwikkeling van nieuwe producten met haalbare businesscases.

Daarnaast ligt er een innovatieopgave op het gebied van het ontwikkelen van de kennis die nodig is voor het vormen van nieuwe ketens en

samenwerkingsverbanden binnen de sector en tussen sectoren.

Tot slot is het voor de terugwinning van mineralen en de toepassing van circulaire grondstoffen van belang dat de toepassing hiervan gaat passen binnen de Europese en

nationale regelgeving.

Een essentieel onderdeel van de innovatieopgave is de circulariteit: hoe kunnen producten worden gemaakt die via een verkorte kringloop weer ingezet kunnen worden en hoe kunnen de verliezen in de kringloop worden beperkt.

De innovatieopgave strekt zich uit van fundamenteel onderzoek tot en met valorisatie.

### D Economische impact korte en langere termijn

De economische impact ligt in het vergroten en verbreden van het productenpakket van de agrifoodsector met als doel uiteindelijk verhoging van de toegevoegde waarde van de sector. Daarnaast integrale verduurzaming van het productenpalet van de agrifoodsector (verlaging footprints). Tot slot: economisch rendabel hergebruik van mineralen uit dierlijke en plantaardige reststromen.

### E Maatschappelijke relevantie

De maatschappelijke relevantie ligt in z'n algemeenheid bij het verlagen van footprints, bijdrage aan het klimaat, en het bijdragen aan verbreden van de grondstofopties van verschillende sectoren (leveringszekerheid). Dit komt tot stand door het sluiten en verkorten van kringlopen, hergebruik van rest- en zijstromen, inclusief mest, minder transportbewegingen, minder afhankelijkheid van eiwitimport en ruwe olie en het versterken van de regionale economie, en aansluiting met andere sectoren. Ten aanzien van mineralen zijn het vinden van oplossingen voor de uitputting van de fosfaatvoorraad en de energie-intensieve productie van stikstofkunstmest van belang.

### F Wetenschappelijke waarde

- Ontwikkelen raffinagetechnologie en nieuwe, aangepaste groene grondstoffen en zij- en

reststromen.

- Ontwikkelen nieuwe omzettingstechnologiën geïntegreerd met bioraffinage technologie voor toepassing van groene grondstoffen, en zij- en reststromen.
- Ontwikkelingen van technologie voor de toepassing van groene grondstoffen in een scala aan eindproducten (chemicaliën, materialen en energiedragers).
- Inzicht in duurzaamheid van biobased economy. Circulaire economie
- Nieuwe kennis en nieuwe technologie voor veredeling van nieuwe gewassen voor nieuwe markten.
- Inzicht in en toepassen van soft skills die nodig zijn voor een succesvolle valorisatie.
- Maatschappelijke acceptatie en juridische inbedding van het gebruik van groene grondstoffen, zij- en reststromen en mineralen uit dierlijke en plantaardige reststromen.
- Inzicht in duurzaamheid, footprint, LCA van nieuwe ketens en toepassingen
- Inzicht in aspecten die een rol spelen bij maatschappelijke acceptatie: waarom ondervindt iets weerstand? Welke sociologische waarden spelen een rol? Welke economische scenario's zijn er?

## G Lopende PPS-en

De volgende PPS-en lopen momenteel binnen het thema, inclusief de EU-cofinancieringsprojecten die onder het thema vallen.

Subthema	Titel	Type/instituut	Eindjaar/2 <sup>e</sup> subthema
<b>Grondstoffen</b>			
	Harness bacterial platform for terpene production	PPS, WPR	2019 / V
	Macrofuels	EU cofi, FBR	2019 / V
	Meerwaarde mest en mineralen	TKIBBE, WenR	2020 / B
	Microbial fatty acid	PPS, FBR	2020 / V
<b>Bioraffinage</b>			
	Gebruik je Brijn	PPS, FBR	2018
	Isolatie hoogwaardige componenten uit kippenmest	TKIBBE, FBR	2018 / V
	Cocoashell biorefinery	PPS, FBR	2018 / V
	MAB	EU cofi, FBR	2018 / V
	Pulp2Value	PPS, FBR	2018 / V
	Macrocascade	EU cofi, FBR	2020 / G
	Zelcor	EU cofi, FBR	2020 / V
<b>Valorisatie</b>			
	Soluble biobased support structures for digital printing	PPS, FBR	2018
	HIPUDA	PPS, FBR	2018
	Novel starch based adhesives	PPS, FBR	2018
	Cosmos	EU cofi, FBR	2018 / G
	Extractie en valorisatie van microcellulose uit bietenpulp	PPS, FBR	2018 / B
	Environmentally benign process starch derivatisation	TKIBBE, FBR	2019
	Duurzame verpakkingsmaterialen uit agrozijstroom	PPS, FBR	2019 / B
	Biobased sprayable cover material for horticulture	PPS, FBR, WPR	2019
	ReSolve	EU cofi, FBR	2019
<b>Duurzaamheid</b>			
	Circular Impacts	EU cofi, WEnR	2018
	AGROinLOG	EU cofi, FBR	2019
	STAR4BBI	EU cofi, FBR	2020

2<sup>e</sup> subthema: G = grondstoffen, B = bioraffinage, V = valorisatie, D = duurzaamheid

## H Voorbeelden van activiteiten binnen het thema

Subthema	Fundamenteel onderzoek	PPS-en	Valorisatie activiteiten
Duurzaamheid			
Maatschappelijke duurzaamheid	Aansluiten bij programmering Maatschappelijk Verantwoord Innoveren van NWO inclusief aandragen casuïstiek	Aansluiten bij programmalijn Maatschappelijk Verantwoord Innoveren van de topsector Energie Op termijn via TKI BBE Identificatie, op macro-economisch niveau van de invloedsfactoren en wat de effecten daarvan zijn in de gehele keten. Invloed van keteninrichting op duurzaamheid op macroniveau	Kwaliteitsborging van grondstofstromen en eindproducten
Klimaat en milieu	Ontwikkeling van (ex ante) duurzaamheidsanalyses biobased valorisatieroutes. Welke systemen zijn denkbaar waarbij we met zo weinig mogelijk grondstoffen de behoeftes van de NL, EU, Wereld bevolking kunnen bedienen?	Relatie technologie – verbetering LCA footprints. Meewegen duurzaamheidsaspecten en circulariteit/kringlopen bij technologie ontwikkelingstrajecten. Integratie ex-ante evaluatie met technologieontwikkeling	Normalisatie en certificering.
Economische duurzaamheid	Bestuurlijke processen in de waardeketens	Haalbare businesscases en verdienmodellen over de hele keten. Onderzoek naar waardecreatie en mogelijke marktprikkels om ketenstructuren te wijzigen Aansluiting bij eindproductmarkten en consument voor versterking ontwikkelingen Ontwikkeling efficiënte logistieke concepten Maatschappelijke acceptatie en juridische inbedding van biobased producten en van hoogwaardige producten uit mest en andere reststromen zoals slib	Businesscases uitwerken Nieuwe biobased eindproducten (bijvoorbeeld verpakkingen) voor de Agri&food sector Implementatie logistieke concepten.

Subthema	Fundamenteel onderzoek	PPS-en	Valorisatie activiteiten
Grondstoffen			
<p>Nieuwe en aangepaste grondstoffen, zij- en reststromen, en mest.</p>	<p>Veredeling en genomics voor aangepaste of nieuwe groene grondstoffen. Onderzoeken van metabolisme van inhoudsstoffen en identificatie van kansen op aangepaste grondstoffen. Ontrafelen van mechanismes hoe gewassen kunnen worden aangepast zodat ze verhoogde concentraties inhoudsstoffen maken en verdragen Genomica en voeding van dieren gerelateerd aan de inhoudsstoffen van mest</p>	<p>Ontwerp en ontwikkeling gewassen voor bioraffinage  Ontwerp en innovatie ten aanzien van primaire scheiding (faeces en urine) en mogelijke verwaarding daarvan in de keten  Ontwerp en ontwikkeling van nieuwe routes voor toepassing van mest en terugwinning van mineralen uit plantaardige en dierlijke reststromen. Toetsen organische stofbalans en mineralenbalans in biobased teelten en bedrijfsplannen.  Ontwerp en ontwikkeling van gewassen met interessante inhoudsstoffen met goede marktpotentie.  Ontwikkeling van nieuwe producten/ verwaarden van producten uit zij- en reststromen op bestaande en nieuwe markten  Aansluiting bij bioraffinage en toepassings-ontwikkelingsactiviteiten.  GMO voor chemische building blocks.  micro)biologische omzetting van CO<sub>2</sub> en CH<sub>4</sub> in hoogwaardige componenten</p>	<p>Demo's en pilots waarin circulariteit aantoonbaar centraal staat.  Ontwikkelen teelt, raffinage en toepassing in ketenbrede consortia, inclusief de afnemende industrie.</p>

Subthema	Fundamenteel onderzoek	PPS-en	Valorisatie activiteiten
Bioraffinage en omzettingstechnologieën			
Bioraffinage-concepten op verschillende schaal	<p>Procesefficiency, concepten voor integratie met bestaande infrastructuur en utilities. Ontwikkeling van nieuwe selectieve scheidingstechnologieën gekoppeld aan biomassa fysiologie en structuur. Vaststellen relatie lokale verwerking en terugvoeren reststromen en organische stofbalans bodem.</p> <p>Ontwerpen kringloopconcepten binnen de sector en tussen sectoren.</p> <p>Concepten voor betrouwbare biomassa-bewaarmethoden.</p> <p>Concepten voor microbiële systemen die aantal planten celwand componenten hydrolyseren tijdens (maandenlange) opslag en waardoor de waardevolle componenten van de celinhoud van verschillende planten intact ontsloten wordt.</p>	<p>Ontwikkelen en ontwerpen totaalconcept op basis van grondstofmogelijkheden, technologische concepten, en eisen vanuit eindtoepassing.</p> <p>Efficiënte voorbehandeling integreren met ontsluiting en raffinage.</p> <p>Ontwikkelen energie- en resource efficiënte technologieën voor ontsluiting lignocellulose</p> <p>Ontwerpen lokale valorisatieroutes</p> <p>Procestecnologische afstemming unit operations op right-sized schaal.</p> <p>Aanpassing primaire verwerkingsprocessen.</p> <p>Integreren van raffinage- en zuiveringstechnologie in valorisatieconcepten, van grondstoffen en mest, oa hergebruik proceswater, katalysatoren, chemicaliën, enzymen en mineralen.</p> <p>Ontwikkeling droge fractioneringsconcepten.</p>	<p>Techno-economische analyse van totaalconcept. Demo en pilot-faciliteiten.</p> <p>Bouwen van ketenbrede industriële consortia, via programmatische aanpak. Inpassing binnen en uitbouw vanuit bestaande agri-food en papierindustrie.</p> <p>Verwezenlijking aansluiting met andere sectoren.</p> <p>Demofaciliteiten vanuit bestaande industrie</p> <p>Valorisatie relatief natte biomassastromen, zoals gras, loof, mest etc</p> <p>Techno-economische analyse van totaalconcept.</p>

Subthema	Fundamenteel onderzoek	PPS-en	Valorisatie activiteiten
Valorisatie en (eind)producten			
Lignocellulose als grondstof	Lignocellulose-complexen, chemie en fysica ontrafelen. Opbouwen van inzicht in en ontwikkeling van basis concepten (chemisch/biochemisch) voor ontsluiting en omzetting van alle componenten uit lignocellulose Nieuwe efficiënte processen en katalysatoren (chemisch/biologisch).	Efficiënte voorbehandeling integreren met ontsluiting en raffinage. Ontwikkelen energie- en resource efficiënte technologieën voor ontsluiting lignocellulose Aansluiting met volgende omzettingstappen en tussenproducten verwezenlijken Valorisatie lignine	Aansluiting op activiteiten TKI Biobased Economy. Toepassing nieuwe cellulose/vezels in bestaande materialen (eg. papier, composieten, reologie modifiers). Geïntegreerde bioraffinageconcepten pilot en demo.
Valorisatie van biomassa-componenten	Structuuranalyse. Structuur-eigenschappen- relaties. Concepten voor aminozuren als basis voor bulkchemicals, . Ontwikkeling micro-organismes, enzymen en katalysatoren voor biotechnologische en katalytisch-chemische conversie (bijv C5 en C6 suikers). Analyse inhoudsstoffen en complexen van componenten (chemische bouwstenen, biociden, kleurstoffen, farmaceutica, etc.). Aansluiting bij CCC	Isolatie, fractionering en functionalisering biomassa componenten uit gewassen, zij- en reststromen inclusief mest. Milde ontsluitingstechnologie. Afstemmen source en proces op toepassing (voeding, veevoer en technische toepassingen). Ontwikkeling building blocks voor hoogwaardige toepassing (chemicaliën, materialen, energiedragers). Ontwikkeling geavanceerde 'tunable' selectieve selectieve en energiezuinigescheidingstechnologieën, afh. van grondstof en productwensen. Extractie van bio-actieve inhoudsstoffen	Markttoepassingen voor innovatieve producten uit biomassa Pilot en demo productie Inbedding in geïntegreerde ketens, onderzoek naar mogelijkheden cascadering, inclusief de feedstock

## **I Ambities internationaal (EU, samenwerking internationaal)**

Een belangrijk deel van de activiteiten binnen het thema wordt ingevuld door EU cofinancieringsprojecten, met name op het thema integrale duurzaamheid.

## **J Betrokkenheid bedrijfsleven/MKB**

Taken en bijdrage bedrijfsleven

- Vormen van consortia van bedrijven die actief deelnemen in de ontwikkelprojecten.
- Aandragen specifieke problematiek die opgelost dient te worden voor realisatie van de valorisatieroutes
- (Co-)innoveren op en realiseren en testen van pilotinstallaties.
- Bouwen van nieuwe ketens van bedrijven zodat het proces van grondstof naar eindproduct goed wordt geborgd.
- Bijdragen aan de communicatie en uitrol.
- Investeren
- Ontwikkelen en doorrekenen van businesscases

## **K Relaties met andere kernthema's en uitvoeringslijnen A&F**

Relaties liggen er met het kernthema Klimaatneutraal op het gebied van bodem en nutriënten, het beter benutten van zijstromen en nieuwe groene grondstoffen voor food- en feedcomponenten door bioraffinage, en het sluiten van de kringloop voor niet-fossiele koolstof, stikstof en fosfaat. Daarnaast is er een cross-over met het kernthema Consument & Maatschappij voor het concretiseren van een mogelijk marktverhaal om ketenvorming te ondersteunen en de innovatieve ontwikkelingen mede richting te geven. Met de uitvoeringslijn Maatschappelijke waardering moet gekeken worden naar het genereren van impact in de maatschappij. Met de uitvoeringslijn Internationaal komt de import van biomassa aan de orde. Met de uitvoeringslijnen Human Capital en MKB wordt (via TKI-BBE) gewerkt aan opleidingstrajecten op WO en HBO voor voldoende mensen om de klus te klaren; dit ook samen met de topsector Chemie via het pakket Go-Chem (aansluiting MKB en HBO). Verder liggen er relaties met kernthema Slimme technologie, HT2FtW. B.v. data/meten van geschiktheid/versheid van producten/grondstoffen in verwerkingsprocessen tot circulaire producten. Of meten van behoefte aan producten en dat terugkoppelen naar "onze" technologieën. Ook inzet van sensoren om samenstelling producten te monitoren. Meettechnieken bij slimme logistiek etc Online meten samenstelling grondstof, mest, zij- en reststromen

## **L Samenwerking/crossovers met andere topsectoren**

Topsector Agri & Food heeft met de topsectoren Energie en Chemie een cross-sectorale agenda en onderzoeksprogramma dat door TKI Biobased Economy wordt uitgevoerd. Daarnaast is er een crossover met de Topsector Water (Leven met zout).

Uit de KIA:

De Topsector Agri & Food wil de komende jaren specifiek inzetten op:

- Mestverwaarding: NL Next Levelinitiatief en NWO-programma met Carbohydrate Competence Centre (CCC);
- Biomassa en voedsel (met Transitieteam Circulaire economie);
- Hoogwaardige valorisatieoptie van biomassa en reststromen (met Transitieteam kunststoffen);
- Verduurzaming grondstoffen / Grondstoffenakkoord;
- Ontwikkeling van nieuwe meer circulaire ketens door geïntegreerde bioraffinage