

## **B6 E12B Productie en gebruik van biomassa**

### **Samenvatting**

**Doel:** Deze MMIP draagt bij aan de missie 'In 2050 is het systeem van landbouw en natuur klimaatneutraal'. Bij een stijgende vraag naar voedsel en biomassa voor (bouw)materialen en energie zijn de innovatiesopgaven voor vermindering van de CO<sub>2</sub>-uitstoot en vastlegging in de Nederlandse agri-horti-food sector en landgebruik in breder perspectief uitermate groot. Dit MMIP schetst de kennis- en innovatieopgaven die gekoppeld zijn aan het inrichten van land en water ten behoeve van het verhogen van de CO<sub>2</sub>-vastlegging via bodem en via optimale productie en gebruik van biogrondstoffen.

**Deelprogramma's:** Dit MMIP is in 3 deelthema's ingedeeld welke weer in deelprogramma's zijn opgedeeld:

1. verhoging biomassaproductie met verdubbelde fotosynthese in 2050 en zeewierteelt.
2. vaste biomassa als bouw materiaal
3. Koolstof als grondstof is volledig biobased

### **Inleiding**

De mondiale uitdagingen waar we momenteel voor staan zijn uitermate groot. Zo wordt verwacht dat de voedselvraag mondiaal blijft groeien en moeten we 10 miljard mensen in 2050 voeden. Bij Naast voldoen aan deze groeiende vraag moeten we ook de transitie van een fossiele economie naar een circulaire bioeconomie maken vorm geven en voorkomen ervoor zorgen dat de wereldwijde temperatuurstijging onder de 1,5 / 2 graden blijft. De ondertekenaars van het klimaatverdrag van Parijs hebben uitgesproken dat ze de opwarming van de aarde tot ruim onder de 2 graden Celsius zullen beperken met als ambitie te streven naar maximale opwarming van 1,5 graad Celsius. De Europese Unie heeft harde toezeggingen gedaan om de uitstoot van broeikasgassen in 2030 met minstens 40% te verminderen ten opzichte van 1990. Het kabinet Rutte III legt de lat hoger met ambities voor een reductie van 49% in 2030, en op 80% tot 95% in 2050. De reductie van broeikasgassen is een enorme opgave bij een stijgende vraag naar voedsel en diervoer en naar biomassa als grondstof voor materialen en biobrandstoffen. De oplossing voor deze problemen ligt deels in het verhogen van de biomassaproductie in de landbouw, het efficiënter omgaan met onze grondstoffen, het gebruik van fossiele grondstoffen aanzienlijk verkleinen en rekening houden met de grenzen van onze natuurlijke systemen.

Bij deze stijgende vraag naar voedsel en biomassa voor materialen en energie zijn de innovatiesopgaven voor vermindering van de CO<sub>2</sub>-uitstoot en vastlegging in de Nederlandse agri-food sector en landgebruik in breder perspectief uitermate groot. In de onderzoeks- en innovatieagenda klimaatneutrale voedselproductie is door stakeholders al aangegeven dat door het energie- en klimaatbeleid in Nederland het landschap op weg naar 2050 ingrijpend gaat veranderen en dat in de land- en tuinbouw en landgebruik zal worden ingezet op CO<sub>2</sub>-vastlegging in landbouwbodems, inclusief veenweiden, en houtopstanden. Door de Werkgroep Innovatie Klimaattafel Landbouw & Landgebruik is in de Kennis- en Innovatieagenda Klimaat, Landbouw en Landgebruik is aangegeven dat een belangrijke

bijdrage moet worden geleverd aan de ambities voor landgebruik. Deze is als volgt geformuleerd 'Optimalisatie van productie en gebruik van biomassa, te beoordelen aan de hand van: versterking van biodiversiteit in agrarisch gebied, verbetering bodemkwaliteit en -vitaliteit, optimaal landgebruik inclusief klimaatadaptatie, minimale emissies en minimale verspilling'.

Rekening houdend met het hiervoor geschetste kader van ambities zal dit MMIP de kennis en innovatie opgaven beschrijven die gekoppeld zijn aan het inrichten van land en water als gevolg van een optimale productie en gebruik van biograndstoffen.

### **Wat beoogt het MMIP?**

De belangrijkste doelstellingen waar dit MMIP aan bijdraagt zijn:

1. het bereiken van een sterke reductie van emissies op het niveau van de gehele agrifood keten zowel binnen als buiten Nederland;
2. een optimalisatie van productie en gebruik van biomassa, te beoordelen aan de hand van: versterking van biodiversiteit in agrarisch gebied, verbetering bodemkwaliteit en -vitaliteit, optimaal landgebruik inclusief klimaatadaptatie, minimale emissies en minimale verspilling, inclusief veranderingen die nodig zijn in consumentengedrag.

### **Deelprogramma's en fasering**

Dit MMIP is in 3 deelthema's ingedeeld welke weer in deelprogramma's zijn opgedeeld:

1. verhoging biomassateelt met verdubbelde fotosynthese in 2050 en zeewierteelt
2. vaste biomassa als bouw materiaal
3. Koolstof als grondstof is volledig biobased

Deze deelthema's dragen elk op een andere manier bij aan het realiseren van de verschillende ambities voor 2030 en 2050 zoals die al zijn geformuleerd in strategische documenten als het Klimaatakkoord, de KIA Klimaat, Landbouw en Landgebruik, de Transitie-Agenda Circulaire economie (2018) Biomassa en Voedsel, Transitieagenda Nederland Circulair 2050 (met grondstoffenakkoord) en de TKI Onderzoeks- en Innovatieagenda Klimaatneutrale Voedselproductie.

### **Biomassaproductie – fotosynthese**

Fotosynthese is cruciaal voor het oplossen van de mondiale uitdagingen waar we momenteel voor staan: Hoe voeden we 10 miljard mensen in 2050? Hoe maken we de transitie van een Hoe? De oplossing voor de uitdaging van voorkomen we dat de wereldwijde temperatuurstijging onder de 2 graden blijft, het voeden van 10 miljard mensen in 2050 en de transities van een fossiele economie naar een circulaire bioeconomie, ligt deels in het verhogen van de biomassaproductie in de landbouw. Een instrument hiernaartoe is een verbetering van de fotosynthese. Meer specifiek moet deze verdubbelde fotosynthese leiden naar een verbetering van de benutbaarheid van planten voor food en non-food en de verdeling van assimilaten over oogstbare delen en het wortelstelsel. De huidige efficiëntie waarmee zonlicht wordt omgezet in plantmateriaal (<1 % van de

invalende energie) moet ten minste worden verdubbeld, hetgeen fundamenteel onderzoek vereist. Een gerichte veredeling op benutbaarheid van planten is om twee redenen belangrijk. Ten eerste de nieuwe toepassingen van biomassa en de vermindering van dierlijke producten in het humane dieet, ten tweede zal de inzet van plantaardige materialen als grondstof voor veel producten (chemie en materialen) nodig zijn, met eisen aan bijvoorbeeld de kwaliteit van vezels of het mineraalgehalte. Tenslotte kan een deel van de verbeterde fotosynthese worden gebruikt voor een groter aandeel van het wortelstelsel, waarmee weerbaarheid en de bijdrage aan organische stof in de bodem kunnen worden verhoogd. Tevens zal het verdubbelen van de biomassa-productie in de landbouw wereldwijd kunnen zorgen voor het additioneel vastleggen van een geschatte 5 Gigaton CO<sub>2</sub> per jaar. In het klimaatbehoudige natuur ligt de nadruk op de kennis- en innovatieopgaven voor het vastleggen van CO<sub>2</sub> in natuur, bos, landschap en stedelijk groen via goed beheer en oogst en efficiënt gebruik van biomassa met behoud en verbetering van biodiversiteit. De 2030 en 2050 doelstellingen zijn gericht op meer CO<sub>2</sub>-vastlegging met behoud van biodiversiteit, en grotere biomassa oogst in 2050. Maatregelen in bos- en natuurterreinen moeten bijdragen aan klimaatdoelstellingen. Slim bos- en natuurbeheer is belangrijk voor de biodiversiteit, grondstoffen voor de bio-economie, en waterberging. Dit moet zich richten op mitigatie door de hele keten: Bos-hout-materialen-bio-energie-, en dit combineren met adaptatie aan klimaatverandering. Voorwaarde is uitgaan van de lokale omstandigheden en de maatregelen daarop aanpassen. Daarnaast kan ook via K&I opgaven bijgedragen worden aan terugdringing van de CO<sub>2</sub>-emissie uit gebruik van fossiele brandstoffen in de landbouw via energie opwekking uit biograndstoffen uit natuur en landschap.

Bij het derde deelthema koolstofvastlegging in bodems is één van de bijdrages aan de missiedoelstelling dat de food- en non-foodproductie bijdraagt aan de emissiereductie met 80% - 95% in 2050 en de specifieke doelstellingen voor 2030 en 2050 (zie Tabel 2.1). Daarnaast draagt dit onderwerp bij aan de Bodemstrategie van LNV die als doelstelling heeft dat in 2030 alle Nederlandse bodems duurzaam beheerd worden (t.a.v. organische stof, bodemvruchtbaarheid, weerbaarheid, bodemleven, nutriënten, verdichting, waterbuffering).

### **Kennis- en innovatieopgaven per deelthema en deelprogramma**

Hieronder wordt per deelthema een overzicht gegeven van de al lopend en recent afgesloten kennis en Innovatie projecten en daar op voortbouwend worden vervolgens witte vlekken geïdentificeerd. Deze vlekken vormen de basis voor de nieuwe kennis en innovatie (K&I) opgaven voor de komende 3-5 jaar die nodig zijn in de transitie naar het bereiken van de 2030 en 2050 doelstellingen.

### ***Biomassateelt met verdubbelde fotosynthese in 2050***

Fotosynthese is een zeer complex proces waarbij honderden verschillende genen betrokken zijn. Hierdoor is in de landbouw nooit actief veredeld op verbeterde fotosynthese, simpelweg omdat deze eigenschap genetisch te complex werd bevonden. Door de grote doorbraken die de afgelopen jaren in de plantenwetenschap zijn gemaakt, met name op het gebied van genomica, bioinformatica, digital phenotyping en modeling, is het nu mogelijk geworden het complexe fotosyntheseproces in zijn onderliggende deelprocessen te

bestuderen en de genetische basis van deze deelprocessen te ontrafelen. Ook lopend en afsloten onderzoek benoemd in Table 3.1 heeft hier aan bijgedragen. Dit brengt nu tevens voor het eerst de mogelijkheid binnen handbereik om op verbeterde fotosynthese te veredelen.

Doordat er momenteel al zeer veel fundamentele kennis omtrent het fotosyntheseproses beschikbaar is, zijn de modellen waarmee dit proces gesimuleerd kan worden ook steeds beter en nauwkeuriger geworden. Uit deze modellen blijkt dat de huidige efficiëntie van circa 0.5% waarmee in de landbouw het invallende zonlicht wordt omgezet in biomassa in theorie circa 8 keer hoger zou kunnen zijn, dus circa 4%. Dit zou in theorie tot een evenredig grote verhoging van de biomassaopbrengst per hectare zorgen van eveneens een factor 8.

Lopend of recent afgesloten projecten/programma's verdubbelde fotosynthese

Onderzoeksfase TRL 1-3 (NWO, KNAW, EU, Kennis-basis, strategische middelen etc.)	Ontwikke fase TRL 4-6 (toegepast onderzoek, beleidsondersteunend onderzoek)	Demonstratie fase TRL 7-9	Implementatiefase
<b>Verdubbelde fotosynthese</b>			
BioSolar Cells: <ul style="list-style-type: none"> <li>- System-level integration of the process of photosynthesis in vivo. Application to various C3 plants</li> <li>- Genetic variation in Arabidopsis thaliana of photosynthesis parameters in response to abiotic stress</li> <li>- Mutant analysis for photosynthetic cold-responses in Arabidopsis thaliana</li> <li>- Comparing nonphotochemical quencing in diatoms and plants</li> <li>- Combined physiological and genetic analysis of photosynthetic regulation and plasticity in response to fluctuating environments and abiotic stress</li> <li>- Phenotypic engineering of higher plants: Developing a new paradigm for improving photosynthetic efficiency</li> </ul>			
	BioSolar Cells: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dynamic LED lighting in greenhouse horticulture: controlling and monitoring photosynthesis, morphology and growth</li> <li>- Increase crop photosynthesis by allowing more 'natural' light</li> <li>- Photosynthesis as predictor for crop yield</li> <li>-</li> </ul>		
	BioSolar Cells/ TKI-BBE: Opbrengstverhoging van aardappel door veredeling op fotosynthese en stress		
BioSolar Cells / NWO: Expanding society's toolbox to harvest solar energy: Creating multi-scale computational models to optimize oxygenic photosynthesis			
EU H2020-ITN: <ul style="list-style-type: none"> <li>- CropBooster-P</li> <li>- Probing functional (re)organization in photosynthesis by time-resolved fluorescence spectroscopy</li> </ul>			
BioSolar Cells / TKI-BBE <ul style="list-style-type: none"> <li>- Towards improved crop photosynthesis efficiency: elucidation and validation of genes underlying Arabidopsis photosynthesis QTLs</li> </ul>			

<p>NWO (-ARF/ Grootchalige Wetenschappelijke Infrastructuur):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Squeezing light into nanometric gaps: A live view of protein diffusion in the photosynthetic membrane</li> <li>- Visualizing the native architecture and dynamics of plants' photosynthetic machinery</li> <li>- Exploring the unexplored: Unravelling genetic variation for the cyto-nuclear interaction in Arabidopsis thaliana</li> <li>- Improving and breeding the C4 photosynthesis orphan crop Cleome gynandra</li> <li>- The Netherlands Plant Eco-Phenotyping Centre (NPEC)</li> </ul>	<p>NWO Grootchalige Wetenschappelijke Infrastructuur:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- The Netherlands Plant Eco-Phenotyping Centre (NPEC)</li> </ul>		
<p>Third Parties:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- What makes Hirschfeldia incana a photosynthesis champion amongst higher plants?</li> </ul>	<p>Third Parties:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematic analysis of epistatic interactions in photosynthesis use efficiency in Arabidopsis and Cucumbe</li> </ul>	<p>Third parties:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- The Netherlands Plant Eco-Phenotyping Centre (NPEC)</li> </ul>	

Het theoretische gegeven dat een sterke verhoging van de fotosynthese-efficiëntie mogelijk is wordt ondersteund door recente doorbraken in het fotosyntheseonderzoek waarbij Amerikaanse groepen hebben aangetoond dat het verbeteren van bepaalde deelprocessen van de fotosynthese via genetische modificatie (GMO) leidt tot spectaculaire verhoging van de biomassa-productie onder veldcondities van meer dan 40%. In principe kunnen de verschillende verbeterde deelprocessen in één enkele plant worden gecombineerd waardoor momenteel al de beoogde opbrengstverhoging van 100% in het vizier komt, zij het dat dit momenteel nog alleen via genetische modificatie zou kunnen.

Voor toepassing in het bedrijfsleven in de Nederlandse en Europese context is het gebruik van genetische modificatie echter geen optie waardoor het nodig is om alternatieve methoden te ontwikkelen die zijn gebaseerd op natuurlijke variatie en biodiversiteit (zie hiervoor de K&I opgaven in Tabel 3.2). In deze aanpak worden superieure genen voor deelprocessen van de fotosynthese bestudeerd in planten die een van nature extreme hoge fotosyntheseactiviteit vertonen. Vervolgens wordt gezocht naar soortgelijke genen in wilde verwanten en populaties van cultuurgewassen om genetische diversiteit in kaart te brengen waarna vervolgens de beste allelen via moderne verdelingstechnieken in de huidige elite gewassen worden geïntroduceerd.

Nieuwe Kennis en Innovatieopgaven i.r.t. verdubbelde fotosynthese

Onderzoeksfase TRL 1-3 (NWO, KNAW, EU, Kennis-basis, strategische middelen etc.)	Ontwikkelfase TRL 4-6 (toegepast onderzoek, beleidsondersteunend onderzoek)	Demonstratiefase TRL 7-9 (MIT, POP, fieldlabs, etc.)	Implementatiefase (subsidies, investeringen, regelgeving, kennisverspreiding, netwerken, campagnes etc.)
Deelprogramma 1: Verdubbelde fotosynthese			
- Fundamenteel begrip verder ontwikkelen van fotosynthese. Het ontrafelen van de genetische basis van biochemische en biofysische processen, en van plantenarchitectuur die een rol	- Selectie van planten in verschillende biotopen die een van nature extreme hoge fotosyntheseactiviteit vertonen.	- Evaluatie in kassen van prestaties van verbeterde gewassen met een hogere efficiëntie van fotosynthese, water en voedingsstoffengebruik	-Ontwikkeling van nieuwe rassen op basis van het verkregen pre-breeding materiaal. -Evaluatie van deze nieuwe gewassen in verschillende

<p>spelen in de verhoging van de fotosynthese.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verder inzicht krijgen in verdeling assimilaten over oogstbare delen en wortelstelsel en sturing daarop e.g. "carbon partitioning" transport, en source-sink relationship. De carbon partitioning op cellulair niveau, op de verdeling van de koolstof over verschillende organen in de plant en op het proces van wortelontwikkeling en vastleggen van koolstof in de bodem via de wortel.</li> <li>- Begrijpen hoe planten koolstof verdelen in de verschillende plantaardige componenten (lipiden, eiwitkoolhydraten) en hoe dit proces op maat kan worden gemaakt</li> <li>- Basiskennis ontwikkelen over de mechanismen waarmee planten efficiënt water en voedingsstoffen gebruiken</li> <li>- Fundamentele kennis over het verbeteren van de efficiëntie van fotosynthese en het elimineren van knelpunten onder suboptimale omstandigheden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificatie en analyse van de genen die verantwoordelijk zijn voor deze hoge fotosyntheseactiviteit.</li> <li>- Opsporen van analoge genen die deelprocessen van fotosynthese aansturen in wilde verwanten en populaties van cultuurgewassen.</li> <li>- In kaart brengen van de genetische diversiteit van de betreffende genen in wilde verwanten en populaties van cultuurgewassen.</li> <li>- Introduceren van de beste allelen voor verbeterde fotosynthese via moderne verdelingstechnieken in modern veredelingsmateriaal (pre-breedings) van de cultuurgewassen.</li> <li>- Introduceren van de beste allelen voor verbeterde assimilatie van voedingsstoffen en water via moderne verdelingstechnieken in modern veredelingsmateriaal (pre-breedings) van de cultuurgewassen.</li> <li>- Optimalisatie van "carbon partitioning" per gewas door introductie van gewas-specifieke, optimale allelen</li> <li>- Pre-breedings materiaal met een hogere fotosynthese-efficiëntie, hogere efficiëntie in het opnemen van water en voedingsstoffen, en een gewas-specifieke extra opslag van koolstof in geselecteerde plantenorganen.</li> </ul>	<p>onder optimale en suboptimale condities.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluatie in kassen van "carbon partitioning" van de verbeterde gewassen onder optimale en suboptimale condities.</li> <li>- Evaluatie in het veld van prestaties van verbeterde gewassen met een hogere efficiëntie van fotosynthese, water en voedingsstoffengebruik in verschillende productiesystemen.</li> <li>- Evaluatie in het veld "carbon partitioning" van de verbeterde gewassen in verschillende productiesystemen.</li> </ul>	<p>productiesystemen onder diverse klimatologische omstandigheden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- In samenwerking met de agrarische sector integratie en evaluatie van deze verbeterde gewassen in gewasrotaties.</li> </ul>
---	--	--	--

Uit de tabel blijkt dat al fundamenteel en ook toegepast nationaal en internationaal onderzoek loopt. Echter, het blijkt ook dat er nog veel additionele Kennis en Innovatieopgaven liggen om het inzicht verder te ontrafelen in de genetische basis van de processen en van de plantenarchitectuur.

Uiteraard is het essentieel dat de extra gebonden koolstof in het fotosyntheseproces op de juiste plaats in de plant terechtkomt, afhankelijk van het gewas dat wordt geteeld en het specifieke gebruik van het gewas. Voor voedselgewassen kan je stellen dat de meeste koolstof terecht moet komen in de organen die daadwerkelijk als voedsel dienen, zoals in vruchten, zaden en knollen.

In het geval van gewassen die specifiek voor grondstoffen voor de industrie worden geteeld kan het noodzakelijk zijn de extra koolstof bijvoorbeeld op te slaan in vezels, in suikers of in oliehoudende zaden. Maar voor zowel voedselgewassen en industriële gewassen kan het ook nodig zijn een deel van de extra koolstof naar het wortelstelsel te leiden om daar voor

extra opname van water en voedingsstoffen te zorgen. Daarnaast zal het opslaan van extra koolstof in de wortels kunnen bijdragen tot het vastleggen van CO<sub>2</sub> uit de atmosfeer in de bodem.

Het benodigde onderzoek naar “carbon partitioning” transport, en source-sink relationship zal een essentieel deel uitmaken van het onderzoek in dit deelprogramma naar verbeterde fotosynthese.

Alhoewel al het beschreven onderzoek in principe fundamenteel van aard is (TRL 1 – 3) zal er in nauwe samenwerking met het bedrijfsleven zo snel mogelijk worden begonnen met het toepasbaar maken van de deel-resultaten door middel van het tijdig opstarten van strategisch/toegepast onderzoek op hogere TRL-niveaus.

## **Biomassaproductie – zeewier**

### **Samenvatting**

**Doel:** Inzet van dit MMIP is het schetsen van het innovatietraject dat nodig is voor een ontwikkeling van blauwe ruimte voor grootschalige, rendabele en duurzame zeewierproductie en natuur, rekening houdend met de doorvaarbaarheid van windmolenparken in de Noordzee.

Deelprogramma's:

1. Technische haalbaarheid: ontwikkeling van offshore hardware
2. Ruimtelijke inpassing in de Noordzee
3. Ecologische haalbaarheid en ontwikkeling ecosysteemdiensten
4. Ontwikkeling van duurzame en grootschalige productiewijzen
5. Fysiologie en veredeling van Noordzeesoorten
6. Verwerking van geogoste biomassa en ontwikkeling van fractioneringstechnieken
7. Economische haalbaarheid: ontwikkeling van afzet en business cases
8. Bestuurlijke aspecten, wet- & regelgeving

### **Prioriteiten**

Prioriteit heeft de ontwikkeling van een nationaal innovatieprogramma Zeewierproductie in de Noordzee dat bestaat uit de volgende onderdelen:

- Grootschalige pilots/demovelden (van tientallen hectares) op de Noordzee waar pionierende zeewierondernemers, natuurorganisaties en onderzoekers gezamenlijk implementatievraagstukken onderzoeken en oplossen. Capaciteit in havens waar gewerkt wordt aan logistieke vraagstukken en verwerking van het geogoste materiaal maakt hier deel van uit.
- In deze demovelden is ruimte voor gecombineerde productie van zeewier en schelpdieren. Bij schelpdieren gaat het enerzijds om de ontwikkeling van natuur en ecosysteemdiensten (aanleg platte oesterbanken), anderzijds om de ontwikkeling van commerciële productie (mosselkweek).

- Pionierende zeewierondernemers hebben leningen nodig voor (voor)investeringen. Banken verlangen daarbij lange termijn contracten met afnemers. Markontwikkeling is daarom een belangrijk onderdeel van het innovatieprogramma.
- Stimuleringsinstrumenten, vergelijkbaar met de eerste subsidies voor windmolens en zonnepanelen (onrendabele top), zijn nodig voor het overbruggen van de risicovolle implementatiefase van de productievelden.
- Er is nieuwe en aanpassing van bestaande wetgeving nodig t.a.v. het verlenen van vergunningen, medegebruik binnen windparken, technische eisen, bescherming van het ecosysteem, certificering, voorwaarden voor milieu- en voedselkwaliteit etc.
- Kennisdeling, communicatie en opleiding is nodig als basis voor de ontwikkeling van een sterke sector en voor draagvlak binnen de maatschappij.
- Onderzoeksprioriteiten liggen bij de volgende onderwerpen:
  - Ontwikkeling van grootschalige installaties die bestand zijn tegen de condities op de Noordzee en kostenefficiënt kunnen worden neergelegd, ontwikkeling van gemechaniseerde oogst en ent-methodes (door o.a. Marin, TNO, NIOZ, technische universiteiten i.s.m. Nederlandse offshore industrie)
  - Ontwikkeling van efficiënte monitoringstechnieken op het gebied van ecologische interacties en nutriëntenbeschikbaarheid om ecologische effecten van grootschalige zeewierproductie op de Noordzee in kaart te brengen en te bewaken (door o.a. NIOZ, Deltares, WR, TNO, universiteiten i.s.m. zeewierondernemers)
  - Ontwikkeling van (nieuwe) afzetkanalen en verwerkingstechnologieën van geoogste biomassa (door o.a. WR, TNO, universiteiten i.s.m. onder andere chemische, voedings-, diervoeder-, gewasbeschermingsindustrie)
  - Fysiologie en genetica van Noordzeesoorten t.b.v. veredeling en karakterisering uitgangsmateriaal (door o.a. WR, NIOZ, universiteiten i.s.m. zeewierondernemers)

## **Inleiding**

Zeewier speelt een belangrijke rol in de mondiale koolstofcyclus. Zo'n 6% van de netto primaire productie wordt geproduceerd door zeewier. In West-Europa is er steeds meer belangstelling voor productie van zeewier als bron voor voedsel en bio-grondstof. Er is geen landbouwgrond nodig en veel soorten groeien in zout of brak water. Kostbare voedingsstoffen zoals fosfaten die via de rivieren in zee geloosd worden, kunnen via zeewier weer opgevangen worden. In Aziatische landen wordt zeewier al op grote schaal geoogst maar niet op basis van een duurzame productiewijze. De technologie die hiervoor nodig is, toegespitst op de situatie in de Noordzee, moet nog grotendeels ontwikkeld worden. De komende decennia zal op 25% van het Noordzee-oppervlak windmolenparken geplaatst worden. Medegebruik van windenergie met aangepaste vormen van visserij en productie van zeewier is één van de doelstellingen van de KIA Landbouw Water Voedsel.

## **Wat beoogt het MMIP?**

Doelstelling van dit MMIP is bij te dragen aan een grootschalige, rendabele en duurzame zeewierproductie op de Noordzee vanaf 2030 in combinatie met schelpdierproductie en natuurontwikkeling. In het MMIP Duurzame en veilige Noordzee wordt een systeembenadering geschetst voor een duurzaam medegebruik binnen de ecologische en ruimtelijke kaders van het systeem. Het MMIP Zeewierproductie in de Noordzee is een voorbeeld van dit duurzaam medegebruik.



Het MMIP bestaat uit een innovatietraject met 8 deelprogramma's. Elk deelprogramma heeft een eigen innovatieopgave. De verbinding tussen de deelprogramma's is essentieel; resultaten behaald binnen het ene deelprogramma zijn bepalend voor keuzes in een ander deelprogramma.

Het MMIP omvat de ontwikkeling van kennis, concepten, ondersteunende technologie en maximale implementatie in de praktijk voor:

- De technische haalbaarheid en ontwikkeling van offshore hardware;
- De ruimtelijke inpassing in de Noordzee al dan niet in combinatie met windmolenparken;
- De ecologische haalbaarheid en mogelijke ecosystemendiensten;
- De fysiologie en veredeling van Noordzeesoorten;
- De ontwikkeling van duurzame productiewijzen o.a. gericht op beheersing van ziekten en plagen en het circulair maken van zeewierproductie;
- De verwerking van geogoste biomassa, opslag- en transport technieken en de ontwikkeling van fractioneringstechnieken gericht op het winnen van economisch interessante componenten;
- De ontwikkeling van afzetmarkten, consumentenacceptatie en integrale business cases;
- Wet- en regelgeving op het gebied van zeewierproductie, en verwerking en toepassingen van geogoste biomassa.

### Lopend onderzoek (niet uitputtend)

Deelprogramma	Onderzoeksfase	Ontwikkelfase	Demonstratiefase	Implementatiefase
1. Technische haalbaarheid: ontwikkeling van offshore hardware	Blue Growth (lopend Marin) H2020 Genialg (lopend o.a. WR)	Blue Growth Marin (lopend Marin) H2020 Genialg (lopend o.a. WR)		
2. Ruimtelijke inpassing op de Noordzee	BE-programma Seaconomy (afgesloten)	BE-programma Seaconomy (afgesloten)		
3. Ecologische haalbaarheid	WR-Projecten binnen Beleidsondersteunend Onderzoek en Kennisbasis AF-16202 Proseaweed (lopend WR)	WR-Projecten binnen Beleidsondersteunend Onderzoek en Kennisbasis AF-16202 Proseaweed (lopend WR)		
4. Ontwikkeling van duurzame en grootschalige productiewijzen	H2020 Genialg (lopend o.a. WR) H2020 Impaqt (lopend o.a. Deltares) H2020 Macrofuels (lopend o.a. WR en TNO-ECN)	H2020 Genialg (lopend o.a. WR) H2020 Impaqt (lopend o.a. Deltares) H2020 Macrofuels (lopend o.a. WR en TNO-ECN)	H2020 Genialg (lopend o.a. WR) H2020 Impaqt (lopend o.a. Deltares) H2020 Macrofuels (lopend o.a. WR en TNO-ECN) AgeaDemo (lopend, o.a. TNO-ECN) BE-project Value@sea (lopend)	
5. Fysiologie en genetica van Noordzeesoorten	H2020 Genialg (lopend o.a. WR) AF-16202 Proseaweed (lopend WR)	H2020 Genialg (lopend o.a. WR) AF-16202 Proseaweed (lopend WR)	H2020 Genialg (lopend o.a. WR)	
6. Verwerking van geogoste biomassa en ontwikkeling van fractioneringstechnieken	BE-programma Seaconomy (afgesloten) H2020-Macrocascade en H2020 Macrofuels (lopend o.a. WR en TNO-ECN)	BE-programma Seaconomy (afgesloten) H2020-Macrocascade en H2020 Macrofuels (lopend o.a. WR en TNO-ECN)	BE-programma Seaconomy (afgesloten) H2020-Macrocascade en H2020 Macrofuels (lopend o.a. WR en TNO-ECN)	

7. Economische haalbaarheid: ontwikkeling van afzet en business cases	BE-programma Seaconomy (afgesloten) H2020 Genialg (lopend o.a. WR) Interreg Bio4Save (lopend) AF-16202 Proseaweed (lopend WR) Interreg-Valgorize (lopend o.a. NIOZ) Zeevivo (lopend o.a. NIOZ, WUR en VHL)	BE-programma Seaconomy (afgesloten) H2020 Genialg (lopend o.a. WR) Interreg Bio4Save (lopend) AF-16202 Proseaweed (lopend WR) Interreg-Valgorize (lopend o.a. NIOZ) Zeevivo (lopend o.a. NIOZ, WUR en VHL)		
8. Bestuurlijke aspecten, wet- & regelgeving	BE-programma Seaconomy (afgesloten) SOMOS (afgesloten, o.a. TNO, WUR)	BE-programma Seaconomy (afgesloten) SOMOS (afgesloten, o.a. TNO, WUR)		

Het lopend onderzoek kenmerkt zich door een zekere mate van versnippering terwijl de kracht van het beoogde nationale innovatieprogramma Zeewierproductie in de Noordzee een samenwerking is van kennisinstellingen en ondernemers binnen grootschalig demovelden op de Noordzee, van waar uit deelvraagstukken kunnen worden opgepakt.

### Innovatietraject nationaal programma Zeewierproductie in de Noordzee

Deelprogramma	Onderzoeksfase	Ontwikkelfase	Demonstratiefase	Implementatiefase
1. Technische haalbaarheid: ontwikkeling van offshore hardware				
Eenvoudige, grootschalige, robuuste productiesystemen bestand tegen golfslag en stormcondities op de Noordzee Verankeringsconstructie die veilig kan worden toegepast binnen windmolenparken Inzicht in trekkrachten van verschillende soorten zeewier op de constructie Zeewiersystemen die qua omvang en ontwerp acceptabele effecten hebben op lokale nutriëntenconcentratie, biodiversiteit, zeestroming etc Gemechaniseerde ent- en oogstmethodes	Ontwerp en ontwikkeling van productie-installaties die zeewiersoorten beschermen tegen golfbelasting Ontwikkeling van integraal, natuurversterkend verankeringsconcept dat uitgerold kan worden binnen nieuw te bouwen windparken Ontwerp zeewiersystemen o.b.v. uitkomsten onderzoek in deelprogramma 3 en 4 Ontwikkeling van numerieke modellen gebaseerd op realistische data Ontwikkeling van gemechaniseerde ent- en oogstmethodes	Testen van ontwikkelde installaties in demovelden in de Noordzee Monitoring en verfijnen van constructie o.b.v. uitkomsten deelprogramma's	Installatie en testen grootschalige demovelden in combinatie met schelp- en schaaldierproductie (en later) viskweek (100-500 ha) Offshore incubator waarbij ondernemers, kennisinstellingen en overheid verdere multi-use innovaties kunnen onderzoeken	Certificering van productiesysteemonderdelen bij oplevering zodat ondernemers zeker zijn dat zij robuuste boerderijen kopen.
2. Ruimtelijke inpassing op de Noordzee				
Identificeren van optimale locaties vanuit integraal perspectief (beschikbaarheid nutriënten, stroming, golfslag, afstand tot de kust, fytoplanktonconcentratie ivm combinatie schelpdierkweek) Bij medegebruik binnen windmolenparken: waarborgen van veiligheid voor medegebruikers	Metingen in de Noordzee Modelstudies o.a. op basis van uitkomsten onderzoek deelprogramma 3 Onderzoek naar technische en veiligheidsmaatregelen die nodig zijn voor medegebruik binnen windmolenparken o.a. op basis van uitkomsten deelprogramma 1	Monitoring binnen demovelden, valideren van modelstudies	Monitoring binnen demovelden, valideren van modelstudies	Uitkomsten onderzoek meenemen in programma van eisen voor nieuwe windmolenparken (kavelbesluiten)
3. Ecologische haalbaarheid en ontwikkeling ecosysteemdiensten				
Zeewierproductievelden met een locatieafhankelijke omvang zonder negatieve ecologische gevolgen voor nutriënten-beschikbaarheid, biodiversiteit,	Ontwikkeling van technologieën voor real time monitoring van diverse ecologische parameters	Opzetten en uitvoeren van monitoringsprogramma binnen demo- en productievelden	Opzetten en uitvoeren van monitoringsprogramma binnen demo- en productievelden	Uitkomsten onderzoek gebruiken voor aanpassing ontwerp offshore hardware, ruimtelijke inpassing en ontwikkeling duurzame

<p>schaduwwerking, visstand, bodem, verspreiding exoten. Inzicht in ecologische effecten van zeewierproductie, visproductie, en scheldierproductie. Zeewierproductie in combinatie met natuurontwikkeling. Maximaliseren positieve ecologische effecten Zeewierproductie in combinatie met ecosysteemdiensten (CO2 vastlegging en kraamkamerfuncties voor zeedieren)</p>	<p>Empirische metingen binnen demo-velden. Ontwikkeling van model- en scenariostudies Value Chain analysis: welke rol speelt grootschalige zeewierproductie bij klimaatadaptatie en vastlegging van CO2?</p>	<p>Testen van scenario's. Valideren van modelstudies Vaststellen van ecologische effecten van productie systemen gecombineerd met precisiebemesting, schelpdierproductie en visproductie, Ontwikkeling van systeem voor verwaarding van ecosysteemdiensten i.s.m. NGO's en overheid</p>	<p>Testen van scenario's. Valideren van modelstudies Vaststellen van ecologische effecten van productie systemen in gecombineerd met precisiebemesting, schelpdierproductie en visproductie, Testen van systeem voor verwaarding van ecosysteemdiensten i.s.m. NGO's en overheid</p>	<p>productiewijze (deelprogramma 1, 2 en 4) Uitkomsten onderzoek meenemen in programma van eisen voor nieuwe windmolenparken bij medegebruik door zeewierproductie (kavelbesluiten) Implementatie van systeem voor verwaarding van ecosysteemdiensten i.s.m. NGO's en overheid</p>
Deelprogramma	Onderzoeksfase	Ontwikkelfase	Demonstratiefase	Implementatiefase
<b>4. Ontwikkeling duurzame grootschalige productiewijzen</b>				
<p>Productiesystemen gemaakt van duurzame materialen zonder ongewenste dispersie van microverontreinigingen. Managementtools en methodes gericht op ecologische verantwoorde productie en beheersing/bestrijding van ziekten, plagen, ongewenste vestiging exoten, overwoekering va productiesystemen. Zeewierproductie in combinatie met precisiebemesting, visproductie, schelpdierproductie zonder negatieve ecologische gevolgen.</p>	<p>Testen dispersie van microverontreinigingen. Uitkomsten benutten in deelprogramma 1 Inventariseren mogelijke ziekten en plagen. Ontwikkeling van Integrated Pest Management (IPM) Ontwikkeling van duurzame productie systemen in combinatie met precisiebemesting, schelpdierproductie of visproductie o.b.v. uitkomsten deelprogramma 3 Ontwikkeling van jaarrondeelten en wisselteelten Ontwikkeling van systemen voor monitoring van groei en kwaliteit op afstand</p>	<p>Monitoring van het optreden van ziekten en plagen in demo-velden. Testen eerste IPM aanpak bij eventuele uitbraken Testen van productie systemen in combinatie met precisiebemesting, schelpdierproductie en visproductie zonder negatieve ecologische gevolgen Implementatie en testen van in situ sensoren voor groei en kwaliteit in demo-velden. Testen jaarrondeelten en wisselteelten in demo-velden</p>	<p>Monitoring van het optreden van ziekten en plagen in demo-velden. Testen eerste IPM aanpak bij eventuele uitbraken i.s.m. ondernemers Testen van productie systemen in combinatie met precisiebemesting, schelpdierproductie en visproductie zonder negatieve ecologische gevolgen i.s.m. ondernemers Testen jaarrondeelten en wisselteelten i.s.m. ondernemers</p>	<p>Toepassing van ontwikkelde methodieken en systemen in commerciële productievelden</p>
<b>5. Fysiologie en veredeling van Noordzeesoorten</b>				
<p>Opbrengst (o.a. van hoogwaardige inhoudsstoffen) die boven de kostprijs uitkomt. Herkomst en selectie van goed uitgangsmateriaal. Goede reproductie-technieken beschikbaar. Toelating van nieuwe zeewiersoorten en rassen zonder bedreiging voor biodiversiteit Optimale oogstfrequentie</p>	<p>Verdiepende kennis over genetica, fysiologie, morfologie van Noordzeesoorten. Brede inventarisatie Noordzeesoorten en eigenschappen daarvan i.r.t. seizoen en andere factoren. Vaststellen maximale opbrengst in de Noordzee Opzetten en beheren genenbank van Noordzeesoorten Ontwikkeling van goede reproductietechnieken. Veredeling en selectie van nieuwe rassen op basis van genotypische en fenotypische kenmerken Toelatingsonderzoek nieuwe soorten Ontwikkelen van optimale oogstfrequentie van diverse soorten.</p>	<p>Veldexperimenten met geselecteerde cultivars in demo-velden. Implementatie van in situ sensoren, testen van indicatoren voor groei en kwaliteit, testen rotatieteelten in demo-velden</p>	<p>Centrale demo-velden waarbij ondernemers, onderzoekinstellingen en overheid doorlopend onderzoek kunnen doen naar nieuwe zeewiersoorten en productietechnieken</p>	<p>Gebruik van veredelde rassen en ontwikkelde methodes in commerciële zeewierproductievelden</p>
<b>6. Verwerking geogoste biomassa en ontwikkeling fractioneringstechnieken</b>				
<p>Vorbewerking en bewaring van geogoste biomassa dichtbij het kweekveld en in nabij gelegen havens Extractie van hoogwaardige componenten (hydrocolloïden, koolhydraten, eiwitten, steroïden, polyphenolen etc). Benutting als grondstof voor voeding, chemie, en energie</p>	<p>Ontwikkeling voorbewerkings- en bewaringstechnieken Ontwikkeling fractioneringstechnologieën en isolatie van functionele componenten in geogost materiaal. Proof of principle op labschaal</p>	<p>Opschaling voorbewerkings- en bewaringstechnieken naar demoschaal Opschaling fractioneringstechnologieën naar demoschaal. Ontwikkeling van business i.s.m. deelprogramma 7</p>	<p>Opschaling naar industriële schaal</p>	<p>Certificering van zeewiergrondstoffen</p>
Deelprogramma	Onderzoeksfase	Ontwikkelfase	Demonstratiefase	Implementatiefase

7. Economische haalbaarheid: ontwikkeling van afzet en business cases				
Noordzeewier als product voor humane consumptie en ingrediënt voor de voedingsmiddelenmarkt. Ontwikkeling van consumentenmarkt.	Vaststellen van drivers/barrières voor consumptie van (vers) zeewier. Testen van gezondheidsclaims en onderliggende mechanismen hierbij. Analyse duurzaamheidsclaims en , voedselveiligheidsaspecten	Ontwikkeling van producten. Testen van consumentenacceptatie. Opbouwen novel food dossier  Value Chain Analysis (baten voor zeewierteler)	Testen ontwikkelde producten i.s.m. voedingsindustrie	Publieksinformatie over zeewier uit de Noordzee als voedselproduct. Ontwikkeling van maatschappelijk draagvlak. Marktintroductie van ontwikkelde producten Opzetten van ondersteuningsinstrumenten die ondernemers tegemoet komt bij marktintroductie van in eerste instantie duurder Nederlands zeewier conform een SDE regeling bij duurzame energie.
Noordzeewier als product voor dierlijke consumptie en ingrediënt in diervoeder	Testen van nutritionele en bio-functionele eigenschappen (gezondheid-bevorderende werking, reductie uitstoot van methaan door runderen) en onderliggend mechanisme hiervan. Analyse duurzaamheidsclaims en , voedselveiligheidsaspecten	Ontwikkelen van producten en uittesten hiervan bij landbouwhuisdieren  Value Chain Analysis (baten voor zeewierteler)	Testen ontwikkelde producten i.s.m. veevoederindustrie	Marktintroductie van ontwikkelde producten Opzetten van ondersteuningsinstrumenten die ondernemers tegemoet komt bij marktintroductie.
Noordzeewier als biostimulant en gewasbeschermingsproduct.	Testen van effecten op bodem- en gewasgezondheid, welke bewerkingen zijn nodig? Vaststellen van werkingsmechanisme, evalueren van duurzaamheidseffecten	Veldexperimenten met productformuleringen en doseringen, verwerking tot producten voor agrarische ondernemers, Onderzoek t.b.v. toelating als bijzondere meststof of plantenstimulant Value Chain Analysis (baten voor zeewierteler)	Testen van producten i.s.m. gewastelers en producten gewasbeschermingsmiddelen Regelen van wettelijk kader.	Marktintroductie van ontwikkelde producten Opzetten van ondersteuningsinstrumenten die ondernemers tegemoet komt bij marktintroductie.
Afzet van geïsoleerde componenten als grondstof voor chemische industrie.	Ontwikkeling i.s.m. deelprogramma 6: welke markten bieden kansen?	Prototypes gereed. Ketenontwikkeling i.s.m. verwerkende en chemische industrie.	Opschaling naar industriële schaal	Marktintroductie van ontwikkelde producten Opzetten van ondersteuningsinstrumenten die ondernemers tegemoet komt bij marktintroductie.
Integratie van diverse verwerkingsmethoden voor beste vierkantsverwaarding, inclusief reststroom voor energie	Ontwikkeling en inrichting van verwerkingslocaties om de geogoste biomassa zo hoogwaardig, waardevol en effectief mogelijk af te zetten in de diverse deelmarkten	Verwaardingsrotondes op pilotschaal realiseren in diverse havensteden (in de buurt van grootschalige pilots)	Opschaling naar industriële schaal	Marktintroductie van ontwikkelde producten Opzetten van ondersteuningsinstrumenten die ondernemers tegemoet komt bij marktintroductie.
Zeewierproductie in combinatie met schepdierproductie en ecosysteemdiensten i.s.m. deelprogramma 3 en 4	Zie informatie bij deelprogramma 3 en 4	Zie informatie bij deelprogramma 3 en 4	Zie informatie bij deelprogramma 3 en 4	Zie informatie bij deelprogramma 3 en 4
Stimuleren van marktontwikkeling	Hoe kan marktontwikkeling duurzaam gestimuleerd worden? Wat zijn de juiste indicatoren om marktontwikkeling te meten?	Samenwerking met financiers verkennen en opzetten om indicatoren en marktontwikkelings-cijfers te testen	Marktcijfers verzamelen	Marktcijfers en andere relevante indicatoren delen met bedrijfsleven en maatschappij
Macro-economische baten van grootschalige zeewierproductie. Ontwikkeling human capital agenda.	Vaststellen duurzaamheid (incl. CO2-footprint) van de gehele zeewierketen. Inventariseren van noodzakelijke ontwikkelingen in beroepsonderwijs		Ontwikkeling van een zeewierkenniscentrum voor ondernemers en maatschappij	Oprichting van een zeewierkenniscentrum voor ondernemers en maatschappij
8. Bestuurlijke aspecten, wet- & regelgeving				
Regelgevend kader voor grootschalige aquacultuur (zeewier- en mosselproductie) in de Noordzee Wet- en regelgeving m.b.t. toegang en medegebruik binnen windmolenparken. Bescherming van het mariene ecosysteem. Certificering van verwerking van biomassa en toepassingen hiervan in veilige en duurzame producten	Ontwikkeling van regelgevend kader voor grootschalige aquacultuur (zeewier- en mosselproductie) in de Noordzee i.s.m. deelprogramma 4. Analyse van risico's en aansprakelijkheden bij medegebruik binnen windmolenparken. Analyseren welke aanpassingen in kavelbesluiten voor nieuwe windmolenparken nodig zijn. Ontwikkeling van wetgeving t.a.v. milieueffectrapportages en langjarige ecologische monitoring bij grootschalige productie i.s.m. deelprogramma 3. Ontwikkeling van wet- en regelgeving t.a.v. verwerking van geogoste biomassa en certificeren van	Ontwikkeling van wetgeving voor medegebruik binnen windmolenparken en aansprakelijkheden. Ontwikkeling van een richtinggevend kader voor het aanwijzen van productiegebieden i.s.m. deelprogramma 2 Ontwikkeling van vergunningsprocedures.	Toetsen van ontwikkelde wetgeving binnen windmolenparken en grootschalige demovelden.	Implementatie van ontwikkelde wetgeving Aanwijzen van productiegebieden Implementatie van een milieumonitoringsstelsel bij grootschalige productiegebieden Stimuleringsinstrumenten en garantiestelling voor voorinvestering die ondernemers in staat stelt te gaan produceren. De stimuleringsinstrumenten worden zo ingericht dat de zeewiersector wordt "uitgedaagd" om de investerings- en operationele kosten te reduceren Publieksinformatie over producten en diensten van de Noordzee.

## Positionering MMIP

Sector(en): Dit MMIP heeft interactie met de Topsectoren Energie (Wind op Zee / Groen Gas), Agri & Food, Water & Maritiem en Chemie. Het vormt een geheel met MMIP Duurzame en veilige Noordzee en MMIP Visserij. Het heeft eveneens een link met de MMIP “Blue Growth” dat is ontwikkeld vanuit TKI Maritiem. Hierin wordt aandacht besteed aan de maritieme aspecten van medegebruik binnen windmolenparken, zon op zee, zeewierproductie, aquacultuur/visserij en de drijvende toekomst.

## Sterktes en zwaktes kennispositie en positie bedrijfsleven

Een kwart van de Noordzee zal tot 2050 worden ingericht voor windmolenparken. Deskundigen suggereren op basis van schattingen van de natuurlijke ecologische draagkracht van de Noordzee dat een maximale zeewierproductie van enkele honderden vierkante kilometers binnen het Nederlands deel van de Noordzee mogelijk is. Dit komt overeen met het uitgangspunt van de zeewiersector zelf. Zij streven naar 500 km<sup>2</sup> Noordzee voor multifunctionele zeewierproductie. Dit is een oppervlak ter grootte van ongeveer 25% van het Nederlandse landbouwareaal. Het ruimtelijk potentieel is dus enorm. Op dit moment vindt er nog geen grootschalige zeewierteelt (> 10 ha) plaats op de Noordzee. De keten dient nog grotendeels ontwikkeld te worden. Dit is een enorme innovatieopgave. Het benoemen van zeewierproductie in de Noordzee als nationale doelstelling in het klimaatakkoord is een belangrijke stap om dit mogelijk te maken. Een volgende stap is het ontwikkelen van het juiste innovatiebeleid en een doeltreffend stimuleringsinstrumentarium.

## Samenhang met (bestaande) nationale en internationale agenda's

- Innoveren met een missie. Integrale kennis- en innovatie-agenda voor klimaat en energie. Taakgroep innovatie Klimaatakkoord (maart 2019)
- De toekomst van de Noordzee. De Noordzee in 2030 en 2050: een scenariostudie. Planbureau voor de Leefomgeving
- Strategische Agenda Noordzee 2030 en het daaraan gekoppelde traject rond het Noordzee Akkoord door het Overlegorgaan Fysieke Leefomgeving (OFL)
- Europese Blue Growth Strategie 2020
- Noordzeewier 2030, sectorplan voor de zeewierketen en boerderijen op zee. Stichting Noordzeeboerderij

## Strategie internationaal

Samenwerking en afstemming met andere Noordzeelanden is wenselijk, o.a. bij de positiebepaling van toekomstige zeewiervelden in de Noordzee grenzend aan territoriale wateren van omliggende landen. Internationaal kan er samengewerkt worden op het gebied van onderzoek, pilots, ondernemerschap en marktontwikkeling.

De belangrijkste internationale strategie die relevant is voor dit MMIP is de Europese Blue Growth Strategy 2020, als onderdeel van de Europese strategie voor slimme, duurzame en inclusieve blauwe groei. Daarnaast zijn er diverse Europese richtlijnen die de kaders stellen voor medegebruik van het Noordzee ecosysteem, waaronder verplichtingen voor natuurbescherming (inclusief het aanwijzen van beschermde gebieden) en de duurzame exploitatie van visbestanden. Voor de exploitatie van wind is er geen Europese strategie of regelgeving, met dien verstande dat de aanleg van windparken (en andere vormen van energie- en grondstoffenwinning) moeten voldoen aan de Natura2000 regelgeving. In Nederland wordt vanuit het OFL (overlegorgaan Fysieke Leef-omgeving) gewerkt aan het Noordzee Akkoord, waarbij het vooral gaat om ruimtelijke afspraken over energie, voedsel en natuur op de Noordzee. Dit Noordzee Akkoord moet in de zomer 2019 gereed zijn. De uitkomsten hiervan hebben mogelijk gevolgen voor de focus van het voorliggende MMIP en de daaraan gekoppelde MMIPs voor Noordzee en Visserij.

### **Innovatiesysteem en consortiumvorming**

Het ontwikkelen van een volwaardige zeewierketen op de Noord-zee, die zichzelf economisch in stand kan houden in combinatie met natuurontwikkeling en commerciële schelpdierteelt, vergt een multidisciplinaire ketenaanpak. Zeewierondernemers, kennisinstellingen en overheden werken hierbij nauw samen in grootschalige demo-projecten (binnen en buiten windparken) inclusief aanlandingsplekken in specifieke havens. Door hiervoor specifieke locaties centraal te stellen kunnen daar stappen gezet worden om de keten te ontwikkelen.

Overheden zorgen voor het noodzakelijke wettelijke kader en creëren de juiste beleidsinstrumenten. Kennisinstellingen (TO2-instituten, universiteiten, KNAW-instituten, Hogescholen) dragen bij in de vorm van (nieuwe) kennis die nodig is om innovaties te realiseren. Fundamentele onderzoekprogramma's worden gefinancierd door NWO en/of middelen voor kennisbasisonderzoek van de TO2-instituten. Het meer toegepaste en praktijkonderzoek wordt o.a. gefinancierd in de vorm van publiek-private samenwerking waarbij o.a. TKI-Maritiem, TKI-Agri&Food en TKI-Wind op Zee een faciliterende rol vervullen. Onderzoeksvragen en resultaten worden gecoördineerd door een nationaal kenniscentrum Zeewier dat o.a. fungeert als kennismakelaar. Met hulp van stimuleringsinstrumenten kunnen zeewierondernemers voorinvesteringen doen in nieuwe grootschalige productievelden, die deels ook ingezet kunnen worden voor onderzoek en monitoring. Young professionals die in de zeewiersector willen werken worden gefaciliteerd met training en opleiding via het beroepsonderwijs.

## Vaste biomassa als constructiemateriaal

### Doel

Optimale inzet van bouw- en constructiematerialen op basis van hernieuwbare grondstoffen (biomassa uit bosbouw, landbouw, of maritieme bronnen, inclusief bijproducten uit de agrifoodindustrie) om langdurig CO<sub>2</sub> vast te leggen.

### Deelprogramma's

1. Stimulering van de inzet van hernieuwbare grondstoffen in bouw- en constructie toepassingen
2. Verhoging van de (primaire) productie van geselecteerde biobased grondstoffen voor inzet in bouwmaterialen
3. Ontwikkeling van innovatieve constructieve bouwsystemen op basis van biobased grondstoffen
4. Ontwikkeling van circulaire bouwsystemen, met lage CO<sub>2</sub> impact
5. Vaststelling van milieuprestatie biobased bouwproducten volgens genormeerde methoden
6. Aansluiting bij maatschappelijke ontwikkelingen

### Prioriteiten

Prioriteit heeft de ontwikkeling van een nationaal innovatieprogramma voor biobased en circulair bouwen dat is opgebouwd uit de volgende onderdelen:

- Stimulering van inzet van CO<sub>2</sub> neutrale bouwgrondstoffen, door ontwikkeling van de productieketen voor volwaardige competitieve bouwsystemen, die voldoen aan de hoge eisen die worden gesteld aan comfort, veiligheid en duurzaamheid.
- Betrekken van de verschillende stakeholders in de gehele bouwketen om innovatie en implementatie van CO<sub>2</sub> neutrale bouwsystemen mogelijk te maken.
- Marktontwikkeling van innovatieve biobased en circulaire bouwsystemen door instellen van stimuleringsinstrumenten (vgl zonnepanelen) die biobased en circulaire materiaalkeuze bevorderen.
- Ontwikkeling van normen voor biobased en circulaire bouwsystemen, waarmee bouwmaterialen die klimaatneutraal zijn of koolstof vastleggen zich kunnen onderscheiden.
- Onderzoeksprioriteiten liggen bij:
  - ontwikkeling van nieuwe biobased en circulaire bouwsystemen,
  - ontwerp van aantrekkelijke bouwproducten met lage milieu impact, duurzaam en recyclebaar / herbruikbaar
  - ontwikkeling van milieudata voor bouwgrondstoffen
  - monitoring van de performance van experimentele bouwsystemen
  - effecten van bouwsystemen op binnenklimaat en gezondheid

### Wat beoogt het MMIP?

Inzet van dit MMIP is om maximaal de mogelijkheden te benutten die biomassa heeft om CO<sub>2</sub> langdurig vast te leggen in producten, die worden ingezet als bouw- en constructie materiaal. Hiervoor wordt dit MMIP ingedeeld in een aantal onderzoekslijnen:

- Inventarisatie van geschikte grondstoffen en processen voor productie van biobased en circulaire bouw- en constructie materialen.
- Analyse van ecologische, sociale en economische effecten van gebruik van alternatieve biobased bouwgrondstoffen.
- Ontwikkeling van circulaire productie ketens voor biobased bouwmaterialen.

De bouw is een van de industriële sectoren waarbij de meeste grondstoffen en materialen worden ingezet. Reductie van de CO<sub>2</sub> uitstoot door optimalisatie van het materiaalgebruik in de bouw is daarom van belang omdat bouwen en wonen in Europa verantwoordelijk is voor bijna 40% van de emissies<sup>1</sup>. Hernieuwbare bouwgrondstoffen met een aanzienlijk lagere carbon footprint kunnen bijdragen aan de reductie van CO<sub>2</sub> emissies. De bouw moet zoveel mogelijk CO<sub>2</sub>-emissies reduceren, zowel in de productie- en bouwfase als in de gebruiksfase<sup>2</sup>.

In 2018 is de Transitie-agenda circulaire economie in de bouw geformuleerd en wordt in het Rijksbrede programma 'Nederland Circulair in 2050' aandacht gevraagd voor hernieuwbare grondstoffen en materiaalgebruik dat over de hele levensduur van het bouwwerk geoptimaliseerd dient te worden (waarde behoud, minder kosten, meer hergebruik en minder milieu-impact)<sup>3</sup>. De Transitie-agenda Circulaire Bouweconomie spreekt over compleet circulaire bouw in 2050 met daarbij grootschalig gebruik van biobased materialen<sup>4</sup>. Het onderwerp "de gebouwde omgeving" is één van de aandachtsgebieden in de wetenschapsagenda voor circulaire economische ontwikkeling. De actuele thema's voor de bouw zijn: Circulair bouwen, Renovatie & Transformatie, Gezonde Gebouwen, Smart Buildings, C2C materiaalpaspoorten, Duurzame Energie, Innovaties en vernieuwing, Duurzame gebiedsontwikkeling, Digitalisering in de bouw<sup>5</sup>. Inzet van hernieuwbare grondstoffen en bio-based bouwmaterialen sluiten daar nauw bij aan.

### **Het MMIP omvat:**

De ontwikkeling van kennis, concepten, ondersteunende technologie en maximale implementatie in de praktijk (van reeds bestaande technieken) voor:

- Stimulering van de inzet van hernieuwbare grondstoffen in bouw- en constructie toepassingen; inventarisatie huidige stand van zaken; betrekken van stakeholders uit de bouwkolom; identificatie bottlenecks en kansrijke ontwikkelingen; ontwerp roadmap en strategie voor ontwikkeling

---

<sup>1</sup> [ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings](http://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings)

<sup>2</sup>

[www.circulair economie nederland.nl/transitieagendas/transitieagenda+bouw/default.asp](http://www.circulair economie nederland.nl/transitieagendas/transitieagenda+bouw/default.asp)

X

<sup>3</sup> <https://www.ser.nl/nl/actueel/werkprogramma/circulaire-economie.aspx>

<sup>4</sup> <http://www.debouwagenda.com/actueel/downloads+en+brochures/handlerdownloadfiles.ashx?idnv=955001>

<sup>5</sup> <https://www.buildingholland.nl/themas>



- Verhoging van de (primaire) productie van geselecteerde biobased grondstoffen voor inzet in bouwmaterialen
  - Teeltoptimalisatie en verwerking vezelgewassen (vlas, hennep, miscanthus, etc.)
  - Teelt van specifieke oliezaadgewassen voor productie van coatings, adhesives, resins, impregneermiddelen
- Ontwikkeling van innovatieve (constructieve) bouwmaterialen en -systemen op basis van biobased grondstoffen
  - Lignocellulose biomassa uit bosbouw, natuurbeheer, gemeentelijk en provinciaal groenbeheer
  - Recycle ABC hout
  - Land- en tuinbouw bijproducten
  - Residuen agri-food industrie
  - Lignine uit bioraffinage processen
  - Maritieme biobased grondstoffen (zeewier, algen, schelpen)
- Ontwikkeling van circulaire bouwsystemen, met lage CO2 impact
  - Ontwikkeling van milieuvriendelijke methoden voor verduurzaming van biobased bouwmaterialen
  - Ontwikkeling van recyclebare materialen en systemen, waaronder composiet bouwsystemen
  - Ontwikkelen van biobased bouwmaterialen in infra- en civiele techniek
- Vaststelling van milieuprestatie biobased bouwproducten volgens genormeerde methoden
  - Invoering van biobased bouwproducten in de Nationale Milieudatabase (NMD)
  - Uitbreiding kennisbank biobased bouwmaterialen met gebruikersinformatie en milieu impact data
- Aansluiting bij maatschappelijke ontwikkelingen en politiek
  - Biobased bouw concepten bij de Klimaattafel Gebouwde omgeving vergroening en verduurzaming
  - Biobased Tiny houses
  - Biobased renovaties
  - Bevordering van biobased bouwen d.m.v. beroepsopleidingen, (MBO, HBO en universiteiten)

### **Doelstellingen MMIP**

De doelstelling van dit MMIP is om broeikasgasemissies van de bouwsector aanzienlijk te verminderen door inzet van hernieuwbare en circulaire bouwgrondstoffen. Door inzet van biobased bouwmaterialen kan CO<sub>2</sub> meerjarig worden vastgelegd, waardoor wordt bijgedragen aan een negatieve broeikasgasemissie. Dit MMIP beoogt de inzet van biobased grondstoffen (uit bosbouw, landbouw, of maritieme bronnen, inclusief bijproducten uit de agri-food industrie) te bevorderen door kennis en ondersteunende technologieën te ontwikkelen, die nodig zijn voor de implementatie van nieuwe bouwsystemen.

## Lopend onderzoek

Het lopend onderzoek naar circulair en biobased bouwsystemen bouwt voort op ontwikkelingen die zijn ingezet, o.a. door afsluiting van 'green deals'<sup>6</sup> met maatschappelijke actoren in de thema's grondstoffen, bouw en biobased economie. Diverse hogescholen hebben ook een lectoraat voor biobased bouwen ingesteld<sup>7</sup>, waardoor kennis over toepassingen van bio-grondstoffen in de bouw wordt uitgedragen. Bij WFBR worden nieuwe bouwmaterialen ontwikkeld op basis van agro-(rest)stoffen en worden toepassingen ontwikkeld voor innovatieve biobased polymeren.

## Deelprogramma's en fasering

Onderwerp	Onderzoeksfase	Ontwikkelfase	Demonstratiefase	Implementatiefase
<b>Deelprogramma 1 - Stimulering van de inzet van hernieuwbare grondstoffen in bouw- en constructie toepassingen</b>				
Netwerk opbouw voor biobased en circulair bouwen	Identificatie van stakeholders in de bouwindustrie met belangstelling voor biobased innovaties	Workshops en dialoog met stakeholders rond het thema biobased en circulair innovatie in de bouw	Selectie van flagships van biobased en circulaire bouw voor promotie	Presentatie van biobased en circulaire bouw op bouw gerelateerde vakbeurzen en commerciële evenementen
				Relatie met digitalisering in bouw
<b>Deelprogramma 2 - Verhoging van de (primaire) productie van geselecteerde biobased grondstoffen voor inzet in bouwmaterialen</b>				
Teeltoptimalisatie en verwerking vezelgewassen	Ontwikkeling nieuwe rassen, uitbreiding teelt areaal, oogstmethode	Ontsluiting primaire grondstof en verwerking naar bouwproducten	Toepassing van bouw materiaal in demonstratie bouwproject	Investering in opschaling productie, marketing en sales
Teelt van specifieke oliezaadgewassen	Ontwikkeling nieuwe rassen, uitbreiding teelt areaal, oogstmethode	Extractie oliezaad en omzetting naar oleochemicals, ontwikkeling van coatings, adhesives en resins	Aantonen van toepasbaarheid en functionaliteit van nieuwe coatings, adhesives en resins in praktijk demo	Bevordering van bestaande plantaardige coatings in bouw toepassingen. Introductie van innovatieve coatings, adhesives en resins
<b>Deelprogramma 3 - Ontwikkeling van innovatieve constructieve bouwsystemen op basis van biobased grondstoffen</b>				
Bouwsystemen op basis van lignocellulose reststromen	Identificatie van beschikbare volumes en Evaluatie geschiktheid geselecteerde lignocellulose grondstoffen voor inzet in bouwtoepassingen	Ontwikkeling bouwsystemen op basis van geselecteerde lignocellulose grondstoffen	Aantonen van toepasbaarheid en functionaliteit van nieuwe bouwsystemen in praktijk demo	Marktintroductie nieuwe bouwsytemen
Bouwsystemen op basis van andere (maritieme) biograndstoffen	Identificatie van beschikbare volumes en evaluatie geschiktheid geselecteerde biograndstoffen voor inzet in bouwtoepassingen	Ontwikkeling bouwsystemen op basis van geselecteerde biograndstoffen	Aantonen van toepasbaarheid en functionaliteit van nieuwe bouwsystemen in praktijk demo	Marktintroductie nieuwe bouwsytemen
<b>Deelprogramma 4 - Ontwikkeling van circulaire bouwsystemen, met lage CO<sub>2</sub> impact</b>				
Ontwikkeling van milieuvriendelijke methoden voor verduurzaming van biobased bouwmaterialen	Verhoging van de functionele levensduur van biobased bouwmaterialen dmv milieuveilige verduurzaming	Onderzoek naar effecten van omgevingsfactoren (weer en wind /uv of micro-organismen) op functionele levensduur	Aantonen van toepasbaarheid en functionaliteit van verduurzamingsmethode in praktijk demo	Implementatie (opschaling) van technologie voor verduurzaming van biobased bouwmaterialen
Ontwikkeling van composiet	Onderzoek naar geschikte (biobased of recyclebare) binders voor productie van	Onderzoek naar herbruikbaarheid van	Aantonen van toepasbaarheid en functionaliteit van	Opschaling productie voor constructieve bouwcomposieten

<sup>6</sup> <https://www.greendeals.nl/>

<sup>7</sup> <https://www.avans.nl/onderzoek/expertisecentra/centre-of-expertise-biobased-economy/lectoraten/biobased-bouwen>

bouwsystemen, die recyclebaar zijn	constructieve bouwcomposieten	constructieve bouwcomposieten	constructieve bouwcomposieten in praktijk demo	
Inzet van biobased bouwmaterialen in infra- en civiele techniek	Identificatie van toepassingen van biomaterialen in civiele techniek (geotextielen, beschoeiing, etc) of infra (bioasfalt)	Ontwikkeling van biobased materialen met instelbare functionele levensduur voor civiele techniek en infra projecten	Aantonen van toepasbaarheid en functionaliteit van biomaterialen in praktijk demo	Opschaling productie van biobased materialen voor civiele techniek en infra projecten
<b>Deelprogramma 5 - Vaststelling van milieuprestatie biobased bouwproducten volgens genormeerde methoden</b>				
Invoering van biobased bouwproducten in de Nationale Milieudatabase	Onderzoek naar specificaties van marktrijpe biobased bouwproducten voor invoering in NMD	Invoering in NMD of indien nodig aanpassing van genormeerde meetmethoden (NEN)	Aantonen van voordelen van biobased bouwsystemen voor milieu impact van bouw	Bevordering van goed presterende bouwsystemen middels prestatie normen (MPG)
Uitbreiding kennisbank biobased bouwmaterialen met gebruikersinformatie en milieu impact data	Verzameling technische productspecificaties en bepaling milieu impact data van marktrijpe biobased bouwproducten	Invoering van technische productspecificaties en LCA's van marktrijpe biobased bouwproducten in kennisbank	Aantonen van milieu voordelen van biobased bouwproducten	Promotie van goed presterende bouwproducten op de bouwmarkten (materiaal paspoort)
<b>Deelprogramma 6 - Aansluiting bij maatschappelijke ontwikkelingen en politiek</b>				
Klimaattafel Gebouwde omgeving	Ontwikkeling van biobased bouwconcepten voor vergroening en verduurzaming gebouwde omgeving	Uitwerking van biobased bouwconcepten voor vergroening en verduurzaming met stakeholders	Demonstratie van biobased bouwconcepten voor vergroening en verduurzaming	Promotie van biobased bouwconcepten voor vergroening en verduurzaming
Biobased Tiny houses	Onderzoek naar opties voor biobased bouwsysteem voor tiny houses en tijdelijke bouw	Ontwikkeling van biobased bouwsysteem voor tiny houses; design van demontabel en hergebruik van bouw-elementen	Productie van innovatieve bouw-elementen; demonstratie van biobased en circulair bouwsysteem voor tiny houses	Commercialisering van biobased bouwsysteem voor tiny houses;
Biobased renovaties	Onderzoek naar biobased renoveren van bestaande bouw	Ontwikkeling van biobased oplossingen voor renovatie van bestaande bouw	Aantonen van biobased oplossingen voor renovatie van bestaande bouw in een demo	Bevordering van biobased oplossingen voor renovatie van bestaande bouw door product promotie
Bevordering van biobased en circulair bouwen dmv beroepsopleidingen,	Opstellen van biobased en circulair bouwen lesprogramma's voor MBO, HBO en Universiteiten	Uitwerken van geschikt achtergrondinformatie (website) en lesmateriaal (MOOC)	Interactie met opleidingen voor praktijk testen van lesmateriaal, studenten opdrachten en	Invoering in opleidingen van lesprogramma's biobased en circulair bouwen

## Positionering MMIP

Sector(en): Dit MMIP heeft interactie aan de ene kant met de verschillende actoren in de bouwindustrie (architecten, bouwmarkten, producenten bouwmaterialen, aannemers en opdrachtgevers, sloop- en afvalbedrijven), en aan de andere kant met grondstofleveranciers uit bosbouw en natuurbeheer, land- en tuinbouwsector, provinciale en lokale overheden en mogelijk ook partijen uit de agri-food industrie, die reststoffen kunnen inzetten in de bouw. Ook de maatschappelijke organisaties, die zich inzetten voor duurzaam grondstof gebruik in de bouw, normering, onderwijs zullen worden betrokken.

## Sterktes en zwaktes kennispositie en positie bedrijfsleven

In Nederland is de belangstelling biobased bouwen al enige tijd sterk in opkomst. Er zijn veel verschillende initiatieven en voorbeelden van bouwprojecten, die zijn gerealiseerd. Tegelijkertijd is het echter nog een niche markt en niet breed ingevoerd in de bouwsector. De biobased bouwproducten moeten voldoen aan alle hoge eisen die worden gesteld aan langdurige toepassing, veiligheid en gezondheid. Voor biobased bouwmaterialen is onderzoek naar de (positieve) effecten daarvan op binnenklimaat en gezondheid van belang.

Innovatie in de bouw wordt bemoeilijkt door de verschillende actoren in de bouwkolom, die vooral kiezen voor vertrouwde producten en niet voor onbekende innovatieve producten, die meestal ook duurder zijn.

### **Samenhang met (bestaande) nationale en internationale agenda's**

Dit MMIP programma sluit naadloos aan bij de Transitie-agenda circulaire economie in de bouw en het Rijksbrede programma 'Nederland Circulair in 2050'; Klimaattafel Gebouwde omgeving, etc. Ook in de ons omringende landen (BE, FR, DE) wordt de trend gezet om meer biomaterialen in de bouw toe te passen. In Scandinavië is vanouds bouwen met hout algemeen. Het NWA programma circulaire bouw heeft relatief beperkt aandacht voor biomaterialen, maar wordt door dit MMIP versterkt.

### **Strategie internationaal**

In Nederland wordt nu het grootste deel van de bouwgrondstoffen geïmporteerd. Inlands hout wordt maar zeer beperkt benut als bouwgrondstof. Voor grootschalige inzet van biobased grondstoffen in de bouw moet de lokale infrastructuur voor verwerking en het productieareaal wellicht worden uitgebreid of zal import van grondstoffen of halffabricaten moeten worden bevorderd.

### **Innovatiesysteem en consortiumvorming**

In de bouwsector is de digitalisering een van de belangrijkste ontwikkelingen, waarmee ook voor biobased en circulaire bouwsystemen rekening gehouden moet worden. De invoering in NMD van betrouwbare data voor biobased bouwsystemen is daarom van belang. Voor implementatie van succesvolle innovaties in de bouwsector is betrokkenheid van een selectie van koplopers (architecten, innovators, bouwproduct / systeem ontwikkelaars, etc.) en opdrachtgevers van groot belang. Omdat het bouwbedrijf de risico's voor toepassing van experimentele bouwmaterialen niet wil dragen, moeten daarover heldere afspraken worden gemaakt.

### **Nieuwe koolstof is volledig biobased**

Een deel van de als grondstof benodigde koolstof<sup>8</sup> zal in 2050 nieuwe koolstof zijn, omdat kringlopen niet volledig en op hetzelfde kwaliteitsniveau te sluiten zijn. Naar verwachting kan circulariteit uiteindelijk voor 80% nieuw koolstofgebruik vervangen, en is 20% nieuwe koolstof of 190 PJ nodig<sup>9</sup> in de productieketens. Hiervoor wordt biomassa ingezet als hernieuwbare koolstofbron en daarmee als vervanger van fossiele bronnen. Biomassa wordt zo hoogwaardig mogelijk ingezet op plekken in het grondstoffensysteem waar sluiten van kringlopen niet volledig mogelijk is. In 2030 zijn hoogwaardige productketens (niches, high-end) ingevuld door biobased koolstof, in 2050 wordt brede toepassing (bulkchemicaliën) bereikt.

---

<sup>8</sup> Biomassa als grondstof voor elektriciteits- of warmteproductie valt buiten de scope van deze missie

<sup>9</sup> 20% van verbruik grondstoffen 2016 (CBS)

### **Wat omvat het MMIP:**

- Ontwikkeling van kennis, concepten en ondersteunende technologie voor slim gebruik van functionaliteit biomassa voor nieuwe en bestaande producten. Voor de 2050 doelstelling is dit omschakelen van productie gebaseerd op olefines naar productie gebaseerd op bouwstenen gemaakt uit koolhydraten.
- Ontwikkeling van kennis, concepten en ondersteunende technologie om kleine biobased moleculen maximaal efficiënt om te zetten in building blocks (syngas, biogas, alcoholen, (di-)zuren, voor de tussentermijn naar 2050 toe).
- Ontwikkeling van kennis, concepten en ondersteunende technologie voor biobased koolstof als reductiemiddel voor de staalindustrie.
- Ontwikkeling van innovatieve kennis omtrent gedrag m.b.t. industrieproducten en adoptie van nieuwe technologieën en concepten.
- Ontwikkelen van faciliteiten voor ondersteuning van technische innovaties worden ontwikkeld en geïmplementeerd, zoals (methodieken voor) living labs, faciliteiten voor validatie/verificatie van cascaderingstechnologieën en een kennisinfrastructuur voor ondersteuning van marktpartijen bij de ontwikkeling van (enablers) voor deze technologieën.

### **Positionering MMIP**

Sector(en): De tafels Industrie, Landbouw, Mobiliteit en Opwek, en de drie Topsectoren Agri & Food, Chemie, en Energie. De industrie, met name de chemie, zet in op recycling tot 80%. Voor het overige is biomassa nodig. Voor het CO<sub>2</sub> vrije regelbare vermogen naast zon en wind voor electriciteitsopwek is biomassa de goedkoopste route. De Nederlandse landbouw zal hierin voor de voorziening een cruciale rol spelen. Grondstof en gebruik komt in NL samen op voedselproductie, meststoffenproductie, petrochemie (olieraffinage), papier- en kartonindustrie, staalindustrie, en electriciteitsopwek en klimaatneutrale brandstof.

### **Sterktes en zwaktes kennispositie en positie bedrijfsleven**

Biomassa is voor Nederland aantrekkelijk: er is een logistiek netwerk van wereldklasse, met een gevestigde industrie en electriciteitsopwek van fors volume. Bovendien heeft Nederland een sterke kennispositie op het gebied van chemie en biomassaproductie en -verwerking, met een grote traditie in vierkantsverwaarding en cascadering.

### **Samenhang met bestaande agenda's**

- Onderzoeksagenda TKI Biobased Economy 2015-2027 <http://edepot.wur.nl/338385>
- Kernthema Circulair, Topsector Agri & Food, <https://topsectoragrifood.nl/wp-content/uploads/2018/04/Kernthemabeschrijving-Circulair.pdf>
- Transitieagenda Nederland Circulair 2050 (met grondstoffenakkoord) <https://www.circulaireeconomienederland.nl/rijksbreed+programma+circulaire+economie/default.aspx>, en daarin
- Transitieagenda biomassa en voedsel <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2018/01/1>

5/bijlage-5-transitieagenda-biomassa-en-voedsel/bijlage-5-transitieagenda-biomassa-en-voedsel.pdf

- Nationale wetenschapsagenda Duurzame productie van gezond en veilig voedsel  
<https://wetenschapsagenda.nl/route/duurzame-productie-van-veilig-en-gezond-voedsel/>
- Nationale wetenschapsagenda Circulaire economie  
<https://wetenschapsagenda.nl/route/circulaire-economie-en-grondstoffenefficiëntie-duurzame-circulaire-impact/>
- Nationale wetenschapsagenda energietransitie  
<https://wetenschapsagenda.nl/route/energietransitie/>
- Nationale wetenschapsagenda Kwaliteit van de omgeving  
<https://wetenschapsagenda.nl/route/kwaliteit-van-de-omgeving/>
- Nationale wetenschapsagenda Materialen  
<https://wetenschapsagenda.nl/route/materialen-made-in-holland/>
- Biobased Industries Consortium SRIA  
<https://biconsortium.eu/sites/biconsortium.eu/files/downloads/SIRA-2017-Web.pdf>
- A sustainable bioeconomy for Europe (2018 update)  
[http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/ec\\_bioeconomy\\_strategy\\_2018.pdf#view=fit&pagemode=none](http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/ec_bioeconomy_strategy_2018.pdf#view=fit&pagemode=none)

## Programma-inhoud

Deelprogramma <sup>10</sup>	- Implementatiefase	- Ontwikkel- & demonstratiefase	- Onderzoeksfase
Omschakelen van productie gebaseerd op olefines naar productie gebaseerd op koolhydraten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Koplopers faciliteren</li> <li>- Implementatie van makkelijk recycleerbare (biobased) materialen bv door een bio-circulair preferred programma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biobased building blocks uit zeewier: selectie profitable winning (na eiwit), demoschaal ontwikkelen (polymeren)</li> <li>- Demonstratie van makkelijk recycleerbare (biobased) materialen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biobased building blocks uit zeewier: compound identification en schets process design voor winning</li> <li>- Design van makkelijk recycleerbare (biobased) materialen</li> </ul>
Productie kleine molecuul building blocks	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vergassing afval (incl. RDF, SRF) voor productie syngas (overlap met lijn chemisch afval) implementatie demo / sde</li> <li>- Biomassa vergassing voor productie groen gas &amp; chemicaliën en/of syngas implementatie demo / sde</li> <li>- Biomassa pyrolyse voor productie bio-naphtha en/of BTX en olefines: schaalstappen faciliteren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vergassing afval (incl. RDF, SRF) voor productie syngas (overlap met lijn chemisch afval) uitwerken demo</li> <li>- Biomassa vergassing voor productie groen gas &amp; chemicaliën en/of syngas uitwerken demo</li> <li>- Biomassa pyrolyse voor productie bio-naphtha en/of BTX en olefines: hydrogenering kostprijsreductie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Novel biobased building blocks (naar PLA, PHA, PHB, FDCA, succinic acid, glycolic acid etc): fermentatie, chemo-katalytisch: nieuwe procesroutes met nieuwe feedstocks in cascaderingsprincipe ontwerpen en testen op POP schaal</li> <li>- Functionele bio-aromaten: nieuwe routes uit nieuwe feedstocks</li> <li>- Biobased building blocks uit zeewier: compound</li> </ul>

<sup>10</sup> Hier kunnen systeemrollen ontstaan (afstemmen met integratie): *In Brazilië speelt bio-ethanol een systeemrol. Afhankelijk van de prijzen voor benzine en suiker wordt suiker geproduceerd danwel bio-ethanol. Syngas kan een systeemrol spelen op gebied van energieopslag (naast de rol van belangrijke feedstock voor de chemische industrie). Pyrolyseolie kan een systeemrol spelen in combinatie met elektrochemie. Met het laatste kan waterstof worden geproduceerd (als systeemrol voor energieopslag), welke vervolgens wel/niet kan worden gebruikt om de olie te kraken richting bio-naphtha. In geval van niet kan de olie gebruikt worden om functionele bio-aromaten uit te winnen.*

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bioraffinage &amp; bio-ethanol fermentatie: fiscaal regime aanpassen</li> <li>- Novel biobased building blocks (PLA, PHA, PHB, FDCA, succinic acid etc): fermentatie, chemo-katalytisch: schaalstappen faciliteren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bioraffinage &amp; bio-ethanol fermentatie: schaalstappen faciliteren</li> <li>- Novel biobased building blocks (PLA, PHA, PHB, FDCA, succinic acid etc): fermentatie, chemo-katalytisch: nieuwe procesroutes met nieuwe feedstocks naar demo schaal</li> <li>- Functionele bio-aromaten: ontwikkelen lignine als feedstock met hoog-efficiënte processing</li> <li>- Biobased building blocks uit zeewier: process design voor alcoholen</li> </ul>	<p>identification en schets process design voor alcoholen</p>
Biomassa als materiaal component	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementatie van het gebruik van biomassa in de gebouwde omgeving: isolatie, bouwmaterialen, bioasfalt/biobitumen, cement etc</li> <li>- Verdere vergroening van paints, lubricants, etc</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ligninefractie naar bouw materiaal ontwikkelen</li> </ul>	-
Koolstof als reductiemiddel staalindustrie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biomassareststroom torrefactie voor gebruik in staal industrie: doorzetten pilot/demo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biomassareststroom torrefactie voor gebruik in staal industrie: ontwikkelen torrefactie voor natte zij/nevenstromen</li> </ul>	-
<i>Transitie-ondersteunende kennis en tools (publiek perspectief) t.b.v. adaptief programmeren</i>			
Gedrag m.b.t. industrieproducten en adoptie van nieuwe technologieën en concepten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verkenning van handelingsperspectief en ontwikkelen van scenario's en roadmaps</li> <li>- Verbeteren en verdiepen kennis van gedrag met meer focus op koopmotieven consument</li> <li>- Verbeteren en verdiepen kennis van gedrag met meer focus op koopmotieven producent</li> <li>- Versterken van de inzet van methoden voor transitie management</li> <li>-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kennis en tools voor inschatten van effecten van niet-technische CO2-reductiemaatregelen in personenmobiliteit en logistiek</li> <li>- Methodieken voor opzetten en monitoren van pilots en living labs m.b.t. technische en gedragsgerelateerde maatregelen in personen- en goederenvervoer</li> <li>- Ontwikkelen modellen voor inschatten verdienvermogen van innovatieve concepten en duurzame technologie</li> <li>- Ontwikkelen van effectieve methoden voor gedragsbeïnvloeding m.b.t. koopgedrag consument en producent en adoptie van nieuwe technologie en concepten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (Methodieken voor) systeemanalyse en systeemoptimalisatie binnen de industrie irt landschapsgebruik, de mobiliteits- en energiesector</li> <li>- Versterken kennis van gedrag koopkrachtig individu in consumptie en productie</li> </ul>
Cascaderings-technologie naar verschillende deelsectoren (mobiliteit, chemie, energie)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sleuteltechnologieën versneld naar de markt brengen in PPS (triple helix). Vergassing, pyrolyse, bioraffinage.</li> <li>-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Doorontwikkeling cascaderingsconcepten voor deze sectoren door demo's en pilots</li> <li>- Notie dat bij biomassa-inzetoepies zelden de singuliere inzet (of E+W, of biobrandstoffen, of chemie)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Voorkomen lock-in en sunk costs: Holistische blik op hele pakket houden. Hierbij zal moeten worden gebalanceerd tussen de business case, beschikbaarheid biomassa,</li> </ul>

		een business case levert breed verspreiden.	energie-behoefte, en entropie.
Systeemstudies	-	- Ketenbouw met ketenbrede risicoreductie	- Duurzaamheidscriteria, logistiek, en wereldwijde beschikbaarheid

### Samenwerking en samenhang

Dit MMIP heeft interacties met de twee klimaattafels Industrie, en Landbouw & Landgebruik; de zeven Topsectoren Energie, Agri & Food, Water & Maritiem, Logistiek, Life Sciences & Health, Chemie, en High Tech Systemen en Materialen; en de drie Sleuteltechnologieën ICT, Geavanceerde Fabricageprocessen, en Meet- en Detectietechnologie. Het moet aansluiten bij een selectie van sub-thema's horende bij de missies A (Kringlooplandbouw) en Missie B (Klimaatneutrale landbouw en voedselproductie). De sub-thema's gesuggereerd in het missie document (Februari 2019) zijn: A4: Meer lokale/regionale productie van eiwitrijke grondstoffen en biomassa en B4: Energieopwekking: biograndstoffenproductie.

Deze MMIP heeft grote raakvlakken met een aantal andere MMIPs . Vooral met MMIP Klimaatneutrale productie van food en non-food (B1), Klimaat adaptieve landbouwsystemen (C2) en ook Groen in de stad (C3). Omdat het ook om CO2 vastlegging in aquatische systemen gaat in deze MMIP zijn er ook raakvlakken met de MMIPs 11 (Noordzee, oceanen en binnenwateren). Er heeft dan ook veel afstemming plaats gevonden om de inhoud van deze MMIP zoveel mogelijk complementair te maken met de inhoud in de andere MMIPs hier benoemd.

### Sterktes en zwaktes kennispositie en positie bedrijfsleven

Biomassateelt voor food en non-food toepassingen is een kerncompetentie van Nederland. Bovendien heeft Nederland een sterke kennispositie op het gebied van biochemie, met een relatief grote traditie in vierkantsverwaarding en cascadering. Tevens heeft Nederland een redelijke uitgangspositie op het gebied van gedragswetenschappen, gevoed door het NWO pakket "Transities de menselijke maat". Rondom de inzet van biomassa voor non-food doeleinden loopt een stevig debat, met name in relatie tot inzet van houtige biomassa voor energie, dat een nadere duurzaamheidsduiding en maatschappelijke discussie vereist die in het Klimaatakkoord is voorzien in de Routekaart Biomassa.

Voor de 3 deelthema's in deze MMIP zijn er verder ook specifieke sterktes en zwaktes in de kennispositie aan te geven die hieronder benoemd worden.

**Institutioneel:** Nederland heeft een uitstekende nationale kennisbasis op het gebied van fotosynthese-onderzoek en plantenveredeling. Voor fotosynthese is die onder andere tot stand gekomen is in het door EZK medegefinancierde programma BioSolar Cells (2011 – 2016). In dit programma werkten 9 nationale universiteiten en onderzoeksinstituten samen met 38 bedrijven bij de uitvoering van een breed, multidisciplinair onderzoeksprogramma op het gebied van het begrijpen, optimaliseren en toepassen van het fotosynthese proces. Vanuit deze nationale kennisbasis heeft Nederland zich de afgelopen jaren een voortrekkersrol verworven in Europa door onder andere het initiatief te nemen tot de vorming van het Europese



onderzoekconsortium Photosynthesis 2.0 waarin 51 kennisinstellingen uit 17 EU Lidstaten vertegenwoordigd zijn. Tevens is Nederland (Wageningen UR) momenteel de coördinator van het Horizon 2020 project CropBooster-P, waarin een Roadmap wordt ontwikkeld om de opbrengst van de (Europese) landbouw te verdubbelen door de fotosynthese in gewassen op te voeren.

Verder wordt er in H2020 ook veel aandacht besteed aan ontwikkeling van kennis omtrent selectie en veredeling van planten en bomen, met eigenschappen die ze bestand maken om onder marginale omstandigheden te groeien en die ook biomassa kunnen leveren voor non-food toepassingen in de biobased economy zonder dat concurrentie met voedselgewassen (om grond en andere in-puts) optreedt. Aandacht is er in H2020 programma's ook voor inpassing van nieuwe gewassen en landgebruikssystemen die vastlegging van C in bodem vergroten en productie van biomassa voor zowel food en non-food toepassingen leveren. Dit moet vooral in de context van veranderende klimatologische omstandigheden bekeken worden.

Momenteel worden in Brussel de contouren opgezet voor het volgende Framework Program "Horizon Europe". Eén van de hoekstenen van dit programma worden de "Missions" waarin grootschalige onderzoeksprogramma's zullen worden gestart rondom grote maatschappelijke thema's. Vanuit het Photosynthesis 2.0 Consortium en met steun van het College van Bestuur van Wageningen UR is het onderwerp "fotosynthese" bij de Europese Commissie onder de aandacht gebracht en, alhoewel er rondom de Missions nog geen concrete besluiten genomen zijn, lijkt het er nu op dat foto-syntheseonderzoek deel kan gaan uitmaken van een voorgestelde Mission in het agro-food domein: "Soil Health and Food".

**Maatschappelijk:** Het verhogen van de globale biomassaproductie zal een essentieel onderdeel kunnen zijn bij het oplossen van de drie grootste vraagstukken waarmee de wereld momenteel kampt: Hoe kunnen we een toekomstige bevolking van 10 miljard mensen voeden? Hoe maken we de transitie van een fossiele economie naar een duurzame bio-economie? En hoe zorgen we ervoor dat de globale temperatuurstijging onder de 2 graden blijft? Deze vragen resoneren in de Sustainable Development Goals van de Verenigde Naties, met name "Geen Honger", "Geen Armoede" en "Klimaatactie" en zijn tevens onderdeel van een groot aantal Europese en Internationale policies waarvan het Parijse Klimaatakkoord wel de meest aansprekende is.

Met het voorgestelde onderzoek zal Nederland een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan het vinden van duurzame oplossingen voor deze urgente maatschappelijke uitdagingen.

Echter een uitdaging blijft er ook in de maatschappelijke discussie met uitgesproken voor- en tegenstanders van het gebruik van biomassa, met name hout als bio-grondstof en energiebron. Deze discussie moet gevoed worden met verbeterde en toegankelijke informatie en inzichten. Deze informatie is overigens ook gewenst voor verschillende

internationale rapportage verplichtingen, zoals de jaarlijkse rapportages van nationale cijfers aan de FAO, en de klimaatrapportages (UNFCCC, Kyoto Protocol, EU LULUCF verordening).

**Financieel / economisch:** Voor Nederland als één van de grootste landbouwexporteurs ter wereld, biedt het ontwikkelen van nieuwe gewassen met een sterk verhoogde opbrengst uitstekend kansen voor het veredelings-bedrijfsleven. Daarnaast hebben we ook een zeer sterke chemische sector waarvoor de omschakeling naar biobased productieprocessen waarschijnlijk essentieel wordt voor de handhaving van huidige internationale positie. Voor zowel een gezonde Agro-Food sector als de Chemische sector zal het beschikbaar zijn van voldoende biomassa bepalend zijn voor de toekomst. In dat licht zal onderzoek naar het verhogen van de fotosynthese-efficiëntie en het verbeteren van eigenschappen van biomassa voor verwaarding in de keten ook in economische zin van groot belang zijn voor Nederland.

Gebruik van biomassa als een hernieuwbare grondstof kan een belangrijke bijdrage leveren aan het verduurzamen van producten en energie-processen. Vervangen van grondstoffen in bijvoorbeeld de bouw die veel (fossiele) energie vragen of een hoge emissie van broeikasgassen hebben door bijvoorbeeld hout kan potentieel klimaatwinst betekenen. Vervanging van fossiele grondstoffen lukt alleen als inhoudsstoffen uit biomassa voldoende verwaard worden en hoogwaardig toegepast worden. Dit vergt ook bedrijfsmatig opwerken van biomassa stromen en creëren van biorafinageprocessen die de vraag naar biomassa in de markt moeten zetten. De logistiek, ketenvorming zijn belangrijk, naast de technieken van oogsten en naogverwerking waarbij bij de winning scheiding van bodemdeeltjes en zwerfafval een praktisch aandachtspunt is.

Voor schelpdieren geldt eenzelfde redenatie: kalk uit schelpen kan een interessante grondstof zijn voor onder andere de bouwsector en vervangt daarmee mogelijk (een deel) van de fossiele kalkwinning. De duurzaamheid van deze substitutie methode is echter onbekend evenals de waarde van schelpen voor bouw en andere materialen. Ontwikkeling van hoogwaardige producten (keten) verdient daarom de aandacht.

Er is een gebrekkige kennis van de keten van bronnen van hout en biomassa enerzijds en de toepassingen anderzijds. We weten niet goed hoe en waar het hout wordt gebruikt dat uit bos, landschap en stedelijk groen wordt geoogst. Omgekeerd weten we niet wat de precieze oorsprong is van hout dat in de houtindustrie wordt gebruikt, en in het geval van bewerkt hout weten we ook niet welke boomfractie (top, tak, stam) de bron is.

**Ecologisch/ruimtelijk:** De noodzakelijke toename van biomassaproductie kan alleen maar duurzaam als we dit bereiken op het huidige landbouwareaal en met een zo efficiënt mogelijk gebruik van water en andere input (N, P, mineralen). Hetzelfde geldt voor houtige en lignocellulose biomassa productie in bos en stedelijk en landelijk groen. Dit moet duurzaam gebeuren in combinatie met behoud en zelfs versterking van de biodiversiteit en verhoging van de CO<sub>2</sub>-vastleging. Verder biedt verhoogde fotosynthese in de landbouw en verhoging van de biomassa productie in bos en landschap de mogelijkheid om additioneel CO<sub>2</sub> uit de atmosfeer vast te leggen in de bodem. Hierbij snijdt het mes aan twee kanten;

een toename van de bodemvruchtbaarheid bij een gelijktijdige afname van de CO<sub>2</sub>-concentratie in de atmosfeer.

### **Samenhang met bestaande agenda's**

#### ***Verdubbelde fotosynthese***

Op Europees niveau is het Photosynthesis 2.0 Consortium het belangrijkste samenwerkingsverband. Dit consortium is in 2016 onder leiding van WUR door vooraanstaande onderzoekers afkomstig uit 13 Europese Universiteiten en instellingen: Wageningen University and Research, Max Planck Institute of Molecular Plant Physiology, Lancaster University, CEA, University of Leeds, University of Cambridge, University of Copenhagen, Ludwig-Maximilians University Munchen, The University of Nottingham, University of Essex, Imperial College Londen, Forschungszentrum Juelich en de Heinrich Heine University Dusseldorf.

Dit consortium heeft het draft onderzoeksprogramma "Photosynthesis 2.0, Plant Power for the Future" geschreven en aangeboden aan de Europese Commissie. Sinds 2017 zijn gesprekken gaande met de Commissie om dit programma onderdeel te laten worden van het volgende Framework Programma Horizon Europe. In de tussentijd is het consortium verder gegroeid en kent het momenteel 52 deelnemende universiteiten en instellingen uit 17 Europese lidstaten.

Een ander relevant Europees consortium wordt gevormd door de partners in het CropBooster-P Project (Horizon 2020, gecoördineerd door Wageningen Research). In dit project werken 16 internationale partners, deels afkomstig uit het Photosynthesis 2.0 Consortium, samen om een Roadmap voor de Europese Commissie op te stellen waarin wordt beschreven hoe de Europese landbouwgewassen toekomstbestendig kunnen worden gemaakt. Een deel van deze Roadmap zal beschrijven hoe we de opbrengst van landbouwgewassen in de toekomst zouden kunnen verdubbelen en hierbij staat fotosynthese als belangrijkste eigenschap om dit te realiseren centraal.

Op wereldschaal is het Amerikaanse RIPE programma de belangrijkste samenwerkingspartner op het gebied van fotosyntheseonderzoek. Dit programma, dat wordt gefinancierd door de Bill and Melinda Gates Foundation, heeft ten doel de opbrengst van landbouwgewassen ten behoeve van ontwikkelingslanden te vergroten, en fotosynthese is een van de belangrijkste eigenschappen waarin binnen dit programma wordt gewerkt. Zo is het RIPE programma bijvoorbeeld de drijvende kracht achter het C4-Rice Project. Zowel met onderzoekers binnen het RIPE programma als met de Bill and Mellinda Gates Foundation bestaan uitstekende relaties met Wageningen UR. Fotosynthese- onderzoekers uit RIPE zijn reeds betrokken bij gezamenlijke projecten en projectaanvragen met Europese partners, waaronder WUR, en deze samenwerking zal in de toekomst verder worden uitgebouwd.

## **Innovatiesysteem en consortiumvorming**

### ***Verdubbelde fotosynthese***

Op nationaal niveau is het fotosyntheseonderzoek goed georganiseerd geraakt door de deelname van alle betreffende Nederlandse onderzoeksgroepen aan het BioSolar Cells Programma. Dit programma, dat zich richtte op fotosynthese in planten, fotosynthese in micro-organismen en kunstmatige fotosynthese, werd uitgevoerd door een consortium bestaande uit Wageningen University & Research (penvoerder), Universiteit Groningen, Technische Universiteit Delft, Technische Universiteit Eindhoven, Universiteit van Amsterdam, Vrije Universiteit Amsterdam, Universiteit Leiden, Technische Universiteit Twente en HAS Den Bosch.

Na afloop van het BioSolar Cells programma zijn de verschillende groepen in diverse constellaties blijven samenwerken; het fotosyntheseonderzoek aan planten heeft een kristallisatiepunt gevonden aan de WUR waar o.a. Wageningen Universiteit, Wageningen Research en de Vrije Universiteit Amsterdam samenwerken in het vir-tuele centrum in oprichting "Wageningen Photosynthesis". In het kader van de Nederlandse Wetenschaps Agenda (NWA) heeft Wageningen University and Research samen met Universiteit Utrecht de Gamechanger "Turbosynthese" opgesteld, en in het kader van het nieuw te starten NWO programma "Fotosynthese" is een consortium in oprichting onder leiding van WUR waarin het Nederlandse plantenonderzoek zo breed mogelijk vertegenwoordigd zal zijn.

Het onderzoek zal aansluiting maken met de Onderzoeksscholen EPS en PERC zodat de informatiestroom vanuit het onderzoek naar het academisch onderwijs geborgd is. Tevens zal het Centre for BioBased Economy worden betrokken om zo voor de aansluiting met HBO en andere beroepsopleidingen mogelijk te maken.

Naast samenwerking op wetenschappelijk front is het voor het fotosyntheseonderzoek aan planten essentieel dat er in Nederland een hoogwaardige infrastructuur beschikbaar komt om het onderzoek uit te voeren. Met dit in gedachte zijn WUR en Utrecht, met financiële steun vanuit het NWO Programma Grootchalige Wetenschappelijke Infrastructuur, bezig met het opzetten van het "Netherlands Plant-Eco Phenotyping Centre NPEC". Dit centrum zal een nationale faciliteit worden op het gebied van het fenotyperen van planten, en binnen dit centrum zal onder andere hoogwaardige apparatuur beschikbaar worden gesteld voor het grootschalig meten van fotosynthese-parameters in planten.

Op Europees niveau zijn al veel samenwerkingsmogelijkheden zoals hierboven al benoemd. Deze omvatten het Photosynthesis 2.0 Consortium, een ander relevant Europees Consortium wordt gevormd door de partners in het CropBooster-P Project (Horizon 2020, gecoördineerd door Wageningen Research) die samen werken om een Roadmap voor de Europese Commissie op te stellen waarin wordt beschreven hoe de Europese landbouwgewassen toe-komstbestendig kunnen worden gemaakt. Zoals ook al hiervoor beschreven is op wereldschaal het Amerikaanse RIPE programma de belangrijkste samenwerkingspartner op het gebied van fotosyntheseonderzoek.