



ZEEWIEREN IN VLAANDEREN 2025-2035

SeaConomy

**Oplossen van
niet-technologische barrières**
voor het ontluiken van
een lokale Vlaamse kweek,
verwerking en vermarkting
van zeewierproducten

Visietekst – 30 maart 2018

Auteurs

Benny Pycke, Bert Groenendaal – Sioen Industries
Lien Loosvelt – POM West-Vlaanderen
Danny Van Mullem – Lambers-Seghers
Gabriel Devriendt – Pures
Seppe Verdonck, Wannes Voorend – Colruyt Group



6

MANAGEMENT SAMENVATTING

14

INLEIDING

20

VISIE VOOR VLAANDEREN 2025-2035

- 22 DE AMBITIE VAN EUROPA INZAKE AQUACULTUUR
- 25 REGIONALE PROEFTUIN VOOR ZEEWIEREN
- 27 INTERNATIONALE TECHNOLOGIE- EN KENNISHUB VOOR ZEEWIEREN

28

ANALYSE VAN DE SITUATIE 2017-2018

- 30 **VLAAMSE ZEEWIEREN COMMUNITY**
- 32 Commerciële spelers
- 33 Experten voor zeewieronderzoek

- 34 **ECONOMISCHE HAALBAARHEID**
- 35 Lokale kweek van zeewieren
- 37 Zeewieren als eiwitbron in feed
- 37 Zeewieren als zoutvervanger in brood
- 38 Zeewieren als biostimulans

- 39 **DUURZAAMHEID VAN DE ZEEWIERKETEN**
- 40 Kweken en oogsten van zeewieren
- 40 Verwerking van zeewieren
- 41 Vermarkting van zeewieren

42 EXTERNE BARRIERES VOOR DE ZEEWIERKETEN

- 43 Ruimtegebruik op zee
- 43 Draagvlak bij de gebruikers van de zee (visserij, transport en toerisme)
- 43 Stabilisatie van zeewieren
- 44 Wetgeving contaminanten
- 44 Novel Food Regulation
- 44 Draagvlak bij de consument
- 45 Geur, smaak en functies van zeewieren

46

AANBEVELINGEN VOOR ACTOREN IN DE ZEEWIERKETEN

- 48 **EDUCATIE** (scholen en universiteiten)
- 48 **R&D VOOR INNOVATIEVE PRODUCTEN EN TOEPASSINGEN QUICK WINS** (KMO focus)
- 49 **PILOOTPROJECTEN KORTE TERMIJN: BREDER TOEPASSEN VAN BESCHIKBARE INFRASTRUCTUUR** (KMOs en GOs)
- 50 **PILOOTPROJECTEN LANGE TERMIJN: INDUSTRIËLE KWEK & BIORAFFINAGE** (GOs)

52

AANBEVELINGEN VOOR DE OVERHEID

- 54 **INNOVATIEPROGRAMMA VOOR ZEEWIEREN**
- 55 **ZEEWIEREN INTEGREREN IN DE BELEIDSDOMEINEN**
- 56 **BIJSTUREN VAN WETGEVING** (grijze zones, contaminanten, novel foods)
- 57 **PROMOTIE VAN ZEEWIER(PRODUCTEN)**

58

REFERENTIES

INHOUD



MANAGEMENT SAMENVATTING

Europese zeevieren (of macroalgen) zijn unieke zee-producten die een toenemende rol zullen spelen in de lokale voedselvoorziening en verduurzaming van de voedselketen.



Vandaag zijn zeewieren nog erg nieuw en hun potentieel voor jobcreatie, innovatie en het milieu blijft –mede door een aantal barrières– in Europa grotendeels onderbenut. Hoewel er wereldwijd 25 miljoen ton zeewieren worden geproduceerd, staat de zeewiersector in Europa nog in zijn kinderschoenen.

In Vlaanderen zien we de interesse sterk toenemen bij kandidaat-afnemers en is het eerste proefproject rond lokale kweek een feit geworden. Langsheen de waardeketen ligt een zee van opportuniteiten open voor onze bedrijven en kennisinstellingen. Daarom is het zinvol om ook een Vlaamse zeewiersector verder uit te bouwen door lokale zeewiersoorten te kweken en op de markt te brengen. Onze regio kan een voortrekkersrol spelen –op vlak van lokale kweek, verwerking en vermarkting– in de ontwikkeling van deze nieuwe sector.

Op korte termijn (2025) kunnen lokale zeewieren gekweekt worden in het Belgische deel van de Noordzee, om als additief te gebruiken in voedingsproducten en voeders. Parallel met dit traject moet een ambitieus ontwikkeltraject opgezet worden –samen met andere regio's aan de Noordzee– om zeewieren op grote schaal beschikbaar te maken als grondstof van de toekomst. Op langere termijn (2035) bieden zeewieren immers kansen voor de toepassing in biomaterialen¹ mits de wieren op grote schaal gekweekt en geraffineerd worden. De noodzakelijke stappen om deze korte -en langetermijnvisie voor Vlaanderen te realiseren worden in dit document beschreven. De tijd om te handelen is nu!

“Zeewieren zijn nog erg nieuw en hun potentieel voor jobcreatie, innovatie en het milieu blijft in Europa onderbenut.”



Deze visietekst is opgemaakt door de SeaConomy-projectpartners met als doel om de algemene bevindingen van het project te verspreiden en de diverse Vlaamse actoren aan te moedigen om in de nasleep van het project samen verder te bouwen aan een Vlaamse zeewierketen. Het SeaConomy-project bracht mede met de steun van iCleantech Vlaanderen een multidisciplinair consortium samen. De partners (Colruyt Group, Lambers-Seghers, POM West-Vlaanderen, Pures, en Sioen Industries) vertegenwoordigen samen de verschillende schakels van de zeewierketen, van kweek tot consumptie.

Het SeaConomy project had drie doelstellingen

- de economische haalbaarheid van de lokale kweek voor de nichemarkt bestuderen;
- de duurzaamheid van korte-keten zeewierproducten bepalen;
- de belangrijkste externe barrières voor de zeewiersector aankaarten (met een breedgedragen visie en onderbouwd met economische en ecologische argumenten).

De intentie van het project is om de basis te leggen voor de lokale kweek, verwerking, en vermarkting van inheemse zeewieren in Vlaanderen. De Vlaamse zeewier-community werd geïdentificeerd (>260 partijen) via netwerkevenementen en bilaterale gesprekken waarbij bezorgdheden, vragen, en interesses werden in kaart gebracht. Informatie over de nieuwe toepassingsdomeinen van zeewieren werd bij Vlaamse KMOs, scholen, kennisinstellingen, educatieve centra, en particulieren ingewonnen d.m.v. try-out-boxen met 7 gedroogde zeewiersoorten. Om meer inzicht te krijgen in de waardeketen, werden o.a. een literatuurstudie, een consumentenonderzoek, en een levenscyclusanalyse uitgevoerd. Tot slot werden beloftevolle business cases en deze visie voor Vlaanderen geïdentificeerd a.d.h.v. interne meetings en een studiereis naar Bretagne, waar de industrie naar schaalgrootte en toepassingsgebieden een van de meest ontwikkelde is binnen Europa.



De belangrijkste conclusies en resultaten

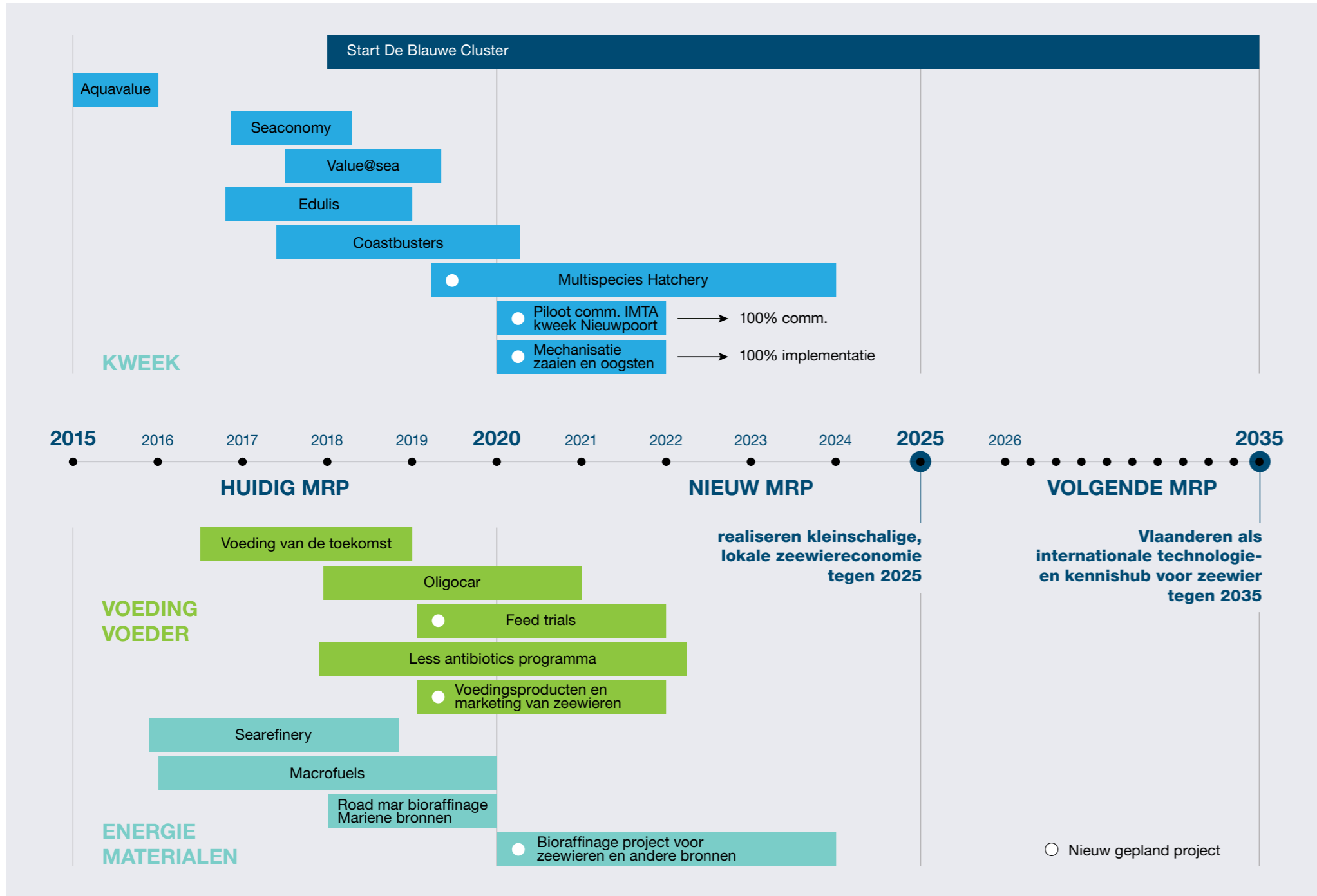
De **Noordzee** (ook het Belgische deel) is **uitermate geschikt** voor de teelt van diverse soorten met een economisch potentieel waaronder Atlantische wakame, suikerwier, blaaswier, zee-eik, zee-sla, dulse, nori, en lers mos, dewelke natuurlijk voorkomen in Belgische wateren. Er werden 6 veelbelovende zoekzones geïdentificeerd en voorgesteld voor het mariene ruimtelijk plan (2020-2026). In een van deze zoekzones werd een proefproject opgezet, nl. Value@Sea.

Er is een **toenemende interesse** in het commerciële gebruik van zeewieren bij KMOs en kennisinstellingen actief in de voedings-, voeder-, en agro-sector. De redenen hiervoor zijn divers. Er is interesse in het lokale aspect, de versheid, de duurzaamheid, de smaak, het kleurenpalet, de unieke samenstelling, de bio-actieve eigenschappen, enz. Een groep van ca. 15 Vlaamse bedrijven hebben geëxperimenteerd met zeewieren.

Zeewieren hebben op korte termijn het **meeste potentieel als additief** (< 10% bijmenging) in voeding en voeders omwille van hun specifieke eigenschappen (kleur, smaak, bioactieve stoffen, duurzaamheid,...), hun natuurlijke oorsprong uit zee en hun lokale of Europese herkomst. De lokale vraag vanuit de voedings- en voedersector kan qua ruimtegebruik volledig gedekt worden door kweek in Belgische wateren, binnen de voorgestelde zones.

Zeewieren toevoegen aan voeding of voeders **om te verduurzamen** kan, maar hierbij dienen ze gangbare niet-duurzame elementen (zoals soja) deels of volledig te vervangen. Om zeewier competitief te kunnen inzetten als bv. eiwitbron in voeders zijn een constante aanvoer van grote volumes zeewieren tegen een lage kostprijs noodzakelijk. Zulke scenario's vereisen nog enkele jaren onderzoek en ontwikkeling m.b.t. stabilisatie van zeewieren en ruimtelijk gebruik.





De toekomst van zeevieren in Vlaanderen

Visie

Op basis van de resultaten werd een visie op de ontwikkeling van de zeevieren sector in Vlaanderen uitgewerkt.

- Vlaanderen zet in op de ontwikkeling van een lokale zeevieren keten om het gebruik van lokaal gekweekte zeevieren als additief in voeding en voeders tegen 2025 te realiseren.
- Vlaanderen zet binnen een Europese, interregionale context in op het gebruik van zeevieren als biomateriaal tegen 2035 door nu reeds innovatie te ondersteunen op het vlak van industriële kweek en bioraffinage van zeevieren.

“Er moet een ambitieus ontwikkeltraject opgezet worden om zeevieren op grote schaal beschikbaar te maken als grondstof van de toekomst.”

“De partners van SeaConomy vertegenwoordigen samen de verschillende schakels van de zeevierketen, van kweek tot consumptie.”

Aanbevelingen

Een reeks aanbevelingen voor overheden en externe actoren in de waardenketen maakt duidelijk welke acties ondernomen moeten worden om de korte- en langetermijndoelstellingen voor de zeevierketen in Vlaanderen waar te maken.

Aanbevelingen voor overheden	Aanbevelingen voor actoren
Bijsturen van de wetgeving (grijze zones, contaminanten, novel foods, autonome vaartuigen)	Onderzoek & Ontwikkeling voor go-to markets en quick wins (focus: KMOs)
Opzetten van een Federaal of Vlaams Innovatieprogramma rond zeevieren	Pilootprojecten korte termijn: breder toepassen van beschikbare infrastructuur (focus: KMOs en grote ondernemingen)
Zeevieren gefaseerd integreren in de beleidsdomeinen, zoals Noordzee, leefmilieu, energie, duurzame ontwikkeling, volksgezondheid, buitenlandse handel, landbouw & visserij....	Pilootprojecten lange termijn: industriële kweek en bioraffinage (focus: grote ondernemingen)
Promotie van zeevieren en afgeleide producten	Maatschappelijk draagvlak: <ul style="list-style-type: none"> • Educatie (scholen en universiteiten) • Marketing (VLAM en bedrijven)



Pilootprojecten

Om de toekomstvisie te verwezenlijken zullen de SeaConomy-partners zich inzetten op de volgende onderwerpen:

- **De geïntegreerde kweek** van zeevieren en schelpdieren in de voorgestelde commerciële kweekgebieden, het opzetten van een broedhuis, het verbreden van het aantal beschikbare soorten, de automatisering van de teeltprocessen, een eenvoudige kweek-vergunningprocedure, het kwantificeren van de milieueffecten van grootschalige kweek (i.e., evenwicht zoeken tussen de positieve en negatieve milieu-effecten m.b.t. schaalgrootte.)
- **Energie-efficiënte technieken** voor de stabilisatie en bio-raffinage van zeevieren en hun invloed op de samenstelling en de bioactieve componenten. Dit is momenteel de grootste economische en technische barrière voor een lokale zeevierketen. Alternatieven zoals fermentatie moeten verder bekeken worden;
- **Maatschappelijk draagvlak** voor kweek en consumptie van zeevieren via scholen, opleidingen, (natuur)educatieve centra, marketing en sensibilisatie campagnes, proefmomenten, tentoonstellingen, etc.
- Het potentieel van **zeevieren als duurzame grondstof** t.o.v. andere biogebaseerde grondstoffen, zoals suiker of hout

Vervolginitiatieven zullen opgezet worden vanuit een quadruple helix, rekening houdend met de resultaten van de Vlaamse onderzoeksprojecten (AquaValue, SeaConomy, Coastbusters, Value@Sea, Edulis), relevante Europese projecten met Vlaamse participatie (MacroFuels, MacroCascade, BioSea, SeaColors, SeaRefinery, NEPTUNA, MIRACLES), en buitenlandse initiatieven (MAB4, MIP, SOMOS, Biomara, SeaFarm).



INLEIDING

Zeewieren (of macroalgen) zijn een erg diverse groep van meercellige en fotosynthetische mariene organismen. Hoewel ze soms erg op waterplanten of zilte groenten lijken zijn zeewieren feitelijk geen planten, maar algen.



Zeewieren groeien uitsluitend in zout water langs de kust in subtidale en intertidale gebieden. Langs de Vlaamse kust gedijen zeewieren voornamelijk op materialen van menselijke oorsprong, zoals golfbrekers, havendammen, palen, kaaien, en touwen. Er bestaan ook diverse drijvende zeewiersoorten, maar deze worden hier niet behandeld. Ze worden op basis van hun kleur in 3 groepen onderscheiden, namelijk groene, rode, en bruine zeewieren. De Vlaamse kust kent bijna 80 zeewiersoorten², maar van deze groep zijn er acht soorten die economisch waardevol zijn en gekweekt kunnen worden. Deze acht soorten zijn: Atlantische wakame (*Alaria esculenta*), suikerwier (*Saccharina latissima*), zee-eik (*Fucus serratus*), blaaswier (*Fucus vesiculosus*), zee-sla (*Ulva lactuca*), dulse (*Palmaria palmata*), nori (*Porphyra* sp.) en lers mos (*Chondrus crispus*).

Zeewieren kunnen rechtstreeks (vers of gedroogd) gebruikt worden als ingrediënt of additief (<10%). Op korte termijn zijn er legio opportuniteiten om zeewieren te verwerken in een divers assortiment voedings- en voederproducten. Het verwerken van zeewieren in producten wordt overwogen om nutritionele (bv. rijk aan jodium), marketing (bv. trendy of veganistisch), of functionele redenen (verbeteren van de darmfunctie). In andere landen wordt onderzocht hoe zeewieren als alternatieve eiwitbron gebruikt kunnen worden. Hoewel dit een verduurzaming kan betekenen, zijn de prijzen van zeewieren vandaag nog te hoog om eiwitvervanging economisch haalbaar te maken.




Het innemen van zeewieren als additief is voor Vlaanderen dé piste die op korte termijn het meest aangewezen is om een lokale zeewierketen te realiseren. Er zijn echter nog enkele barrières te overwinnen m.b.t. beschikbaarheid, kennis en verwerking van zeewieren.

In de toekomst zijn zeewieren **potentieel een nieuwe duurzame grondstof**, een bron van vele essentiële en hoogwaardige componenten voor de bio-economie. Immers, de vele componenten van zeewieren kunnen in hun (al dan niet) geraffineerde of gemodificeerde vorm vermarkt worden. Aziatische zeewieren (*Eucheama*) en wilde Europese zeewieren (vnl. *Laminaria* uit Frankrijk & Noorwegen) worden vandaag reeds grootschalig ingezet als bron voor hydrocolloïden (vnl. voor de voedingsindustrie). Tussen soorten onderling worden zeewieren gekenmerkt door hun sterk verschillende samenstelling aan suikers (waaronder mariene gesulfateerde polysacchariden), proteïnen, pigmenten, mineralen, en bioactieve componenten (zoals polyfenolen). Verder onderzoek moet ervoor zorgen dat gekweekte zeewieren in staat zijn om meerdere sectoren te bedienen, bv. in voeding, voeders, geneesmiddelen en voedingsadditieven, farmaceutica, bioplastics of andere biopolymeren, bio-cosmetica, fijne en speciale chemicaliën. Er lopen momenteel enkele Europese onderzoeksprojecten zoals MacroFuels, MacroCascade, en SeaRefinery, die verdergezet dienen te worden om van zeewieren één van de duurzame grondstoffen van de toekomst te maken.



Doordat elke soort een unieke samenstelling heeft, bieden zeewieren de mogelijkheid om een diversiteit aan sector-specifieke eindproducten te ontwikkelen. Dit betekent dat een lokale zeewierkweker kan inspelen op de marktvraag vanuit diverse sectoren (voeding, voeder, cosmetica, ...) en dus minder afhankelijk is van één bepaalde markt voor zijn afzet. Het kunnen aanbieden van verse en kwalitatieve Europese zeewieren met hun unieke eigenschappen (t.o.v. de Aziatische wieren) zal ongetwijfeld een katalysator zijn voor productinnovatie in Vlaanderen.



Het ontwikkelen van een lokale Vlaamse zeewierketen kan bijdragen tot een brede waaier aan positieve sociale (people), ecologische (planet) en economische (profit) ontwikkelingen.


Een lokale zeewierketen heeft het potentieel om een antwoord te bieden op vele uitdagingen waar de maatschappij vandaag voor staat (cfr. Sustainable Development Goals van de Verenigde Naties). Zeewier is namelijk het ideale medium om de klassieke, grondgebonden sectoren in Vlaanderen te laten meegenieten van de voordelen van Blauwe Groei. Heel wat Europese regio's zien alvast het enorme potentieel van de zeewier economie om de drie pijlers van de duurzame ontwikkelingen (people, planet, profit) evenwichtig uit te bouwen.

Planet

Vanaf een aanzienlijke schaalgrootte kan de teelt-site een bio-remediërend en biodiversiteits-bevorderend effect hebben met positieve effecten op de waterkwaliteit en het klimaat. Zeewieren groeien immers dankzij de opname van koolstofdioxide, weggespoelde meststoffen uit de landbouw (nitraten en fosfaten), en allerlei mineralen uit de nutriëntrijke Noordzee. Daarnaast leveren ze ecosysteemdiensten waarbij de wieren door allerlei dieren zoals vissen en kreeftachtigen gebruikt worden als beschutting en/of broedplaats. Zeewierteelt kan bijdragen tot de biodiversiteit door de zeebodem te beschermen (zoals in Natura 2000-gebieden) omdat er niet gevestigd kan worden met boomkorren (wel met lijnen of staande netten). De geteelde zeewieren kunnen in de toekomst een bron zijn voor de biogebaseerde economie (bv. biopolymeren en pigmenten). Het toepassen van zeewieren kan bestaande ketens bovendien verder verduurzamen door een alternatief te bieden voor bv. antibiotica in voeders.



Profit



De kweek en het gebruik van (lokaal) zeewier past binnen een aantal maatschappelijke en economische ontwikkelingen zoals de Blauwe Groei, Circulaire Economie, en overschakeling naar duurzame grondstoffen. Zeewieren kunnen –zoals in sommige Noord-Franse gebieden– gecertificeerd worden als hoogwaardige biologisch geteelde producten. De consument hecht toenemend belang aan gezonde voeding, lokale productie, traceerbaarheid, milieubewustzijn, dierenwelzijn, etc. De voedings- en voederindustrie is bovendien continu op zoek naar innovatieve ingrediënten zoals verdikkingsmiddelen, emulgatoren, plantaardige eiwitbron, en specifieke eigenschappen zoals nutriëntrijk (o.a. goede aminozuurprofielen), spoorelementen (o.a. jodium), traceerbaarheid, bio-activiteit (minder antibioticagebruik, minder methaan uitstoot, toxinebindend, prebiotica, unieke smaak (zilt/umami), zoutvervanger, trendy, lokaal, biologisch.

People

Zeewierteelt biedt job- en investeringsopportuniteiten voor commerciële aquacultuurprojecten in het Belgische deel van de Noordzee, voor technologieontwikkeling (automatisering teelt, industriële verwerking), en voor de ruimtelijke integratie van economische activiteiten (uitbouw passieve visserij, kweek van schelpdieren, offshore wind-energiewinning). Verse zeewieren moet na het oogsten binnen de 24u gestabiliseerd worden waardoor er nood is aan infrastructuur en arbeiders nabij de aanlandhaven. Ook op vlak van menselijke gezondheid kunnen lokale zeewieren bijdragen tot functionele en evenwichtige voeding dankzij hun bioactieve/voedingsrijke componenten.



A close-up photograph of a hand holding several clams and a scallop. The hand is positioned over a green mesh net, which is likely used for harvesting shellfish. The background is a blurred, light-colored surface, possibly a beach or a tidal flat. The clams have various colors, including white, orange, and brown. The scallop has a prominent white siphon.

VISIE VOOR VLAANDEREN 2025-2035

Met de visie willen we een toekomstbeeld schetsen van de zeeviersector in Vlaanderen en van de economische opportuniteiten die dit met zich meebrengt. De visie is zo opgesteld dat er kan gehandeld worden op korte termijn (2025) voor de realisatie van een lange termijn visie (2035).



De rol van Vlaanderen wordt daarbij steeds binnen een bredere Europese context bekeken. Zo is het op korte termijn het meest interessant voor Vlaanderen om een proeftuin te worden voor de lokale zeewiereconomie. Op lange(re) termijn kan de opgedane expertise Vlaanderen helpen evolueren naar een internationale kennis- en technologie-hub ten behoeve van de Europese zeewiersector. Deze evolutie zal gepaard gaan met een verbreding van de afzetmarkten voor zeewier (food, feed, chemie en materialen), waardoor ook nieuwe opportuniteiten zich op lange termijn zullen aandienen.

DE AMBITIE VAN EUROPA INZAKE AQUACULTUUR

Het is duidelijk dat Europa sterk inzet op aquacultuur en de sector wil laten groeien. Hiermee wil Europa anticiperen op een stijgende vraag naar kwaliteitsvolle, duurzame en veilige producten (vis, zeevruchten en zeegroenten). Bovendien wil Europa concurrentieel worden in een groeiende markt (globale groei van bijna 7% per jaar). Belangrijke randvoorwaarden hierbij zijn een **verduurzaming van de aquacultuur** en aquacultuurproducten en het **garanderen van een hoge kwaliteit** (m.b.t. nutritionele waarde, traceerbaar, voedselveilig). Het Europees Comité van de Regio's benadrukt het belang van de regio's om de sector te ondersteunen en verder te ontwikkelen³. Vanuit het oogpunt van verduurzaming adviseert de High Level Group van de Scientific Advisory Mechanism (SAM) om in te zetten op de lage trofische niveaus zoals zeewieren omdat de potentiële volumes (geraamd op 70.000 kg/Europeaan/jaar) tot 1000 keer hoger liggen dan bij de hoge trofische niveaus zoals vis⁴. Door een efficiënte teelt van alternatieve eiwitbronnen in zeeën en oceanen, kan de druk op landgebruik afnemen. In Europese landen (waaronder Portugal, Frankrijk, en Noorwegen) waar aquacultuur een langere traditie heeft dan bij ons, zien we een evolutie naar IMTA-systemen⁵ of reconversie van verlaten viskwekerijen naar zeewierboerderijen.

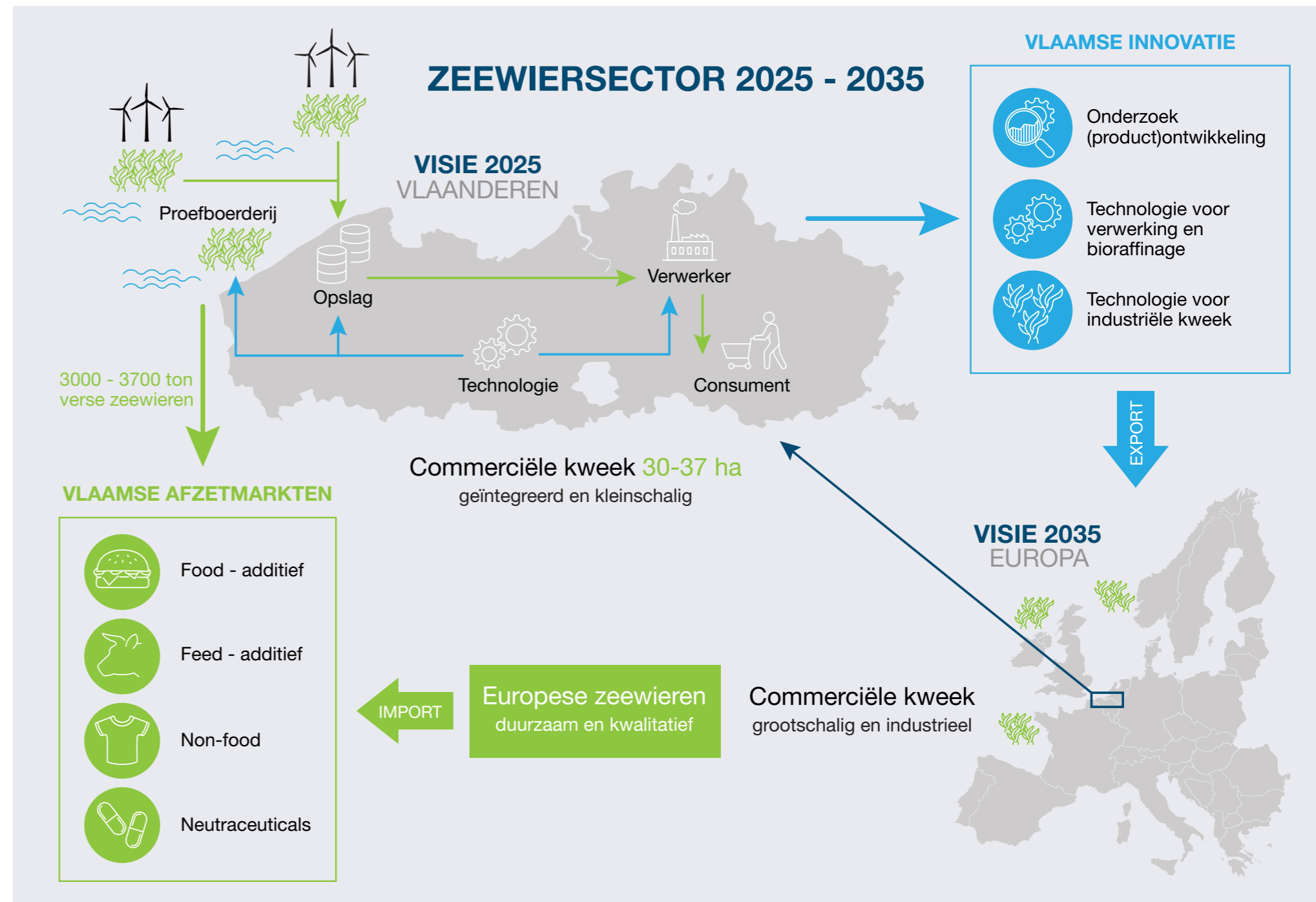
Visie Vlaanderen 2025

“Inheemse zeewieren worden commercieel gekweekt in het Belgische deel van de Noordzee en via een korte keten gebruikt op de lokale markt voor voeding en voeder toepassingen.”



Visie Vlaanderen 2035

“Vlaamse kennis en technologie wordt in interregionaal verband ontwikkeld en vermarkt ten behoeve van de grootschalige kweek en bioraffinage van zeewieren voor biomaterialen.”





Hoewel de aquacultuursector in Vlaanderen op heden zeer klein is (goed voor 0,01% van de Europese productie⁶), kan Vlaanderen een voorsprong nemen door te investeren in zee-wierkweek. De wereldwijde productie van zeewieren⁷ is equivalent aan 15% van de totale productie uit visserij en aquacultuur (ter vergelijking: dit komt overeen met 8-10% van de totale/wereldwijde productie van producten zoals soja, tarwe, of aardappelen). **Als Vlaanderen dit mondiale gemiddelde van 15% wil nastreven, dan komt dit neer op een jaarlijkse productie van 3.000-3.700 ton vers zeewier⁸.** De economische waarde hiervan ligt tussen 1.5 en 2.8 miljoen euro (€5-7,5/kg vers) bij gebruik in niche voedingsproducten. Voor andere toepassingen, o.a. in voeders, ligt de economische waarde lager. Afhankelijk van het feit of er één of tweemaal per jaar geoogst wordt, zijn **minimaal 12 en maximaal 37 hectare aan zeewierboerderijen⁹ nodig** om deze doelstelling te behalen. Theoretisch gezien maakt dit amper 0,010% van de totale ruimte in het Belgisch deel van de Noordzee (totale oppervlakte van 3.457 km²) uit.

Vlaanderen dient te profiteren van de internationale en Europese dynamiek rond zeewieren (op vlak van beleid, kennisontwikkeling, verwerkingstechnieken, duurzaamheid en maatschappelijk bewustzijn) om hier nu op in te zetten. De ontwikkeling van de zeewiereconomie in Europa staat nog in de kinderschoenen, waardoor Vlaanderen zeker een belangrijke rol kan opnemen in kennis- en technologieontwikkeling, het opzetten van lokale ketens en innovatie. Door de sterktes van de Vlaamse regio (aanwezige infrastructuur, kennis, technologie, netwerk doorheen de keten, ...) maximaal uit te spelen en tegelijk de regionale positie uit te buiten (economisch, juridisch, ruimtelijk, ...). Onder het motto "wie klein is moet slim zijn" zal Vlaanderen inspelen op de actuele en toekomstige opportuniteiten die zich (zullen) aandienen bij het tot stand komen van een volwaardige Europese zeewiereconomie.



REGIONALE PROEFTUIN VOOR ZEEWIJEREN

De beschikbare ruimte in Vlaanderen is kostbaar, zowel op land als op zee, dus grootschalige zeewierkweek en -verwerking gebeurt best in Europese regio's waar deze ruimte wel voor handen is in internationale wateren of langsheen grote kustlijnen. Dit betekent echter niet dat Vlaanderen de zeewiereconomie links moet laten liggen, integendeel. **Vlaanderen moet een lokale zeewierketen realiseren om hiermee de lokale markten te bedienen en ruimte te maken voor onderzoek en ontwikkeling langsheen de waardenketen.**

Zeewieren zijn in Vlaanderen niet meer de grote onbekenden zoals dat enkele jaren geleden wel het geval was. In avant-garde restaurants vind je zeewier op het menu en bij gespecialiseerde retailers liggen zeewieren (vnl. gedroogd) in de winkelrekken. Stilaan is bij heel wat Vlaamse bedrijven ook het besef gekomen dat zeewieren een toegevoegde waarde kunnen bieden in voedings- en voederproducten. Vooral het potentieel van zeewieren als additief met gunstige gezondheidseffecten en smaakversterkende eigenschappen lijkt commercieel interessant. Helaas kan Vlaanderen –ondanks de interesse in lokale zeewieren– niet aan de huidige vraag naar zeewier voldoen en moet het zeewier geïmporteerd worden uit het buitenland (vnl. Nederland en Frankrijk). Dit heeft als nadeel dat er op heden moeilijk toegang is tot "verse zeewieren" omwille van de beperkte houdbaarheid van vers zeewier na oogsten.

Op korte termijn zou Vlaanderen zelfvoorzienend moeten worden voor de huidige afzetmarkten van verse zeewieren.

Daarnaast is het wenselijk dat Vlaanderen op korte termijn inspeelt op de toenemende interesse van bedrijven in nieuwe productontwikkeling op basis van zeewier. Via een lokaal aanbod van zeewier kunnen de nodige volumes voor onderzoek & ontwikkeling aangeleverd worden aan bedrijven en kennisinstellingen. Een kleinschalige, lokale zeewierketen (startend met een productie van 3000-3700 ton vers zeewier op jaarbasis) in Vlaanderen is dus essentieel om een brede cross-sectorale innovatie in de zeewiersector te ontluiken. Met deze lokale zeewierketen wordt tegelijk draagvlak gecreëerd voor zeewierkweek in het Belgisch deel van de Noordzee en zal zeewier gemakkelijker ingang vinden in het consumptiepatroon van de Vlaming. **Verwacht wordt dat dit lokale-keten zeewier zal leiden tot tal van innovatieve producten voornamelijk als additief in menselijke voeding en veevoeders.** Implementatie van 2 innovatieve business cases in deze sectoren heeft een marktpotentieel van meer dan 9.500 ton zeewier (droog gewicht). Deze

theoretische inschatting toont aan dat er mits verder onderzoek naar toepassingen en het wegwerken van belangrijke barrières, op korte termijn mogelijkheden zijn voor een kleinschalige doch volwaardige lokale keten, cross-sectoraal verankerd in de klassieke sectoren.

Een lokale zeewierketen zal verdere kennisopbouw en opschaling van de zeewiersector versnellen. Zo kan deze gebruikt worden als proeftuin voor het ontwikkelen, testen en optimaliseren van methoden en technologieën, het opbouwen van kennis rond ecosysteemdiensten en het ontwikkelen van regelgeving rond grootschalige zeewierkweek. In Europa is nog steeds het overgrote deel van de 350.000 ton zeewier afkomstig van wilde oogst, terwijl de interesse voor cultivatie van zeewier toeneemt onder impuls van traceerbaarheid en constantere kwaliteit/samenstelling. Vlaanderen kan hierop anticiperen door het soortenaanbod te diversifiëren, de kweek en verwerking te verduurzamen, een continu aanbod te realiseren, een hoge kwaliteit te garanderen, enz. De opgebouwde kennis is uiterst waardevol voor de verdere opschaling van de zeewiersector in Vlaanderen en in Europa en kan gevaloriseerd worden in vermarktbaar producten of diensten.

Inschatting van de afzetmarkt op basis van 2 theoretische business cases voor zeewier in Vlaanderen en België

Sector	Potentieel volume (ton p.a.)	Business case
Voeding	2.500 droog	40% zoutvervanging in brood (1/80 zout) (120 g/dag/Vlaming)
Veevoeding	7.000 droog	0.3-0.5-1.0% als additief in 33% van voeders voor vleesvarkens, zeugen, biggen (2014 cijfers & 10% marktpenetratie)



“Ook voor nieuwe markten,
zoals chemie en materialen
is zeewier interessant.”

INTERNATIONALE TECHNOLOGIE- EN KENNISHUB VOOR ZEEWIEREN

Op langere termijn zal de Europese zeewierketen moeten opschalen, wil Europees zeewier nieuwe markten aanspreken, zoals de chemie, materialen en energie. **Vlaanderen kan deze opschaling van de zeewiersector mee helpen ondersteunen door samenwerking te zoeken met andere Europese landen.** Op Europees niveau is het mogelijk om een volwaardige, grootschalige zeewierketen te ontwikkelen op basis van de bassins (Noordzee, het Kanaal, Golf van Biskaje, Middellandse Zee, etc.) waarbij alle regio's een of meerdere schakels in de waardenketen opnemen.

Opschaling van de zeewierketen zal een sterk doorgedreven automatisatie en zoektocht naar ecologische en economisch duurzame technologieën en processen vragen. Op de huidige kweeklocaties in Europa is het inzaaien, oogsten, drogen en verwerken van zeewier arbeidsintensief en zijn de gebruikte technologieën en schaalgrootte “ambachtelijk” en niet altijd geoptimaliseerd aan de omstandigheden. We denken hierbij aan de (door) ontwikkeling van innovatieve oogstmachines, droogtechnieken, extractiemethodes, etc. **Het is op deze vraag naar technologische innovatie dat Vlaanderen moet inspelen en waar een rol is weggelegd voor een kleine regio in een grootschalige Europese zeewierketen.**

Zo kunnen Vlaamse bedrijven en onderzoeksinstituten (idealiter als consortium) technologische oplossingen ontwikkelen en aanbieden aan andere Europese landen met grootschalige kweekgebieden voor zeewieren. De opschaling van de zeewierkweek zal bovendien gepaard gaan met de nood aan juvenielen van verschillende soorten wieren en met een verbreding van de afzetmarkten, waarbij ook componenten van zeewieren (al dan niet) in geraffineerde of gemodificeerde vorm vermarkt zullen worden. **Vlaanderen kan nu al op deze langetermijnbehoefte inspelen door kennis op te bouwen rond kweek van juvenielen, verbreding van het gamma soorten en variëteiten bioraffinage van zeewier en door eco-efficiënte extractieprocessen te ontwikkelen.**

De lokale zeewierketen die voorheen als proeftuin diende voor de Vlaamse bedrijven kan verder evolueren van een “incubator” naar een “demonstrator” voor innovatieve technologieën en oplossingen ten behoeve van de zeewiersector. Hiermee heeft Vlaanderen een uithangbord om internationale klanten of investeerders aan te trekken.





ANALYSE VAN DE SITUATIE 2017-2018

SeaConomy heeft vanaf de start in 2016 gefungeerd als een katalysator voor de groeiende Vlaamse community rond zeevier.



Vlaamse stakeholders werden met elkaar in contact gebracht, zowel onderling als met actoren in onze buurlanden, vnl. Nederland en Frankrijk, om actief op zoek te gaan naar nieuwe samenwerkingsverbanden. Daarnaast zijn veel inspanningen gegaan naar het verwerven van meer inzicht in de economische haalbaarheid, duurzaamheid en het wegwerken van barrières voor verdere ontwikkelingen.

VLAAMSE ZEEWIERENCOMMUNITY

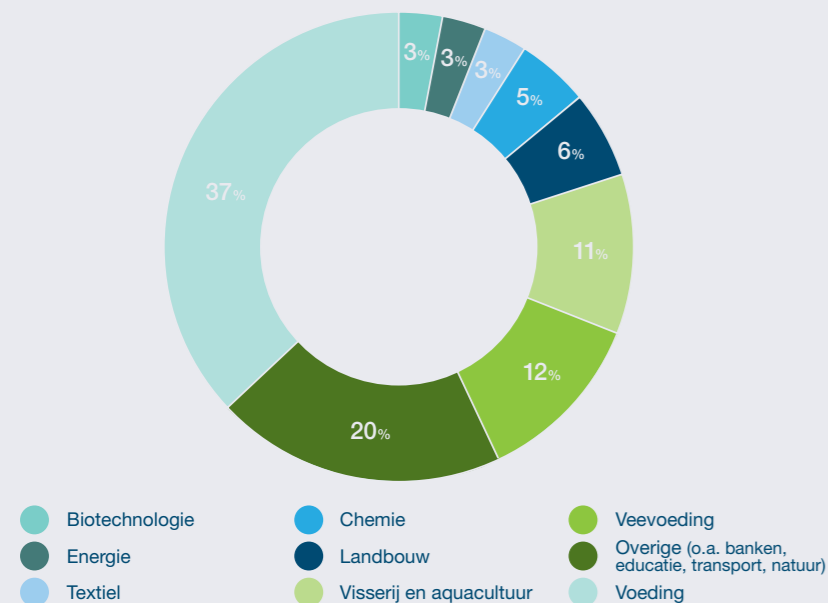
Het opstarten van nieuwe economische activiteiten rond zeewieren vereist een samenspel van heel wat actoren. De stakeholders die rechtstreeks of onrechtstreeks een rol kunnen spelen in de waardenketen van zeewieren, werden geïnventariseerd door het consortium. Het eindresultaat is een lijst met 268 stakeholders uit overheid, bedrijfsleven, onderzoek en overige organisaties (o.a. particulieren, scholen, journalisten). De opvallendste conclusies die we uit de database kunnen trekken zijn dat in de huidige zeewiercommunity:

- Een brede vertegenwoordiging bestaat uit overheid, bedrijfsleven, kennisinstellingen en ngo's, de zogenoemde quadruple helix. De grootste groep van stakeholders is wel duidelijk het bedrijfsleven en de ondernemer (23% overheid, 55% bedrijf, 22% onderzoek);
- Een groot aantal sectoren vertegenwoordigd zijn (van maritieme sector tot agrosector), maar vooral de vraagzijde mee is en nog niet de volledige waardenketen van zeewier. Ontbrekende schakels zijn de (voor-)verwerkers van zeewier (bv. heden actief in groenten- of visverwerking);
- De grootste interesse ligt bij (pre-)starters in zeewierweek (17%) en bij KMO's in productontwikkeling met zeewieren, terwijl grotere spelers meer afwachtend zijn en strengere criteria stellen.

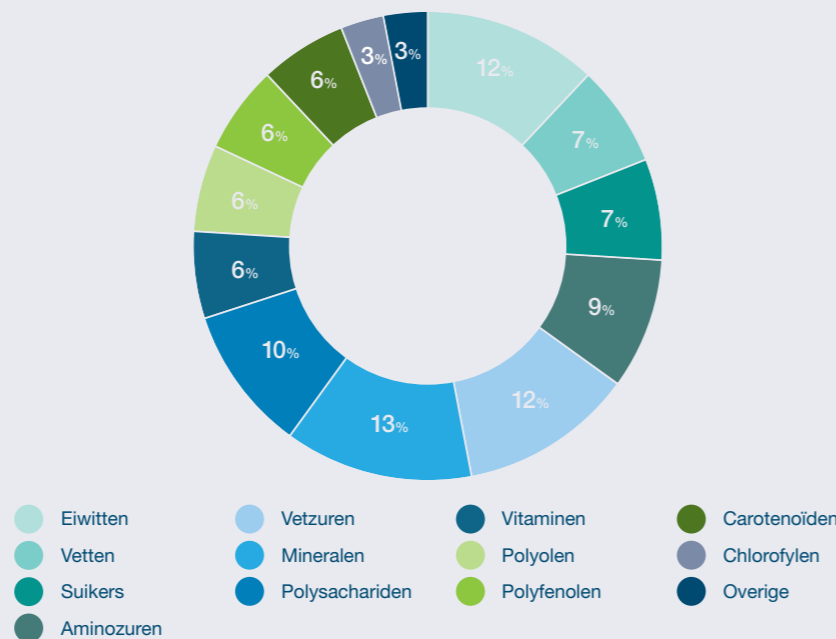
We pleiten ervoor om van de zeewiersector geen aparte sector te maken, maar **volop in te zetten op integratie van zeewieractiviteiten in de bestaande sectoren en het connecteren van deze sectoren via een ketenbenadering**. Om een lokale waardenketen van zeewier in Vlaanderen te realiseren zal er kennisuitwisseling tussen producent-verwerker-retailer nodig zijn om productie en consumptie op elkaar af te stemmen en tussen bedrijf-overheid-onderzoek om de nodige randvoorwaarden inzake kwaliteit, voedselveiligheid, regelgeving en maatschappelijk draagvlak te creëren.



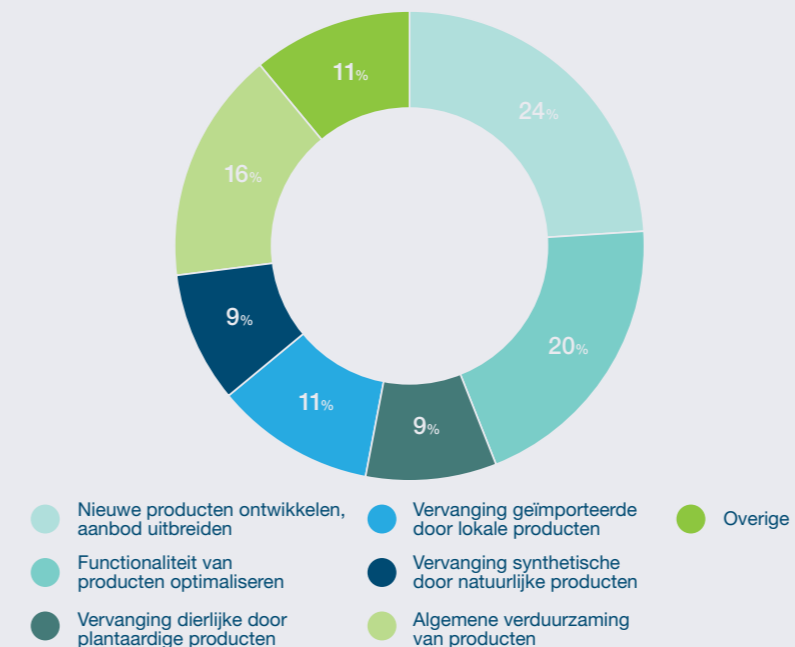
Domeinen met actieve interesse in zeevieren



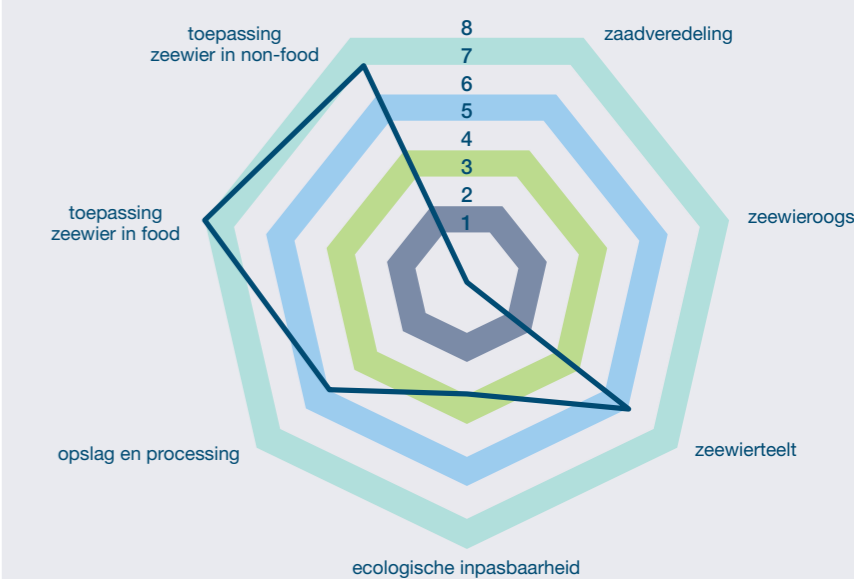
Componenten waarin bedrijven geïnteresseerd zijn



Economische motieven voor het gebruik van zeevieren



Expertise bij de Vlaamse kennisinstellingen



Commerciële spelers

Er zijn een handvol bedrijven die activiteiten rond zeevieren hebben, echter niet als core business maar als onderdeel of in aanvulling van hun hoofdactiviteit. Deze activiteiten omvatten geen commerciële kweek of raffinage van zeevieren, maar zijn beperkt tot **retail of het verwerken van zeewier “as such” in voeding, veevoeding of voedingssupplementen**. Het zeewier wordt daartoe (vers of gedroogd) aangekocht in het buitenland (vnl. Frankrijk, Ierland, Nederland). In volgende marktsegmenten in Vlaanderen hebben zeevieren al een ingang gevonden: 1/ bereiding van vers (ingekocht) zeewier door chefs en horecazaken, 2/ verkoop van vers, gedroogd en bereide zeewier-producten door speciaalzaken, grote retailers (o.a. Albert Hein, Delhaize, Colruyt Laagste Prijzen, Bio-Planet), groenteverwerkers en kleinschalige producenten van superfoods, en 3/ verwerking van droog (ingekocht) zeewier door lokale bakkers, chocolatiers, ... of als ingrediënt in voeders, aquafeed, of voedingssupplementen.

Het commercieel gebruik van zeewier in Vlaanderen is op heden kleinschalig en bijna uitsluitend op voeding gericht. Het potentieel van zeevieren zit echter vooral in zijn geraffineerde vorm waarbij elke component afzonderlijk gevaloriseerd kan worden. Uit een bevraging van de 37 geïnteresseerde bedrijven blijkt **de interesse voornamelijk uit te gaan naar eiwitten, vetzuren en mineralen**, en minder naar de bio-actieve bestanddelen (micro-componenten) van zeevieren.

Er is wel een groeiende vraag naar zeevieren, vnl. vanuit de horecasector, en een toenemende interesse voor nieuwe productontwikkeling bij voedings- en veevoedingsbedrijven. Zo was zeewier dressing één van de winnaars van het World Seafood Expo in 2017¹⁰. Uit een bevraging van de 37 bedrijven met actieve interesse in zeevieren, blijkt **de grootste drijfveer voor innovatie op basis van zeewier te liggen in het uitbreiden van het productaanbod en het optimaliseren van functionaliteiten**. Via de try-out boxen, gratis aangeboden door SeaConomy, werden door een 15-tal bedrijven experimenten rond gebruik van zeewier uitgevoerd. Hieruit zijn 3 commercialiseerbare producten gekomen.

Experten voor zeewieronderzoek

Een bevraging van de kennisinstellingen in Vlaanderen naar hun inzetbare expertise voor onderzoek langsheen de zeewierketen werd uitgevoerd zodoende een beeld te krijgen van het kennislandschap. Hieruit blijkt dat er 44 vakgroepen zijn, verspreid over **14 verschillende kennisinstellingen of expertisecentra, die hun expertise en infrastructuur kunnen inzetten om kennis op te bouwen rond verschillende aspecten van de zeewierketen** vertrekkende van de verworven expertise bij pionierende Vlaamse bedrijven. Deze onderzoeksgroepen zijn veelal niet gespecialiseerd in kweek of verwerking van zeewier zelf, maar gaan uit van de reeds opgebouwde kennis rond micro-algen, en zijn geïnteresseerd om in de toekomst expertise uit te breiden in functie van de verdere ontwikkelingen in de zeewiersector, bij voorkeur indien dit vraag gedreven is vanuit het bedrijfsleven. Het zwaartepunt van de expertise in Vlaanderen situeert zich vooral op vlak van de verwerking van zeevieren tot halffabricaten of eindproducten en de extractie van componenten (vb lipiden, eiwitten, kleurstoffen). Daartegenover staat dat er **geen (of slechts beperkte) Vlaamse knowhow is inzake zaadveredeling en zeewieroogst**. Slechts één universitair labo (Universiteit Gent) focust op reproductie van macrowieren.

Voor wat betreft nieuwe productontwikkeling kunnen de sterktes van de kennisinstellingen alvast gekoppeld worden aan de noden van het bedrijfsleven. De kennisinstellingen zitten op dit moment dan ook waar de economische belangen minder groot zijn, met name zaadveredeling, opslag en stabilisatie van zeewier. Deze expertise is echter noodzakelijk en moet vervolgens commercieel gevaloriseerd worden indien we een lokale waardenketen willen opzetten in Vlaanderen. **Belangrijk is dat verdere kennisopbouw gecoördineerd verloopt tussen de verschillende kennisinstellingen en dat deze maximaal binnen Vlaanderen gevaloriseerd wordt.**

ECONOMISCHE HAALBAARHEID

Het marktpotentieel voor zeewieren is op korte termijn het grootst in de voeding, veevoeding en supplementensector. In Europa worden zeewieren voornamelijk gebruikt voor de productie van hydrocolloïden. Dit zijn zeewierextracten die gebruikt worden als verdikkingsmiddel, emulgator of bindmiddel. **Zeewier as such als voedingsmiddel is op dit moment een nichemarkt in Europa**, waarbij zeewier voornamelijk gebruikt wordt als ingrediënt in sushi, soepen, salades, vegetarische burgers, en tappenades. Nochtans heeft zeewier het potentieel om de nutritionele waarde van gekende voedingsproducten te verbeteren. Makkelijk toegankelijke markten zijn gericht op de incorporatie van zeewieren in gekende levensmiddelen zoals in hybride (=deels non-meat) vleesproducten, als zoutvervanger, als smaakmaker als natuurlijke antioxidant. Dit past binnen de maatschappelijke trend naar een meer evenwichtig voedingspatroon. Ook in de veeteelt en aquacultuur zijn tal van toepassingen voor zeewieren mogelijk. Niet enkel omwille van de voedingswaarde maar ook omwille van de bioactieve werking zijn zeewieren voor deze sector interessant. De belangrijkste toepassingen van de toekomst voor zeewieren in Europa situeren zich in de zoektocht naar alternatieve eiwitbronnen, antibioticavervanging (antimicrobiële stoffen), prebiotisch effect op de darmmicrobiota van dieren (polysachariden), reductie van methaanproductie door rundvee, natuurlijke alternatieven voor mineralen-supplementen of biofortificatie van dierlijke producten (vb. eieren rijk aan omega-3-vetzuren of varkensvlees rijk aan jodium).

Uit de marktbevraging die werd uitgevoerd door SeaConomy kunnen we stellen dat **Vlaamse bedrijven op zoek zijn naar ingrediënten voor voedings- en voederproducten met functionele activiteiten**. Veelbelovende business cases voor deze sectoren zijn “lokale geïntegreerde kweek van zeewieren en schelpdieren”, “zeewier als eiwitbron in feed”, “zeewier als zoutvervanger bv. in brood”, “zeewier als biostimulans”. Voor de uitwerking van elk van deze cases is er verder voorbereidend onderzoek nodig, wat door de SeaConomy partners reeds opgestart werd. Om de Vlaamse zeewierketen economisch rendabel te maken is het belangrijk dat de push (kunnen aanbieden van product) en de pull (interesse in gebruik van zeewieren) zo goed mogelijk op elkaar afgestemd worden zodat de gewenste soorten gekweekt worden in de gewenste volumes, vorm, en kwaliteit. Dit afstemmen van vraag en aanbod vergt de uitwisseling van kwalitatieve data doorheen de keten. De overheid zou deze uitwisseling van data als neutrale partij kunnen faciliteren. Daarnaast is de continuïteit in samenstelling en aangeleverde volumes van belang voor de voedings- en voedersector.

Hierna worden de vermelde cases (voor kweek, voeding en voeders) meer in detail besproken.



Lokale kweek van zeewieren

In het huidige Mariene Ruimtelijk Plan (MRP) voor het Belgisch deel van de Noordzee (2014-2020) zijn er twee zones gedefinieerd in de windmolenconcessiezones van Belwind I en C-Power waar commerciële aquacultuur toegelaten is mits de goedkeuring van de offshore windpark concessiehouders. Toch laten deze twee zones o.a. omwille van hun afstand tot de kust als door hun ligging in de offshore windmolenparken vandaag niet toe om er op korte termijn een geïntegreerde aquafarm te ontplooiën. Om een Vlaamse aquacultuur sector te ontluiken is er nood aan zones **dicht bij de kust**, idealiter in **open wateren**, en met een **snelle vergunningsaanvraag**. Mede omwille van deze diverse redenen vindt het onderzoeksproject Value@Sea plaats op enkele km's van de kust voor Nieuwpoort. Desalniettemin is kweek in de offshore windmolenparken een veelbelovende piste voor de langere termijn. Om op deze nood in te spelen heeft het SeaConomy-consortium een aanvraag ingediend voor zes zoekzones voor extractieve aquacultuur¹¹ in het kader van het MRP 2020-2026. Na beraad van de aanvraag door de staatssecretaris voor de Noordzee De Backer werden alle zes zones opgenomen in het voorstel van het KB, maar het is essentieel dat deze zones ook na de publieke consultatieronde in de loop van 2018 worden weerhouden. Makkelijk bereikbare zones dichtbij onze kust kunnen een hefboom zijn in de ontwikkeling van zeewierboerderijen in het Belgische deel van de Noordzee.

De marktwaarde van zeewier ligt in andere Europese landen tussen €5-7,5/kg vers product of €75-€100/kg droog product¹². Lokaal gekweekt zeewier zal dus hiermee moeten kunnen concurreren. Een ruwe inschatting van de business case wijst op een kostprijs van ca. €3/kg voor de lokale kweek en aanlanding van vers zeewier. Een ingevroren of droog product kan geproduceerd worden tegen een meerkost van €0,20-0,50/kg vers zeewier. De voornaamste factoren die de economische haalbaarheid van lokale kweek beïnvloeden en op heden onzekerheden creëren voor potentiële kwekers zijn de beschikbare zones, een gebrek aan gegevens m.b.t. de groeisnelheden, de kwaliteit van de geoogste wieren, eventuele risico's (schade door derden, stormschaad, etc.), en continuïteit doorheen het jaar¹³.

Lokale kweek van zeewieren heeft vandaag **nood aan schaalgrootte om economisch haalbaar te zijn**. Enkele mechanismen om in te spelen op het 'economics of scale'-aspect van maricultuur en om kweek in het BNZ te faciliteren zijn: gegarandeerde afnames van aanzienlijke volumes, verticale integratie van productie en afname, het goed afstemmen van vraag en aanbod, of een combinatie hiervan. Vooral verticale integratie van productie en afname zou een sterk instrument zijn om lokale kweek op te starten in het BNZ. Een producent die zeewieren kweekt voor eigen gebruik kan dan per seizoen een kleine surplus aan zeewieren produceren om aan derden te verkopen. Zodoende kan het aanbod en de afzetmarkt gestaag groeien. Ook goede afspraken tussen producenten en afnemers zijn een sterke enabler voor lokale kweek van zeewieren.



Inschatting benodigde schaalgroottes voor food en feed (zie MRP).

Er zijn **diverse risico's die gepaard gaan met lokale kweek**, nl. de impact van uitzonderlijke winterstormen, het belang van begroeiing van de oogstklare zeewieren met allerlei mariene organismen (zoals bryozoa of hydroïden) en vervuiling van zeewieren met allerlei chemische contaminanten uit de zee (bv. zware metalen), het risico op aanvaringen door schepen met diepgang (> 1.5 m) vooral vanwege de minder ervaren recreatieve vaarders, etc.

De industrie stelt een aantal **criteria aan de producenten van zeewieren**, die betrekking hebben tot de continuïteit in kwaliteit, samenstelling, en volumes van de aangevoerde wieren. Het belang en de risico's die gepaard gaan met deze factoren zal gedurende proefprojecten in de Noordzee (zoals Value@Sea) bepaald moeten worden. Voor bepaalde sectoren zoals biomaterialen, chemicaliën, en bio-energie zijn bovendien aanzienlijke minimum volumes en lagere kilo-prijzen nodig (dan de volumes en prijzen die nu worden beoogd om de niche markten te bedienen voor producten met hoge toegevoegde waarde). Het gebruik van zeewieren voor de productie van bulk producten in deze sectoren zal slechts op langere termijn mogelijk worden en in een interregionale kader (bv. de Noordzee-regio, zie langetermijnvisie). Vandaag zijn zeewieren nog te kostbaar om te verwerken tot bio-brandstoffen of biomaterialen.

Zeewieren als eiwitbron in feed

De proteïne-inhoud van sommige algen is vergelijkbaar met deze van proteïnerijke landplanten zoals sojabonen¹⁴. Voornamelijk roodwieren (35-47% van het gedroogde gewicht) en in mindere mate groenwieren (10-26% van het gedroogde gewicht) beschikken over een relatief hoog eiwitgehalte terwijl dit in bruinwieren gewoonlijk veel lager ligt (3-15% van het gedroogde gewicht). Bovendien geven wetenschappelijke studies aan dat sommige zeewieren over een gunstiger aminozuurprofiel (vnl. asparaginezuur en glutaminezuur) beschikken dat in vele gevallen rijker is aan essentiële aminozuren dan dat van landplanten.

Voeders zijn opgebouwd uit verschillende nutritionele componenten waarvan de eiwitcomponent de voornaamste kwaliteits- en kostbepalende component vormt. De belangrijkste eiwitleveranciers voor de voederindustrie en aquacultuur zijn vandaag respectievelijk soja en vismeel. Hoewel de soja- en vismeel industrie in een verduurzamingstraject zitten wordt voor de sojateelt echter nog grote gebieden van tropische wouden gekapt en draagt de stijgende vraag naar vismeel bij tot overbevissing van de oceanen. Bovendien heeft respectievelijk 75 % en 50% van de zeewieren hogere gehalten aan essentiële aminozuren dan vismeel en sojameel. Vele zeewieren hebben dus een vergelijkbare of zelfs hogere proteïnekwaliteit dan de traditionele eiwitbronnen¹⁵, hierbij moet natuurlijk ook wel rekening gehouden worden met de verteerbaarheid van de proteïnen (die vanzelfsprekend beter is voor dierlijke bronnen). Indien soja- en vismeel gedeeltelijk vervangen zouden kunnen worden zou dit een significant positief effect hebben wat betreft duurzaamheid.

De economische eiwitwaarde werd bepaald voor 4 verschillende zeewiersoorten (dulse, zee-sla, nori, en wakame) voor toepassing in voeding voor zeugen (in dracht en lactatie), biggen en vleesvarkens. De eiwitwaarde is de maximale prijs van zeewier als eiwitcomponent in concurrentie met soja 46 RE, die een huidige marktprijs van 400 à 600 euro per ton heeft. Het blijkt dat de eiwitwaarde sterk varieert tussen de zeewiersoorten en daarbij ook afhankelijk is van de diergroep, leeftijd en productiestadium. De beste waardering wordt bekomen voor nori als zeugenvoeder, omdat dit zeewier positieve nutriënten bevat voor voeders rijk aan celstof en voedingsvezels wat zich vertaalt in een meerwaarde. Zelfs in dit meest gunstige scenario mag het droog zeewier niet meer kosten dan €390 per ton om als alternatief voor soja te dienen.

Onder de huidige marktcondities is het dus economisch gezien niet interessant om zeewier als eiwitbron in te zetten om veevoerders te verduurzamen. Op korte termijn kan zeewier wel een commerciële toepassing vinden als additief (tot 1% bijmenging) in (aqua-)feed. Hierbij zijn het vooral de gunstige gezondheidseffecten (o.a. betere spijsvertering en immuniteit) van de bio-actieve componenten in zeewier die economisch gewaardeerd worden.



Zeewieren als zoutvervanger in brood

De Hoge Gezondheidsraad beveelt aan de zoutinname te beperken tot minder dan 5 gram per dag, terwijl de gemiddelde zoutconsumptie in België 9,5 gram per dag bedraagt.¹⁵ Het grootste deel van de zoutinname gebeurt door het consumeren van bereide producten, zoals kant-en-klare maaltijden, brood en gebak, bouillon, conserven en bereide vis- en vleeswaren. Bovendien heerst een chronisch jodiumtekort bij 2 miljard mensen wereldwijd, waarvan 20% in Europa woonachtig zijn. Volgens de aanbevelingen van de Wereld Gezondheidsorganisatie moeten pasgeborenen en kinderen dagelijks 50 tot 120 microgram jodium opnemen, volwassenen tot 150 microgram en vrouwen die zwanger zijn of borstvoeding geven meer dan 200 microgram.¹⁶ Door zeewier(poeder) te gebruiken als zoutvervanger in brood, kan worden ingespeeld op beide problematieken en tegelijk een **verminderde consumptie van zout en verhoogde consumptie van jodium** bewerkstelligd worden. Doorgaans hebben zeewieren een concentratie van 2-5% aan Na-zouten en 2-12% aan K-zouten, in combinatie met een concentratie aan mineralen die 10-100 keer hoger liggen dan traditionele groenten (tot 30% van DS). Het potentieel als zoutvervanger is het grootst voor bruine wieren. Om een equivalent zoutgehalte van 1 g keukenzout te bekomen is 9-18g zeewier nodig.



Zoutverlaging in voedingsproducten heeft een **duidelijke impact op de smaak**. Dit wordt door consumenten met een klassiek westers smaakpatroon ervaren als minder lekker. Bovendien kan zoutverlaging een impact hebben op de houdbaarheid van producten. In brood wordt zout echter niet toegevoegd omwille van de houdbaarheid. Broden hebben sowieso een eerder korte houdbaarheid en worden beschouwd als vers product. Of er een significant effect op de houdbaarheid optreedt door zoutvervanging in brood, zou verder onderzocht moeten worden. De toevoeging van zeewier in bereide voedingsproducten kan het zoutgehalte significant verminderen en tegelijk het jodiumgehalte verhogen. Zeewieren bevatten bovendien **andere nuttige mineralen die de menselijke gezondheid ten goede komen**.

Er zijn echter drie potentiële barrières voor dergelijke toepassing: kostprijs, smaakafwijking en kleurafwijking van de producten. Zout is een goedkoop ingrediënt €0,10-0,20 per kg van vele bereide voedingsproducten. Het is bijgevolg van belang om de kostprijs van zeewier zo laag mogelijk te houden. Op heden zijn er voorbeelden van tot +/- 40% zoutvervanging in voeding. Indien 40% van het zout in brood vervangen wordt door zeewier aan de hierboven beschreven prijs van €75 – €100 per kg droog product, betekent dit dat de prijs van een groot brood met €0,30 tot €0,40 zal stijgen. Dit is een meerkost, die voor nichebroden aanvaardbaar zou kunnen zijn. Hier kan ook de smaak en de kleur van een 'zeewierbrood' als positief worden gepercipiëerd. Er lijkt een realistische business case mogelijk. Om in competitie te gaan met gangbare broden zal de prijs van zeewier daarentegen erg laag moeten gehouden worden.



Zeewieren als biostimulans

Gesulfateerde polysacchariden (SP) uit bruine algen (buzzword 'fucoidan', in werkelijkheid meerdere fracties) worden reeds gebruikt in supplementen voor verscheidene gezondheidstoepassingen. Er bestaat interesse voor gesulfateerd galactofucan uit *Saccharina latissima* en andere fucose-bevattende SP. Voor menselijke toepassingen worden beta-1,3-glucanen ingezet in immuunondersteuning en cholesterolverlaging. Laminarine, een betaglucan uit *Laminaria*-soorten (en bvb ook *chrysolaminaria* uit diatomeeën) wordt geëxtraheerd uit sporofyten van *Laminaria digitata* en verkocht onder de merknaam Phycarine. Laminarine blijkt het immuunsysteem te stimuleren en in gesulfateerde vorm heeft het potentieel als ontstekingsremmende stof. Hoewel deze stoffen reeds gebruikt worden in voedingssupplementen is hun potentieel enorm omdat deze toepassing nog vrij onbekend is. Zo bieden **alginaten een veelbelovende toepassing als maagbeschermer** om de klassieke maagzuurremmers zoals antihistaminica en protonpompinhoren te vervangen (400 miljoen voorschriften in 2014, bron RIZIV).

Reeds in 2011 stelde WHO 21000 doden vast in Europa wegens *Staphylococcus aureus* infectie door het ongebreideld gebruik van antibiotica vooral in de veeteelt. Daarom geldt momenteel een verbod op het preventief gebruik van antibiotica wegens resistentie. Alginaten kunnen **een oplossing bieden voor ziektebestrijding en zo het**

DUURZAAMHEID VAN DE ZEEWIERKETEN

Zeewieren kunnen op verschillende vlakken bijdragen aan de ecologische duurzaamheid, zo blijkt ook uit enkele case studies waarbij de ecologische impact werd bekeken volgens de Europese Product Environmental Footprint methodologie (PEF)^{17,18}. De resultaten van de studies konden enkele veronderstelde voordelen van lokaal zeewier op gebied van ecologische impact verder onderbouwen, met name potentiële lagere ecologische impact van lokaal zeewier t.o.v. andere voedingsproducten- of grondstoffen^{19,20,21}. Toch zijn er nog enkele uitdagingen om meer inzicht te krijgen in de ecologische impact en om de PEF van producten en ketens met lokaal zeewier verder te kunnen verlagen: kweken en oogsten, verwerken en vermarkten van zeewier.

“Zeewierteeltsystemen kunnen een bijdrage leveren aan de biodiversiteit, de waterkwaliteit en het klimaat.”

antibioticagebruik reduceren omdat ze het natuurlijke immuunsysteem stimuleren alsook een betere voorziening van zuurstofaanvoer door het aanwezige chlorofyl in de alginaten. Het potentieel is enorm omdat er geen alternatieven zijn en intussen bewezen zijn dat alginaten wel degelijk effectief zijn als preventie. Het marktpotentieel is moeilijk in te schatten maar volgens het Belvet rapport (2016) wordt in de Belgische veeteelt 86.8 ton penicilline, 65.3 ton sulphonamides and trimethoprim en 49.8 ton tetracyclines gebruikt. Het is duidelijk dat als slechts 5% van het antibioticagebruik kan vervangen worden door alginaten de omzet aanzienlijk is. In Frankrijk is één producent actief (Olmec) met alginaten voor veeteelt.

Door de nieuwe wetgeving van kracht sinds 1 januari 2015 mogen gemeenten geen pesticiden meer gebruiken. Dit betekent dat aangetaste planten niet kunnen behandeld worden. Oplossing is het **gebruik van alginaten als biostimulators om pesticidegebruik te verminderen**. Omdat er weinig of geen aanbod is en ook omdat deze toepassing onbekend is nog weinig omzet. In Frankrijk is ook Olmix de enige firma met een aanbod van biostimulatoren voor de landbouw. Mits actie is het potentieel enorm. In 2015 gebruikten de openbare besturen 8.8 ton pesticiden (bron VMM). Maar ook anders sectoren kunnen gebruik maken van deze alginaten (o.a. graantelers, aardappel-telers, tuinbouwers).



Kweken en oogsten van zeewieren

Teeltmethoden voor zeewieren zijn meestal varianten van installaties met touwen^{22,23} of textielen²⁴. De eerste resultaten in de PEF studie tonen aan dat naast de productiviteit per hoeveelheid teeltsubstraat, ook het gebruikte materiaaltype een belangrijke bijdrage levert aan de ecologische impact. Het inzetten van hernieuwbare materialen voor lokale teelt kan hier voor een verdere reductie van de PEF zorgen. Het **inzetten van duurzame materialen of materialen met een lagere milieu-impact** in een mariene omgeving zoals het Belgisch deel van de Noordzee vormt dus zeker een focus voor verdere technologische ontwikkeling.

De beschikbaarheid van betrouwbare gegevens over de oorsprong van gecultiveerd en wild geoogst zeewier vormt vandaag een barrière om onderbouwde conclusies te kunnen trekken wat betreft de impact van wild versus gekweekt zeewier. Zo zijn er bijvoorbeeld geen of onvoldoende gegevens beschikbaar over de zeewierteelt in Frankrijk en Azië, en geen gegevens over de impact van wild geoogst zeewier. Het **verzamen van betrouwbare gegevens en deze onderbrengen in databanken** dient minstens op Europees niveau te gebeuren. Een eerste stap is gezet door het Marine Stewardship Council (MSC) en Aquaculture Stewardship Council (ASC) in november 2017 met de publicatie van een gezamenlijke internationale zeewierstandaard als duurzaamheidslabel voor respectievelijk wild en gecultiveerd zeewier. Bijkomende studies die deze eerste PEF screening verder kunnen onderbouwen kunnen ook extra factoren inbouwen bij de berekening van de PEF. Zo benadrukt de Europese Commissie Regionaal Beleid het belang van “ecosysteemdiensten” voor aquacultuur op zee, met name in het behoud van biodiversiteit. In een rapport van de LEI over zeewier²⁵ als natuurlijk kapitaal worden ook andere potentiële **ecosysteemdiensten zoals golfdemping en kustbescherming** aan zeewierkweek toegekend. Het integreren van ecosysteemdiensten of zelfs de effecten op de menselijke en dierlijke gezondheid in de berekening van de PEF is een volgende stap richting om een holistische aanpak voor het bepalen van de ecologische impact van aquacultuur op zee, inclusief zeewierkweek.

Verwerking van zeewieren

Zeewieren dienen gestabiliseerd (ev. via drogen) te worden voor gebruik in diverse voedingsproducten, diervoeder, en als biostimulant in nutraceuticals. Vriesdrogen is een courante vorm van drogen met een minimale impact op de samenstelling, nutritionele waarde en werking van bioactieve componenten. Tegelijk geeft het droogproces wel de grootste ecologische impact in het productieproces van producten met gedroogd zeewier, vanwege het hoge energieverbruik. Daarom wordt zeewier in het buitenland veelal passief gedroogd op het strand of in drooghutten. Alternatieve droog- en stabilisatietechnieken zoals **energiezuinig drogen en fermenteren zijn vandaag in beperkte mate beschikbaar** of nog in ontwikkeling.



“De zeewierteelt zorgt voor golfdemping en een vermindering van stroming, waardoor de kust beter beschermd is.”

Energie-efficiënte droog- en stabilisatietechnieken zullen in belangrijke mate bepalend zijn voor de opschaling van de zeewierketen weg uit het artisanale naar het industriële. Betere en nieuwe stabilisatietechnieken zullen bovendien leiden tot een hogere kwaliteit en verlaging van de PEF van producten verrijkt met zeewieren. Bijkomend zullen deze nieuwe technologieën aan belang winnen wanneer zeewieren worden ingezet in bioraffinage, een proces waarbij het uitgangsmateriaal optimaal benut wordt voor onder meer voeding, veevoeder en bouwstenen voor de circulaire economie.²⁶

Zowel voor de teeltmethode als de droogtechnologie vormt het energie- en materiaalgebruik de grootste ecologische impact. Naast het verlagen van het energieverbruik is de gebruikte energiemix doorslaggevend. Het **inzetten op hernieuwbare energie in de volledige zeewierketen**, van het productieproces, over de distributie tot bij de eindgebruiker, is dus een belangrijke factor in het verhogen van het potentieel van zeewier m.b.t. het verlagen van de ecologische voetafdruk.

Vermarketing van zeewieren

De consumptie van vers en lokaal zeewier als groente of als vleesvervanger kan de ecologische impact van menselijke voeding verlagen²⁷. Op basis van onze eerste studies kan ook de toevoeging van gedroogd zeewier in verwerkte producten de impact van het eindproduct verlagen. De impactverlaging is het grootst als vleesvervanger maar ook bij vegetarische producten is er potentieel door het aandeel lokaal zeewier te verhogen. Het totaalpotentieel van zeewieren voor het verder verlagen van de PEF van menselijke voeding in Vlaanderen dient zeker verder bekeken worden.

Zeewieren kunnen ook bestaande ketens verder verduurzamen. Door zeewieren te verwerken in diervoeders kan de impact van de vleesproductie in bepaalde categorieën verlaagd worden. Het toevoegen van specifieke soorten zeewier aan het dieet van runderen heeft een **positieve impact op de methaanuitstoot**²⁸ en kan zo de impact op klimaatverandering tegengaan. Om een totale verlaging van de PEF te bekomen, moeten de zeewieren niet als additief beschouwd worden, maar als voedingsbron. Verdere studies moeten uitwijzen welke winst op gebied van ecologische voetafdruk kan bekomen worden met de 1-op-1 vervanging van minder duurzame eiwitbronnen zoals soja.

Veel zeewieren zijn een duurzame bron van bioactieve stoffen en kunnen ingezet worden als voedingsadditief of biostimulant. We bestudeerden het inzetten van eiwithydrolysaten uit *Saccharina latissima* en konden concluderen dat deze ingezet kunnen worden als duurzame biostimulant voor de biofortificatie van gewassen in de particuliere en professionele land- en tuinbouw, mits vooruitgang in energiezuinigere droog- en stabilisatietechnieken.

EXTERNE BARRIERES VOOR UITBOUW ZEEWIERKETEN

Het feit dat lokale kweek, verwerking en vermarkting van zeewieren in Vlaanderen moeizaam ingang vindt, is te wijten aan een reeks van externe barrières langsheen de waardenketen. We spreken van externe barrières omdat de oplossing ervan buiten de zeewiersector zelf ligt, maar eerder in de randvoorwaarden om economische activiteiten te ontplooiën. Willen we de zeewiersector ontluiken, dan is het van cruciaal belang dat deze vicieuze cirkel van barrières doorbroken wordt.



Ruimtegebruik op zee

In het voorstel van het Koninklijk Besluit voor het nieuwe Marien Ruimtelijk Plan (2020-2026) zijn de zoekzones voor commerciële aquacultuur, zoals voorgesteld door SeaConomy, weerhouden. Het is van vitaal belang dat deze zones weerhouden worden tot in het finale MRP en **zo snel mogelijk ter beschikking gesteld worden om commerciële extractieve aquafarms mogelijk te maken.** Tevens dienen duidelijke en eenvoudige vergunningsprocedures worden opgezet om deze economische activiteit in Vlaanderen te ontluiken. Door succesvolle aquafarms in open wateren te houden kan draagvlak gecreëerd worden bij de concessiehouders van offshore windparken zodat Vlaanderen kan toewerken naar ruimtelijke integratie van duurzame voedsel/biomassa-productie in de aquafarm en de productie van hernieuwbare energie via windturbines.

Draagvlak bij de gebruikers van de zee (visserij, transport en toerisme)

Er beweegt veel op zee, zij het nieuwe ontwikkelingen en projecten voor onder andere kustverdediging, energiewinning, energieopslag, en aquacultuur, zij het op wetgevend vlak met de Brexit, de strenger wordende criteria voor visserij vaartuigen, beperkingen voor ombouw of bouw van nieuwe vaartuigen, of regelgeving voor nieuwe technieken (cfr. pulskor). Deze ontwikkelingen gebeuren snel en in een internationale context. Er is een **noodzaak om samen met de huidige gebruikers van de zee (toerisme-, transport- en visserijsector) de toekomst tegemoet te gaan** en te zoeken naar mogelijkheden tot onderlinge versterking via samenwerking en ruimtelijke integratie. Zowel de huidige als de toekomstige gebruikers van de zee hebben een actieve rol te spelen in het opzetten van de dialoog al dan niet bemiddeld door overheidsorganen, zoals dit gebeurde door gedeputeerde Bart Naeyaert in 2017 tijdens de gesprekken tussen de diverse aquacultuurprojecten (SeaConomy, Value@Sea, en Edulis) en actoren uit de visserijsector.



Stabilisatie van zeewieren

Vers zeewier heeft een zeer hoog vochtgehalte en beperkte houdbaarheid. Door verschillende stabilisatietechnieken, zoals drogen of fermenteren kan de houdbaarheid verlengd worden en volume en massa van zeewier beperkt worden

Gangbare systemen om zeewieren te drogen zijn een banddroger of trommeldroger. Bij toepassing van deze systemen is het belangrijk dat het materiaal niet de kans krijgt om vast te kleven, want door het zeer hoge vochtgehalte is het product niet zo eenvoudig te drogen. Bij vochtige producten perst men meestal voor, maar bij zeewier is dit zeer moeilijk omdat het een redelijk viskeuze massa is. Na droging (tot 25% droge stof), kunnen zeewieren o.a. een toepassing krijgen als additief in voeding en voeder.

De theoretische kost om zeewier te drogen bedraagt €140 per ton nat. In de praktijk zit men al gauw aan 1.5 euro per kg droog product wil men zeewier drogen. Hiermee komt de werkelijke kost op €200 per ton nat (gerekend aan €0.25/ kg nat). Het droogproces brengt daardoor een extra kost van ongeveer 10% bovenop de productiekost met zich mee, wat toch aanzienlijk is. Voor toepassingen in feed is dit een belemmering omdat de prijzen voor zeewier niet kunnen concurreren met de lage prijzen voor soja. Om een transitie in eiwitten mogelijk te maken, is het van zeer groot belang om voor het drogen van zeewier te **beschikken over betere droogtechnieken of duurzame/goedkope energiebronnen**, zoals bv. restwarmte. Daarnaast moeten gebruikte droogtechnieken in andere sectoren geëxploreerd worden, zoals bv. in de farmaceutische industrie.

Een mogelijk alternatief dat nog verder moet onderzocht worden is het **fermenteren van zeewier**. Mogelijke problemen hierbij zijn verontreinigingen (zoals bryozoa) en gebrek aan suikers, die nodig zijn voor de fermentatie. De kost van fermentatie ligt beduidend lager dan drogen, echter transport wordt dan weer veel duurder. Gefermenteerde zeewieren zijn te gebruiken in de rundveehouderij.

Wetgeving contaminanten

Het is vandaag verboden voedingssupplementen in de handel te brengen met gehalten aan arseen hoger dan 1 mg totaal arseen per kg product (KB 14 juni 2002). Uit beperkte survey van het totale arseengehalte in wieren voor de Belgische kust²⁹ is gebleken dat voor alle onderzochte wiersoorten de wettelijke limietwaarde overschreden wordt. Hoewel het gebruik van quasi alle zeewieren hierdoor verboden wordt, betekent dit echter niet dat wieren als zorgwekkend moeten beschouwd worden. Het arseen in zeewieren is namelijk hoofdzakelijk in een niet-toxische noch bio-beschikbare vorm aanwezig, aangezien enkel het anorganisch arseen is toxisch.

Vandaag kent België geen gelijke concurrentievoorwaarden t.o.v. de andere Europese landen, waaronder Frankrijk en Nederland. **België is het enige land waar gesproken wordt over totaal arseengehalte zonder differentiatie tussen anorganisch en organisch arseen.** In alle andere landen en tevens voor het EFSA is de regelgeving enkel op het anorganisch (=bewezen toxisch) arseen van toepassing. Doordat in andere landen deze strenge wetgeving niet van toepassing is, kunnen andere landen hun producten wel op de Belgische markt kwijt en is er sprake van **concurrentievervalsing en economische schade** voor de Belgische bedrijven. Bovendien kan de huidige wetgeving aanleiding zijn voor een ongegrond perceptie probleem bij de consument. Los van de aanpassing van de limietwaarde voor arseen is het cruciaal dat de chemische en microbiologische kwaliteit van zeewieren nauwgezet worden opgevolgd net zoals alle andere producten uit de zee.

Novel Food Regulation

Levensmiddelen en voedingsingrediënten die vóór 15 mei 1997 nog niet in significante mate werden geconsumeerd in de Europese Unie, worden beschouwd als novel food en moeten grondig beoordeeld worden voor ze op de markt gebracht mogen worden. Momenteel worden er 21 zeewiersoorten (8 bruine, 11 rode en 2 groene soorten) niet als novel food beschouwd. Deze kunnen ongehinderd vermarkt worden. In de Noordzee komen er echter een 80-tal soorten zeewier van nature voor, wat betekent dat niet het volledige potentieel van lokale zeewieren geëxploiteerd kan worden. Daarbij zit de grootste toegevoegde waarde van zeewier in de afzonderlijke componenten (eiwitten, pigmenten, antioxidanten, etc.), maar elk extract (=mix van componenten) van zeewier wordt als novel food ingrediënt beschouwd, onafhankelijk van de soort waaruit ze afkomstig zijn. Voor componenten die geïsoleerd werden uit zeewier is goedkeuring vereist voor hun gebruik ervan als ingrediënt in voedingsmiddelen. Concreet betekent de novel food regulation **een rem op innovatieve productontwikkeling** in zowel de voedings- en voedingssupplementensector, terwijl het economisch potentieel op korte termijn hier juist het grootst is.

Draagvlak bij de consument

Momenteel is het draagvlak voor zeewier in voeding eerder beperkt. Zeewier is voor de gemiddelde consument een product waarin ze eerder latent geïnteresseerd zijn en nog heel wat vraagtekens bij hebben. Consumenten hebben twijfels over de smaak, textuur en bereidingswijze van zeewier. Door het ontbreken van een gebruikscontext is het voor de consument moeilijker om zeewier toe te passen in de eigen keuken. Zeewierproducten zijn –met uitzondering van Aziatische producten en gerechten– slechts in beperkte mate vindbaar op de markt, met name in natuurwinkels of speciaalzaken. Gebruikers van zeewieren zijn dan ook voornamelijk consumenten met een zeer bewuste kijk op voeding of het milieu. Voor hen zijn zeewieren een interessant product, dat geassocieerd wordt met een progressief, alternatief product met functionele voordelen (die weliswaar niet duidelijk gedefinieerd zijn). **De gemiddelde consument zou echter wel kunnen warm gemaakt worden voor een product dat gezond, lekker en ecologisch verantwoord is.** Producten op basis van zeewier kunnen hieraan perfect voldoen. De grote uitdaging wordt om de consument te overtuigen om zeewieren vaker te gaan proberen en meer routinematig te gebruiken. **Vandaag weet de consument vaak niet hoe zeewieren smaken of hoe ze te verwerken zijn in gerechten.** Zeewieren zijn duidelijk een toekomstgericht product. Dit impliceert dan ook een leerproces. Algemeen hebben consumenten nood aan meer kennis over de functionele voordelen van zeewier en aan heel praktische handvaten om met zeewier aan de slag te gaan in de dagelijkse keuken. Het is belangrijk dat consumenten vertrouwen krijgen in het feit dat zeewier een lekker ingrediënt kan zijn in hun voeding. Zeewier wordt op dit moment voornamelijk gezien als een extra en minder als een hoofdbestanddeel van de maaltijd. Deze (bij)rol die zeewieren vervullen wordt wel als positief ervaren. Heel wat actoren, zoals restaurant chefs, bloggers en food innovators gaan reeds met deze uitdagingen aan de slag om innovatieve producten op basis van zeewieren te lanceren.



Geur, smaak en functies van zeewieren

De karakteristieke (zee)geur en smaak van sommige zeewier kan een barrière zijn voor de adaptatie van zeewier in klassieke voedingsproducten. Indien een significante zoutvervanging door zeewier kan gerealiseerd worden zonder **waarneembare smaak- en textuurafwijking** heeft dit het meeste potentieel in klassieke voedingsproducten. Het is ook hier dat de grootste volumes omgezet kunnen worden. Om in klassieke producten zoutvervanging te realiseren is het **wenselijk dat de toevoeging van zeewier geen effect heeft op het uitzicht van het product.** Bij meer nicheproducten is een kleurafwijking minder problematisch gezien consumenten kiezen om een product met zeewier te kopen. Daarnaast zijn er consumenten die hun vleesconsumptie trachten te verminderen. Hybride vleesproducten kunnen hieraan bijdragen door vlees met ingrediënten van plantaardige oorsprong te combineren. Zo kan zeewier toegevoegd worden en als bron van dieetvezel fungeren en de caloriewaarde van geëmulgeerde vleeswaren helpen verlagen. Terwijl de karakteristieke smaak van sommige zeewieren een barrière kan zijn bij de toepassing als zoutvervanger, bevatten sommige zeewieren als niet-bewerkt product de hoogste hoeveelheden mononatriumglutamaat (MNG; E621), wat **een umami smaak** veroorzaakt. Zeewier heeft als natuurlijke umami bron heel wat potentieel als smaakmaker ter vervanging van MNG: als kruidenmengsel of smaakversterker bij soepen, sauzen, salades, visgerechten, noodles, rijstgerechten...

Ook voor dieren is de smaak van zeewier een beperkende factor. Uit de eerste praktijktesten is gebleken dat runderen niet zomaar gefermenteerd zeewier willen opeten. Er zal dus een geleidelijke opbouw van het aandeel zeewier in het voeder nodig zijn. Tevens zal er wellicht een –vandaag nog onbekende– bovengrens bestaan op de percentages zeewieren die kunnen toegevoegd worden aan diervoeders.



AANBEVELINGEN VOOR ACTOREN IN DE ZEEWIERKETEN

Om de korte- en langetermijnvisie voor de zeewiersector te kunnen realiseren, zijn een aantal acties nodig vanuit zowel bedrijven als kennisinstellingen. Concreet worden hieronder een reeks aanbevelingen geformuleerd voor kleinere (KMOs) en grotere bedrijven (GOs), scholen en kennisinstellingen.



EDUCATIE (scholen en universiteiten)

Zeewieren maken vandaag geen deel uit van onze eetcultuur. Het hoeft dus niet te verbazen dat het gebruik van zeewieren door de modale consument nihil is, ondanks de potentiële voordelen van zeewieren voor het milieu, de gezondheid en de economie.

Er is een belangrijke rol weggelegd om **zeewieren op te nemen in het curriculum van reeds bestaande professionele en hogere opleidingen** om het bewustzijn van het potentieel van deze keten te verhogen. Een warme oproep dus aan de maritieme scholen, kok-scholen, aquacultuur opleidingen, training programma's voor bedrijven en consumenten op om de kweek, verwerking, en het gebruik van zeewieren op te nemen in de opleiding. Het Nederlandse Wageningen Universiteit & Research, WUR, heeft als pionier een BSc minor in Seagriculture opgezet met lessen over mariene systemen, biologie en kweek, duurzame zeewierketens, en innovatie/meerzijdig gebruik. Indien Vlaamse organisaties dit Nederlandse voorbeeld breed gedragen binnen hun eigen domein volgen (zoals de Odisee Hogeschool algenteelt opneemt in de basisopleiding Aquacultuur), kunnen Vlaanderen en Vlaamse ondernemers/starters op korte termijn een sterke concurrentiële positie innemen.

R&D VOOR INNOVATIEVE PRODUCTEN EN TOEPASSINGEN & QUICK WINS (KMO focus)

Vandaag is er nood aan vele diverse, kleine positieve ervaringen met en rond lokale zeewieren zoals een lekkere zeewiersalade, een verrassende zeewiertapenade of kippen-zeewierburger, chocolade met zeewieren, zeewierbrood met minder zout, of het reeds beschikbare vegetarisch aquacultuurvoeder van de Omegabaars (dat vandaag geproduceerd wordt met buitenlandse zeewieren). Om de Vlaamse zeewierketen op gang te trekken is er **nood aan het ontwikkelen van zowel de “push” als de “pull” zijde** van de keten. Kleinschalige kortetermijnprojecten rond kweek op zee en op land, evenals verwerking van buitenlandse zeewieren in diverse voedings- en voederproducten zullen langs beide kanten de zeewierketen op gang trekken. Er wordt veel potentieel gezien in geïntegreerde, multitrofe (IMTA) kweek dicht bij kustlijn of op land gekoppeld aan kleinschalig (artisaan) drogen, versnijden, en vermalen van zeewier, of gekoppeld met het aanleveren van de lokale biologisch gekweekte wieren aan starters & KMOs. Het succes van de try-out boxen met zeewier tonen aan hoe waardevol **praktijkgerichte experimenten zijn in de ontwikkeling van nieuwe producten**. Veel spelers zullen wellicht diversifiëren en naast hun bestaande activiteiten inzetten op een rol in de zeewierketen die aanleunt bij hun expertise: als kweker, verwerker, productontwikkelaar of handelaar. De quick-wins zitten in de productie en vermarkt van Vlaamse zeewieren, samen met Vlaamse mosselen, oesters, schelpen, kreeften als lokale, duurzame, en kwalitatieve producten.

PILOOTPROJECTEN KORTE TERMIJN: HERORIËNTEREN BESCHIKBARE INFRASTRUCTUUR (KMOs & GOs)

Om een lokale zeewierketen te kunnen realiseren moet een lokale oplossing beschikbaar zijn voor elke stap in de waardenketen. Infrastructuur is hier een cruciaal onderdeel van. We kijken hierbij vooral naar integratie van oplossingen in bestaande infrastructuur. Zo is er nood aan opslagruimte voor het geogoste zeewier, bij voorkeur in de buurt van de haven waar aangeland wordt. Gespecialiseerde infrastructuur (zoals deze van de drie Vlaamse visveilingen) biedt gunstige perspectieven m.b.t. locatie, ruimte, én inrichting om mariene producten **te koelen, in te vriezen en te stockeren**. Om zeewieren te wassen en versnijden kan gebruik gemaakt worden van de infrastructuur bij groentenverwerkers. Verwerkers van kruiden en zaden kunnen dan weer ingezet worden voor het **drogen en vermalen** van zeewier tot halffabrikaat voor voeding en voeders. Het komt er dus op aan om de reeds aanwezige infrastructuur zoveel mogelijk te activeren of heroriënteren teneinde grote investeringen in nieuwe infrastructuur specifiek gericht op een sterk seizoensgebonden product, zoals zeewieren, te vermijden.

Er is nood aan pilootprojecten om de haalbaarheid van deze integratie na te gaan en om randvoorwaarden op te stellen m.b.t. productkwaliteit, logistiek, kostprijs, etc. Op basis van pilootprojecten kan dan naar innovatieve oplossingen gezocht worden voor de verwerkingsstappen waarbij bestaande infrastructuur ontoereikend is. Bedrijven kunnen hier zelf een actieve rol opnemen door demo- en pilootprojecten op te zetten waarbij ze de verwerking van zeewier opnemen als nevenactiviteit in hun bedrijfsvoering.

“We roepen maritieme scholen, kok-scholen, aquacultuur opleidingen, training programma's voor bedrijven en consumenten op om de kweek, verwerking en het gebruik van zeewieren op te nemen in de opleiding.”





PILOOTPROJECTEN LANGE TERMIJN: INDUSTRIALISATIE KWEEK & BIORAFFINAGE (GOs)

Vlaanderen staat sterk binnen Europa wat betreft initiatieven rond de circulaire en biogebaseerde economie zoals de Bio Base Europe Pilot Plant, Vlaanderen Circulair, iCleantech Vlaanderen, G-STIC, de Blauwe Cluster, de Industriële Biotechnologie roadmap "Key Enabling Technology" door het CINBIOS, en de visietekst "Bio-economie in Vlaanderen" door de Vlaamse Interdepartementale Werkgroep Bio-economie. De ervaring bij Vlaamse bedrijven en kennisinstellingen kan als hefboom gebruikt worden wil **Vlaanderen een spil worden in het gebruik van zeeieren als grondstof voor de biomaterialen- en bioenergiesector**. Er lopen momenteel meerdere Europese onderzoeksprojecten rond de bioraffinage van hoogwaardige componenten uit zeeieren (SeaRefinery, MacroCascade) en de omvorming van zeeiercomponenten tot biobrandstoffen (MacroFuels).

Vlaanderen dient vandaag langetermijndoelstellingen vast te leggen om deze maatschappelijke omwenteling mogelijk te maken. Immers om Vlaanderen biogebaseerd te maken is er nood aan grondstoffen (DLV & UGent, 2010). Zeewieren die industrieel gekweekt zijn binnen een interregionale context (i.e. verder van de kustlijn, bv. in het Noordzee bassin) zouden een bron voor de biogebaseerde economie kunnen worden. Initiatieven in dit actiegebied moeten reeds vandaag worden aangevangen om de langetermijnvisie (Visie Vlaanderen 2033) mogelijk te maken. Industrialisatie (en automatisering) van zeewierteelt is een prioriteit in Noorwegen en Azië.





AANBEVELINGEN VOOR DE OVERHEID

Ook de provinciale, gewestelijke en federale overheden hebben een belangrijke bevoegdheid-specifieke rol op te nemen in de ontwikkeling van de zeeviersector.



De vitale rol van overheden in de ontwikkeling van aquacultuur wordt benadrukt door de European Committee of the Regions¹. Dit niet alleen vanuit een ondersteunende functie maar vooral als katalysator om gunstige randvoorwaarden te creëren voor economische activiteiten langsheen de waardenketen van zeewier. Hieronder volgen een aantal aanbevelingen voor overheden om mee te helpen bouwen aan de toekomstvisie voor zeewier in Vlaanderen en commerciële projecten op korte termijn mogelijk te maken door externe barrières op te lossen.

INNOVATIEPROGRAMMA VOOR ZEEWIJEREN

Het aantal projecten met zeewier in de hoofd- en bijrol is op korte termijn sterk toegenomen. Lopende projecten met één of meerdere Vlaamse partners zijn o.a. Value@Sea, Coastbusters, NEPTUNA³⁰, SeaRefinery³¹, MacroFuels³², Macro Cascade³³, BioSea³⁴ en MAB4³⁵. Daarnaast zijn nog tal van projecten in de fase van voorbereiding of conceptnota. Deze projecten zijn veelal samenwerkingen tussen bedrijven en onderzoeksinstituten die resulteren in vraaggedreven innovaties (bottom-up) rond zeewier (en aquacultuur in het algemeen). Er is echter **nood om deze innovaties op te schalen en te multipliceren**. Horizontale projecten en valorisatieprojecten, zoals AquaValue en SeaConomy, die zich toeleggen op verbinden van actoren, kennisdeling en creëren van gunstige randvoorwaarden, zijn hierin essentieel. Dergelijke projecten vinden echter moeilijk financiering via de bestaande Europese en Vlaamse innovatieprogramma's omdat deze voornamelijk gericht zijn op technologische innovatie. **De toegankelijkheid van de bestaande subsidiekanalen (o.a. O&O VLAIO, EFMZ) zou moeten verhoogd worden voor projecten die niet-technologisch van aard zijn.**

Om de mariene aquacultuur te helpen doorgroeien, is het subsidiëren van onderzoek en technologische ontwikkeling in verschillende onderdelen van de waardenketen een zinvolle piste². In Nederland heeft de topsector AgriFood in 2017 een Nationaal Zeewierprogramma Voedsel gelanceerd. Dit is een Meerjaren Innovatie Programma (MIP) waarbij de overheid €6 miljoen vrijmaakt voor **publiek-private samenwerking rond zeewier**. De innovaties uit dit programma dragen bij aan een hogere economische opbrengst van zeewier en lagere productiekosten door nieuwe kennis op te bouwen rond integraal gebruik van alle componenten, de circulaire aanpak, het minimaal scheiden op functionaliteit, de lokale productie en de multidisciplinaire ketenaanpak. Deze nieuwe kennis kan leiden naar de productie van nieuwe verdikkingsmiddelen, de productie van bijzondere (laagcalorische) suikers voor voedsel van mens en dier en ingrediënten voor de toepassing van geur-, kleur- en smaakstoffen voor voeding.

In Vlaanderen zou een gelijkaardig onderzoeksprogramma kunnen worden opgestart, complementair aan het onderzoek dat reeds in Nederland gebeurt, om de kennislancunes op te vullen en het potentieel van zeewier (people, planet, profit) ten volle te exploreren en kwantificeren. Voor Vlaanderen werd, op basis van stakeholdergesprekken, een onderzoeksagenda voor zeewier opgesteld. Op heden worden een aantal van deze onderzoeksvragen niet opgenomen, ook niet via het Nederlandse MIP.

Onderzoeksthema's die we naar voor schuiven voor een Vlaams innovatieprogramma

Kwantificeren van de ecologische impact van zeewierkweek. Hoe groot is het bio-remediërend effect van zeewier (nutriënten en CO2 stripping)? Welke ecosystemendiensten levert een zeewierboerderij? Wat is het effect op biodiversiteit?

Kweeksystemen ontwikkelen die toelaten om kwaliteitsvolle, duurzame en lokale zeewier te kweken in de Noordzee. Hoe de beschikbaarheid van zeewier garanderen gedurende het hele jaar en in voldoende grote volumes? Hoe aan ziektepreventie doen? Nood aan broedmateriaal van inheemse soorten.

Kennis opbouwen rond integratie van zeewierteelt met andere functies en co-gebruik van ruimte (o.a. energieopwekking, natuurbescherming). Retrofit en nieuwe WMP. Analyse concessies, methodieken ontwikkelen. Opportuniteiten voor integratie van activiteiten (passieve visserij en kweek van schelpdieren) en ruimte (offshore windparken en bodembescherming) die moeten bekeken worden.

Bepalen van economische impact (positief en negatief) van zeewierteelt op de klassieke sectoren. Welk effect heeft de introductie van competitieve activiteiten op de visserijsector? Hoe omgaan met de seizoenaliteit van zeewier? Voor welke sectoren is dit een probleem, of voor wie is dit net interessant, vb groentenverwerkers?

Ontwikkeling van eco- en kostenefficiënte technologieën om zeewier te stabiliseren en op te slaan. Nagaan waar mogelijkheden zijn voor de uitbouw van drooginfrastructuur in functie van de locaties met laagwaardige restwarmte (< 50°C). Om investeringskosten te beperken moet gezocht worden naar een optimale verhouding van opslagruimte en grootte van de zeewierboerderij. De ontwikkeling van nieuwe opslagconcepten voor zeewier is aangewezen.

Kennis opbouwen rond optimale (hoogwaardige) valorisatie van zeewier. Er is nood aan de ontwikkeling van bioraffinage concepten op maat van de gewenste toepassingen. Hoe zuiver moet een component zijn? Hoe kan de verteerbaarheid van (rest)producten uit zeewier verhoogd worden door middel van extra processing steps?

De speerpuntclusters i.e. Blauwe Cluster, AgroFood en Catalysti hebben een belangrijke rol te vervullen om dit innovatieprogramma te helpen realiseren. In hun verschillende acties (o.a. gericht op zeevoeding en biotechnologie) kan afgetoetst worden op onderzoeksvragen rond zeewier inpasbaar zijn. Idealiter bundelen deze clusters de krachten en worden er middelen vrij gehouden om onderzoeksprojecten rond deze thema's op te zetten. Indien nodig, worden er bijkomende Vlaamse middelen vrijgemaakt om dergelijke **cross-innovatieprojecten tussen de speerpuntclusters**, waaronder zeewier als concrete realisatie, op te starten.



ZEEWIJEREN INTEGREREN IN DE BELEIDSDOMEINEN

Het is belangrijk dat er ruimte en een hefboom gecreëerd wordt voor zeewier-gerelateerde activiteiten in de visie en actieplannen van zowel de Vlaamse als federale beleidsdomeinen. Er is daarom nood aan een geïntegreerd beleidskader voor zeewier dat de acties over de beleidsdomeinen heen op elkaar afstemt en versterkt. In de volgende beleidsdomeinen is het wenselijk om zeewier op te nemen:

- **Visie Noordzee 2050:** kijk op de integratie van zeewierkweek met andere offshore activiteiten en de rol van aquacultuurproducten uit de Noordzee op vlak van voedselvoorziening;
- Landbouw ILVO, VITO, landbouw, verduurzamingstrategieën, convenanten, ...
- **Actieplan "alternatieve eiwitten":** een opening creëren voor zeewier als alternatieve eiwitbron voor de voedersector en in de verduurzaming van de voedselketen (vnl. vervanging soya);
- **Nationaal Strategisch Plan voor Aquacultuur:** meer aandacht geven aan de lagere trofische niveaus waaronder zeewier en het potentiële belang van geïntegreerde aquacultuur (IMTA-systemen) onderschrijven;

Conform de actieplannen, kunnen de reeds bestaande kanalen voor financiële ondersteuning van deze sectoren (o.a. VLIF, EFMZ, demoprojecten landbouw en visserij) toegankelijker gemaakt worden voor activiteiten die gerelateerd zijn aan de kweek, verwerking of vermarkting van zeewier.

Aanvullend kunnen binnen deze domeinen de zeewier-gerelateerde activiteiten die een positief effect hebben op het natuurlijk milieu, een financiële beloning gehanteerd worden². Het is namelijk economisch zinnvoller om de ecologische bijdrage van zeewier te belonen dan om de activiteiten zelf te subsidiëren. Hiervoor kan een vorm van "green payment" systeem ontwikkeld worden, naar analogie met de vergroening van het Gemeenschappelijk Landbouw Beleid (GLB). De ecosystemendiensten die zich er het meest toe lenen om te "verzilveren" zijn door de LEI geïdentificeerd als 1/ afvang van nutriënten, 2/ golfslagdemping en 3/ bijdrage aan de visstand⁹. Ecologische bijdragen van zeewier verderop in de waardenketen zijn vnl. gerelateerd aan de reductie in methaan, antibiotica, pesticiden, landgebruik, geïmporteerde of fossiele grondstoffen.



BIJSTUREN VAN WETGEVING (grijze zones, contaminanten, novel foods, autonome vaartuigen)

Als de zeewiersector wil uitgroeien tot volwaardige sector, is het niet wenselijk dat incidenten aanleiding geven tot het ineensinken van de sector. Omdat zeewier een relatief nieuwe grondstof is, zijn er grijze zones in de wetgeving m.b.t. het garanderen van de voedselveiligheid. De verantwoordelijkheid ligt momenteel bij de producent van zeewier om proefondervindelijk aan te tonen dat het zeewier geen pathogenen of gifstoffen bevat. Er zijn geen wettelijk verplichte parameters te analyseren. Indien het zeewier gekweekt wordt door derden en daarna aange-

wend wordt voor productie van levensmiddelen op basis van dit zeewier, geldt het principe van "voldoende productkennis van de operator", waarbij aangenomen wordt of garanties gevraagd kunnen worden aan de producent dat de samenstelling van het zeewier geen negatieve impact zal hebben op de gezondheid. Omdat de parameters die een goede en veilige productie en bewaring verzekeren kunnen verschillen van de ene tot de andere zeewiersoort, is het niet eenvoudig om een autocontrolesysteem op te zetten en zo een veilig product op de markt te brengen. De overheid zou de grijze zones in de wet- en regelgeving moeten opvangen door deze waar nodig aan te passen of **tools aan te reiken om aan de voedselveiligheid te kunnen voldoen**. Idealiter gebeurt dit in een grensoverschrijdende aanpak, want in Nederland uitten kwekers van zeewier reeds hun bezorgdheid hierover.



Daartegenover staat dat andere regelgeving te rigide en niet relevant is. Zo kwam het maximum arseengehalte in de huidige wetgeving arbitrair tot stand en is het niet in overeenstemming met de Europese norm (EFSA) noch deze van andere Europese landen. Wegens een gebrek aan toxiciteitsstudies betreffende arsenolipiden en arsenosuiikers worden deze als potentieel toxisch bestempeld³⁶. Dit op basis van een aantal in vitro trials met weinig realiteitswaarde en ondanks dat epidemiologische studies uitwijzen dat een duidelijk gezondheidsvoordeel aan consumptie van wieren werd vastgesteld³⁷. Bij een normale consumptie vormen wieren geen gevaar voor de volksgezondheid (Sargassum fusiforme is hierop de enige uitzondering) omdat wieren hoofdzakelijk arseen bevatten onder de vorm van organische arseenderivaten, die bewezen niet-toxisch zijn³⁸. De huidige maximale arseenconcentratie van 1 mg totaal arseen/kg voedingssupplement is ongefundeerd streng (niet wetenschappelijk onderbouwd) en moet daarom aangepast worden, rekening houdend met de recentste inzichten en een onderscheid makend tussen de natuurlijk organische (veilige) en anorganische (toxische) arseenvormen uit wieren. Daarbij is het **enkel noodzakelijk het gehalte aan anorganisch arseen met bewezen toxiciteit te beperken**. Dit gehalte kan per analysecertificaat gestaafd worden. We pleiten er ook hier voor om de wetgeving bij te sturen om ook nieuwe ontwikkelingen mogelijk te maken.

PROMOTIE VAN ZEEWIER(PRODUCTEN)

We merken dat het maatschappelijk draagvlak voor lokale zeewierkweek en de acceptatie van de consument nog onvoldoende groot is om een grote doorbraak in de zeewiersector te kunnen ontketenen. De overheid kan hierin een belangrijke rol spelen door te **informer** over de **positieve aspecten van zeewier** en het belang inzake duurzame ontwikkeling te benadrukken.

Het opzetten van een **marketing campagne door VLAM** specifiek rond zeewier en zeewierproducten, zou het vertrouwen van de consument in dit nieuwe product kunnen vergroten en zeewier van een niche product naar een mainstream markt brengen.

Productkwaliteit (smaak, versheid, etc.) en gezondheidsvoordelen zijn voor de consument belangrijke factoren die zijn aankoopgedrag beïnvloeden. Het lokaal kweken van zeewier gaat indirect gepaard met hogere kwaliteitsgaranties (strengere regelgeving, controles, monitoring, gecontroleerde omstandigheden, etc.), ook hierover kan de consument geïnformeerd worden. Door te informeren over de oorsprong van het product (en zich zo te onderscheiden van geïmporteerde of wild geogste zeewieren) kan het vertrouwen in producten op basis van zeewieren toenemen. Een toename in het vertrouwen van de consument en een positief beeld over de kwaliteit, zullen ertoe leiden dat de sector competitiever wordt.

Referenties

- 1 De Morgen. 26.10.2015. Zeewier is energiebron van de toekomst. // De Standaard. 2.5.2017. Zeewiergas kan huis van 675.000 gezinnen verwarmen. // Website WUR. 12.1.2016. Hoe milieuvriendelijk is plastic uit zeewier?
- 2 Coppejans. 1998. Flora van de Noord-Franse en Belgische zeewieren. Nationale Plantentuin van België. pp. 462.
- 3 Opinion of the European Committee of the Regions – The future of European aquaculture (2015); <https://webapi.cor.europa.eu/document-sanonymous/COR-2015-02712-00-01-AC-TRA-EN.docx/content>
- 4 Food from the Oceans – Scientific advice in the area of food and biomass from the oceans (2017), High Level Group of Scientific Advisors, Scientific Opinion n°3/2017; https://ec.europa.eu/research/sam/pdf/sam_food-from-oceans_report.pdf#view=fit&pagemode=none
- 5 Integrated Multitrophic Aquaculture is een specifieke vorm van aquacultuur waarbij verschillende trofische niveaus gecombineerd worden in een geïntegreerd systeem waarbij de output (afvalproducten) van de ene soort gebruikt worden als input (voedingsstoffen) voor één of meerdere andere soorten. De voordelen van IMTA-systemen zijn o.a. een grotere draagcapaciteit, bioremediatie, product diversificatie, en ziektepreventie.
- 6 EUMOFA Country profile – Belgium (2018), European Market Observatory for Fisheries and Aquaculture (EUMOFA); <http://www.eumofa.eu/documents/20178/61322/Belgium.pdf/b494a761-0408-4185-939c-bd38f3142f>;
- 7 Jaarlijks wordt 25 miljoen ton zeewier geproduceerd op mondiaal niveau, waarvan 0,35 miljoen ton afkomstig is uit Europa (referentie).
- 8 De gemiddelde jaarlijks productie uit visserij en aquacultuur in Vlaanderen bedraagt 20.138-24.583 ton (cijfers 2011-2016)
- 9 Gemiddelde opbrengsten van een zeewierboerderij ligt tussen de XX en XX kg/m² vers product. 2D-farming? 25 kg/m² = 12 – 14.7 ha = 0,003-0,004% (v. 3.447 km²); 10 kg/m² = 30.2 – 36.9 ha = 0,009-0,010% (v. 3.447 km²)
- 10 <https://www.seafoodexpo.com/global/2017-seafood-excellence-global-awards-winners/>
- 11 Extractieve aquacultuur is een vorm van aquacultuur die het eutrofiërniveau van het zeewater doet dalen door netto nitraten en fosfaten uit het water op te nemen -- door de hoge concentraties aan nitraten en fosfaten in het BNZ hoeven zeewieren niet bemest te worden om goed te groeien.
- 12 Dijk, W. van & Schoot, J.R. van der, 2014. An economic model for offshore growing of macroalgae, Public Output report of the EnAlgae project, Swansea, February 2015, 25 pp
- 13 Zeewieren worden in Europa slechts 2-3 keer per jaar geoogst, en veelal betreft het per oogst andere wiersoorten (zomerwier, winterwier, ...) – de continuïteitsproblematiek moet worden aangepakt bij de verwerkers
- 14 Samenstellingen van zeewiersoorten beschikbaar op de website van het CEVA, Centre d'Etude et de Valorisation des Algues
- 15 Hoge Gezondheidsraad. Voedingsaanbevelingen voor België - 2016. Brussel: HGR; 2016. Advies nr. 9285.
- 16 WHO Report on Salt reduction and iodine fortification strategies in public health. March 2013
- 17 Manfredi S, Allacker K, Chomkham Sri K, Pelletier N, de Souza DM (2012) Product Environmental Footprint (PEF) guide. Deliverable 2 and 4A of the administrative arrangement between DG environment and the joint research centre no N 070307/2009/552517, including Amendment No 1 from December 2010
- 18 Sala S.; Cerutti A. K.; Pant R. (2017). Development of a weighting approach for Environmental Footprint. JRC Technical Reports, European Commission.
- 19 Roberts CA, Newton R, Bostock J, Prescott S, Honey DJ, Telfer T, Walmsley SF, Little DC & Hull SC (2015) A Risk Benefit Analysis of Mariculture as a means to Reduce the Impacts of Terrestrial Production of Food and Energy. Scottish Aquaculture Research Forum. World Wildlife Fund for Nature (WWF). SARF Project Reports, SARF106. Scottish Aquaculture Research Forum
- 20 Jansen, H.M., Van Den Burg, S., Bolman, B. et al. Aquacult Int (2016) 24: 735.
- 21 Delbare, D., Nevejan, N., Sorgeloos, P., Pirllet, H., Verleye, T., 2015. Aquacultuur. In: Pirllet, H., Verleye, T., Lescauwae, A.K., Mees, J. (Eds.), Compendium voor Kust en Zee 2015: Een geïntegreerd kennisdocument over de socio-economische, ecologische en institutionele aspecten van de kust en zee in Vlaanderen en België. Oostende, Belgium, p. 157-168.
- 22 <https://seaweedharvestholland.nl/>
- 23 <https://www.algolesko.com/english-version/our-products/>
- 24 <http://atsea-tech.com/>
- 25 Van den Burg et al., 2016. Zeewier en natuurlijk kapitaal – kansen voor een bio-based economy, 36 pp. LEI Wageningen UR.
- 26 Burg, S. van den, M. Stuiver, F. Veenstra, P. Bikker, A. López Contreras, A. Palstra, J. Broeze, H. Jansen, R. Jak, A. Gerritsen, P. Harmsen, J. Kals, A. Blanco, W. Brandenburg, M. van Krimpen, A-P. van Duijn, W. Mulder, L. van Raamsdonk, 2012. A Triple P review of the feasibility of sustainable offshore seaweed production in the North Sea. Wageningen, Wageningen UR (University & Research centre), LEI Report 13-077. 106 blz.; fig.; tab.; ref.
- 27 Duarte Carlos M., Wu Jiaping, Xiao Xi, Bruhn Annette, Krause-Jensen Dorte, Can Seaweed Farming Play a Role in Climate Change Mitigation and Adaptation? Frontiers in Marine Science, 4 ,2017, p100
- 28 Kinley R.; de Nys R.; Vucko R. J.; Machado L.; Tomkins N. (2016). The red macroalgae *Asparagopsis taxiformis* is a potent natural antimethanogenic that reduces methane production during in vitro fermentation with rumen fluid. Animal Production Science 56, pp. 282-289
- 29 Pycke B.F.G. & M. Faasse. 2015. Biochemical composition and quality assessment of native macroalgae collected along the Flemish coast, Public Output report of the EnAlgae project, Oostende, December 2015, pp. 30. Available online at www-flanders-maritime-cluster.be.
- 30 <http://www.marinebiotech.eu/sites/marinebiotech.eu/files/public/NEPTUNA%20Project%20description%20ERA-MBT%20Call%201.pdf>
- 31 <http://www.marinebiotech.eu/sites/marinebiotech.eu/files/public/SeaRefinery%20Project%20description%20ERA-MBT%20Call%201.pdf>
- 32 www.macrofuels.eu
- 33 www.macrocascade.eu
- 34 http://cordis.europa.eu/project/rcn/210287_en.html
- 35 <https://mab4.org/about/>
- 36 Sayeed et al. (2013), Arsenosugar induced blood and brain oxidative stress, DNA damage and neurobehavioral impairments, Neurochem Res, vol. 38, pp. 405-412.
- 37 Yan et al. (2009), Brown et al. (2016), Pérez et al. (2016), Chater et al. (2015)
- 38 Chávez-Capilla et al. (2016), Bioaccessibility and degradation of naturally occurring arsenic species from food in the human gastrointestinal tract, Food Chemistry, vol. 212, pp. 189-197.