



LOCATIESTUDIE NAAR DE MOGELIJKHEDEN VOOR ZEEWIERTEELT IN DE ZUIDWESTELIJKE DELTA

**Delta Academy – Onderzoeksgroep Aquacultuur in Deltagebieden
20 januari 2019**

Jasper van Kints

LOCATIESTUDIE NAAR DE MOGELIJKHEDEN VOOR ZEEWIERTEELT IN DE ZUIDWESTELIJKE DELTA

Titel: Locatiestudie naar de mogelijkheden voor zeewierteelt in de Zuidwestelijke Delta

Datum: 20 januari 2019

Auteur: Jasper van Kints

Stagebegeleider: Jouke Heringa

Instituut: HZ University of Applied Sciences

Opdrachtgever: Living Lab Schouwen-Duiveland



VOORWOORD

Ik ben een derdejaars watermanagement student aan de Hogeschool Rotterdam. In het derde jaar van mijn opleiding moet ik stagelopen. Ik heb gekozen om mijn stage te doen bij de HZ University of Applied Sciences, onderzoeksgroep Aquacultuur. Ik heb hiervoor gekozen, omdat ik de onderwerpen biologie, klimaatverandering en duurzaamheid zeer interessant vindt. Het lijkt mij erg leuk om na mijn studie met deze onderwerpen aan de slag te gaan. De HZ University of Applied Sciences heeft mij de mogelijkheid geboden om met deze onderwerpen aan de slag te gaan.

Dit rapport beschrijft een locatiestudie naar de mogelijkheden voor het kweken van zeewier in de regio Zeeland. Diverse zeewierbedrijven willen graag uitbreiden, maar er is hier nauwelijks ruimte voor. Het Living Lab Schouwen-Duiveland heeft deze vraag opgepakt, maar het proces verloopt moeizaam. Dit rapport is opgesteld om een stap vooruit te zetten in het vinden van nieuwe locaties voor zeewierteelt in Zeeland.

Het uitvoeren van het onderzoek en het schrijven van mijn eindrapport is een zeer interessante en leerzame ervaring. Tijdens mijn stageperiode heb ik vaardigheden die ik in de eerste jaren van mijn opleiding geleerd heb kunnen toepassen in het werkveld. Daarnaast heb ik ook vele nieuwe zaken geleerd en een aantal vaardigheden verder kunnen ontwikkelen. Het schrijven van mijn eindrapport en daarmee de afronding van mijn onderzoek en stageperiode was niet mogelijk geweest zonder de steun van familie en begeleiders. Mijn dank gaat allereerst uit naar Jouke Heringa voor zijn begeleiding en feedback die hij mij altijd met veel enthousiasme en deskundigheid gaf. Dit heeft mij zeer goed geholpen bij het gehele proces van het schrijven van mijn rapport. Daarnaast wil ik alle stakeholders bedanken voor hun medewerking en zeer nuttige input in de interviews. Tenslotte wil ik mijn familie bedanken voor hun steun tijdens alle fases van mijn stageperiode bij de HZ University of Applied Sciences.

Jasper van Kints

Spijkenisse, 20 januari 2019

ABSTRACT

The world population will increase from 7.5 billion to 9.8 billion people in 2050 (United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2017). To feed all these people, at unchanged consumption patterns and farming methods, there are two globes needed. Therefore, it is crucial to search for sustainable alternatives to meet the food demand in the future. One of these sustainable alternatives is producing seaweed on a very large scale. The use of seaweed is becoming increasingly popular in the Netherlands. In recent years, several entrepreneurs have launched initiatives to grow seaweed in Netherlands. To use seaweed as a new food source, in addition to examining effective breeding methods, there is also need more production areas. The seaweed companies have therefore asked where they can cultivate seaweed in Zeeland. The HZ University of Applied Sciences has therefore commissioned by the province of Zeeland and the Living Lab Schouwen-Duiveland conducted a location study for the possibilities for growing seaweed in the Eastern Scheldt, Western Scheldt, Grevelingen and the Voordelta.

During my research I have investigated two different seaweed species, the green weed *Ulva lactuca* and the brown weed *Saccharina latissima*. These two types were chosen because they're both very popular among seaweed cultivators. Besides this, *Ulva lactuca* grows in the summer months (Malta, Draisma, & Kamermans, 1999) and *Saccharina latissima* in the winter months (Kain, 1991). Because of this seaweed cultivators can harvest seaweed on one location through the entire year.

I have distinguished two parts in addressing my research: suitable locations and available locations for seaweed farms. To find suitable locations, several factors that affect the growth of seaweed were analysed. These factors are examined to ultimately be able to do a pronunciation the suitable locations for seaweed cultivation in region Zeeland. First, the nutrient concentrations per system were examined. Based on the N/P ratios it became clear that nitrogen is the limiting factor in every water system. The limiting factor is determined to be able to calculate the nutrient availability in every water system. Next, the maximum suitable velocities for the cultivation of *Ulva lactuca* and *Saccharina latissima* were analysed. This factor is analysed because seaweeds can detach from a seaweed installation when the velocity of the water is too high. *Ulva lactuca* will detach from a seaweed installation at velocities between 0.4 m/s and 1.2 m/s (Hawes & Smith, 1995). *Saccharina latissima* can grow in water with velocities up to 1.6 m/s (Buck & Buchholz, Response of offshore cultivated Laminaria saccharina to hydrodynamic forcing in the North Sea, 2005). During this analysis it became clear that there was no data available about the velocities in the Grevelingen and the Voordelta. Therefore, for these two water systems there is only created a map with suitable locations based on the factors depth and nutrient concentrations. For the Eastern Scheldt and Western Scheldt, the factor velocity is also considered for determining suitable location for seaweed cultivation. After the nutrient concentrations and the maximum velocities in the Eastern Scheldt and Western Scheldt were determined, the nutrient availability in every water system was calculated. This is done by multiplying the maximum velocity in each area with the nutrient concentration. This calculation assumes that the nutrient concentration of the measuring point is representative for the entire area. The velocity varies at each location in each water system. By multiplying these two factors with each other, a perception of the nutrient availability in each water system was created.

The third factor that was analysed are the pumping stations in the region of Zeeland. Water pumping stations are station which pump the surplus of polder water into the bigger water systems as Grevelingen, Eastern Scheldt and Western Scheldt. These pumping stations can give an indication of higher nutrients concentration in their environment, because the water around these water pump stations is ground often rich of nutrients (Claassen, Meijer, & Blom, 2012). It is expected that the polder water contains more nutrients (e.g. by agricultural activities) than the receiving water system and because of this, local increased nutrient concentrations can be expected at the outflow of ground. After this, buffers were made around the water pumping stations who are proportional to the size of the drain of the water pumping stations. These buffers only give an indication of increased nutrient concentrations in the water systems and aren't used for further calculations in my research.

The fourth factor that has been analysed are the suspended solids in each water system. To be able to grow, seaweed needs light for its photosynthesis. The total suspended solids have been analysed to be able to describe the light climate in the water systems. The average suspended solid concentrations per area in the summer months and the winter months were used to calculate the sea depths in the water systems. However,

there was not found an accurate and valid conversion of the suspended solids concentrations to sea depths to be able to describe the light climate. As a result, this factor is not considered in determining suitable locations for seaweed cultivation in Zeeland.

Finally, there was looked at the suitable depths for growing seaweed. To prevent the ropes of a seaweed installation to lay on the bottom in a water system during low tide, the maximum lowest elevations per water system were determined in recent years. In one of the interviews that my predecessor has carried out with stakeholders, it has become clear that the longlines of a seaweed installation float up to 3 meters under the buoys. These depths of a seaweed plant were then deducted from the maximum lowest water level in every system to calculate the minimum suitable depth for a seaweed installation. The preliminary examination of my predecessor has shown that anchoring a seaweed installation up to at a depth of 20 metres below the water surface can be anchored without being too expensive. Therefore, the maximum suitable depth for growing seaweed is settled at a depth of 20 metres below water surface in every water system. In this way the appropriate depths in every water system becomes clear.

To get an idea of the suitable locations for growing *Ulva lactuca* and *Saccharina latissima* in the Western Scheldt and the Eastern Scheldt, the maps of the suitable depths, nutrient availability and the maximum velocities were combined into one map. The maps of the three factors are divided into classes. The nutrient availability map is divided into 3 classes: low, medium and high availability. The map with suitable depths is divided into three classes: lower than 20 m below water surface, suitable depth and too shallow. The maximum velocity map is divided into two classes: suitable and unsuitable velocities. These classes are then multiplied with each other to get a map of the suitable locations for growing *Ulva lactuca* and *Saccharina latissima*. The map for growing *Ulva lactuca* indicates that there are virtually only suitable locations for growing *Ulva lactuca* in the Eastern Scheldt. This is mainly because the maximum velocities are much lower in the Eastern Scheldt than in the Western Scheldt. To produce *Saccharina latissima*, there are more suitable locations in both the Eastern Scheldt and the Western Scheldt.

The GIS maps only give an indication of the reality. For this reason, there are five other scenarios calculated for *Ulva lactuca* to further analyse the effect of the velocity, depth and nutrient availability on determining the suitable locations for seaweed cultivation in the Eastern Sea and the Western Scheldt. In these scenarios, the values of the factor's maximum velocity and suitable depths for a seaweed plant differ in each scenario. The values of the nutrient availability remained the same in each situation. The algae *Ulva lactuca* grows at velocities between 0.4 m/s and 1.2 m/s (Hawes & Smith, 1995). To analyse the impact of different velocities, there is looked for suitable locations for the cultivation of *Ulva lactuca* at flow rates of 0.4 m/s, 0.7 m/s and 1.2 m/s. For the factor suitable depths, in addition to a minimum depth of 3 m, there is also looked at the effect of a minimum suitable depth of 2 m compared to the maximum lowest water levels in relation to NAP. This is done because the water level varies considerably in the Eastern Scheldt and the Western Scheldt. The results of the five scenarios are shown in annexes 2 to 6. The analysis shows that most locations are suitable for cultivating *Ulva lactuca* when the maximum velocity is 1.2 m/s and the minimum depth is 2 m, see annex 6.

In the second part of the research, there is looked for available locations for seaweed cultivation in the South-Western Delta. In the analysis, it became clear that the Grevelingen and the Eastern Scheldt already almost completely occupied by other sectors than seaweed cultivation. Therefore, there is looked at opportunities for multifunctional use of space. During the research, there was spoken with a mussel and oyster farmer to examine the possibilities to combine MZI-plots and oyster plots with the cultivation of seaweed. The mussel and oyster farmer were both prepared to think about cooperation. The analysis shows that it is possible to, under certain conditions, use an MZI-plot for growing *Saccharina latissima* in the winter months and in the summer months for growing mussel seed.

There are less possibilities for the multifunctional use of oyster plots. The water surface above the oyster plots where soil culture is performed, is already used by other sectors such as recreation and fishing. From the interview with an individual oyster grower, it became clear that several tidal oyster plots in the Eastern Scheldt is currently not being used for oyster cultivation. These plots are not suitable for seaweed cultivation, because the depth of these plots is too shallow. In a follow-up study there will need to be investigated if there are not tidal oyster plots in the Eastern Scheldt that are not currently being used and where these plots are located.

Inhoud

VOORWOORD	1
ABSTRACT	2
1. INLEIDING	6
1.1 Aanleiding	6
1.2 Onderzoeksvragen	7
1.2.1 Hoofdvraag	7
1.2.2 Deelvragen	7
2 METHODEN	8
3. ACHTERGROND	11
3.1 <i>Ulva lactuca</i>	11
3.2 <i>Saccharina latissima</i>	11
3.3 Teeltsystemen zeewier	12
4. FACTOREN DIE DE GESCHIKTHEID VAN LOCATIES VOOR ZEEWIERTEELT BEÏNVLOEDEN	13
4.1 Nutriëntenconcentraties	13
4.2 Stroomsnelheden	13
4.3 Gemalen	15
4.4 Nutriëntenbeschikbaarheid	15
4.5 Lichtklimaat	16
4.6 Diepte	17
5. GESCHIKTE LOCATIES IN DE OOSTERSCHELDE, WESTERSCHELDE, GREVELINGEN EN DE VOORDELTA	19
5.1 Classificatie eindkaarten	19
5.2 Geschikte locaties voor <i>Ulva lactuca</i> en <i>Saccharina latissima</i>	21
5.3 Geschikte locaties voor <i>Ulva lactuca</i> op basis van verschillende factoren	22
5.4 GESCHIKTE LOCATIES VOOR ZEEWIERTEELT IN DE GREVELINGEN EN DE VOORDELTA	23
6. BESCHIKBARE LOCATIES VOOR ZEEWIERTEELT IN DE ZUIDWESTELIJKE DELTA	24
6.1 Combinatie mosselsector en zeewierteelt	24
6.2 Combinatie oestersector en zeewierteelt	25
7. CONCLUSIE	27
8. DISCUSSIE EN AANBELINGEN	28
BIBLIOGRAFIE	30
BIJLAGE	I
Bijlage 1. Geïnterviewde stakeholders	I
Bijlage 2. Scenario 1 - Geschikte locaties voor <i>Ulva lactuca</i> in de zomer bij een gemiddelde maximale snelheid van 0,4 m/s en een minimale geschikte diepte van 2 m	II
Bijlage 3. Scenario 2 - Geschikte locaties voor <i>Ulva lactuca</i> in de zomer bij een gemiddelde maximale snelheid van 0,7 m/s en een minimale geschikte diepte van 3 m	III
Bijlage 4. Scenario 3 - Geschikte locaties voor <i>Ulva lactuca</i> in de zomer bij een gemiddelde maximale snelheid van 0,7 m/s en een minimale geschikte diepte van 2 m	IV
Bijlage 5. Scenario 4 - Geschikte locaties voor <i>Ulva lactuca</i> in de zomer bij een gemiddelde maximale snelheid van 1,2 m/s en een minimale geschikte diepte van 3 m	V

Bijlage 6. Scenario 5 - Geschikte locaties voor <i>Ulva lactuca</i> in de zomer bij een gemiddelde maximale snelheid van 1,2 m/s en een minimale geschikte diepte van 2 m	VI
Bijlage 7. Verslag stakeholderbijeenkomst	VII
Bijlage 8. Interview met Cees Otte	VII
Bijlage 9. Interview met Martin Bout	X

1. INLEIDING

1.1 AANLEIDING

Rond 2050 zal de wereldbevolking gestegen zijn van 7,5 miljard mensen naar 9,8 miljard mensen (United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2017). Om al deze mensen te voeden zijn er, bij een ongewijzigd consumptiepatroon en landbouwmethoden, twee aardbollen nodig. Het is dan ook van cruciaal belang om te zoeken naar duurzame alternatieven om aan de voedselvraag in de toekomst te kunnen voldoen. Een van deze duurzame alternatieven is het produceren van zeewier op een zeer grote schaal. In totaal bestaat de aarde voor 70% uit oceanen. Deze oceanen bieden ons, door hun enorme ruimte en grote biodiversiteit, de ideale mogelijkheid om deze plantaardige voedingsbronnen te produceren. Zeewier bevat veel eiwitten en is daarom zeer geschikt als voedselbron voor mens en dier. Naast het gebruik voor voedsel kent zeewier nog vele andere toepassingsmogelijkheden. In sommige landen in Azië wordt zeewier als meststof voor de landbouw gebruikt. Daarnaast wordt zeewier gebruikt als bron van geleermiddelen die verwerkt zijn in bijvoorbeeld tandpasta, dressings, ijs en cosmeticaproducten. Ten slotte kan zeewier worden ingezet voor het opwekken van biogas. Kortom, zeewier kan door zijn economische, ecologische en duurzame eigenschappen van grote waarde zijn in de toekomst (Wageningen University & Research, z.d.).

Nederland kan door haar gunstige ligging aan de kust en geavanceerde landbouwtechnieken een grote rol spelen bij de verdere ontwikkeling van 'landbouw op zee' (Wageningen University & Research, z.d.). In 2011 hebben onderzoekers van de Wageningen University & Research de beschikking gekregen over een testlocatie voor zeewierteelt in de Oosterschelde. Hier werd onderzocht hoe verschillende soorten zeewier op een rendabele manier kunnen worden geteeld (Planbureau voor de Leefomgeving, 2018).



Figuur 1 – Experimenten met duurzame zeewierteelt **Ongeldige bron**

Diverse ondernemers hebben de afgelopen jaren initiatieven gestart om zeewier te telen in Nederland. Enkele van deze ondernemers zijn Seaweed Harvest Holland, Zeewaar en de Noordzeeboerderij. Om zeewier als nieuwe voedselbron te gebruiken is er, naast het onderzoeken van effectieve kweekmethoden, ook behoefte aan meer productieruimtes. Er zijn diverse zeewierbedrijven die graag willen uitbreiden. Momenteel is er echter een gebrek aan beschikbare productieruimtes voor zeewierteelt en daarom is de vraag ontstaan waar deze zeewierbedrijven zeewier kunnen gaan kweken. Het Living Lab Schouwen-Duiveland heeft deze vraag opgepakt en is op zoek gegaan naar meer productieruimtes voor zeewierteelt in Zeeland. Binnen het programma Living Lab Schouwen-Duiveland wordt in een van de onderzoeksthema's de mogelijkheden verkend om het zoute buitenwater meer te gebruiken voor voedselproductie. Living Lab Schouwen-Duiveland is een samenwerkingsverband tussen bestuurders, burgers, bedrijfsleven en kennisinstellingen waar duurzame economische impulsen ontwikkeld worden door gebruik te maken van de ecologische rijkdom van Zeeland (Living Lab Schouwen-Duiveland, 2017). In het kader van dit programma heeft de HZ University of Applied Sciences, in opdracht van de Provincie Zeeland en het Living Lab Schouwen-Duiveland, al twee studies uitgevoerd die ingegaan zijn op zeewierteelt in de regio Zeeland. Zo is er een voorstudie geweest naar de mogelijkheden en beperkingen van zeewierteelt in de beheersgebieden Grevelingen en Oosterschelde van de gemeente Schouwen-Duiveland (Trul, 2017). Uit het nog niet gepubliceerde onderzoek dat op deze voorstudie volgde is er een eerste poging gedaan naar het zoeken van een of meerdere geschikte locatie(s) voor een zeewierteelt in de Oosterschelde, Westerschelde, Grevelingen en de Voordelta.

1.2 ONDERZOEKSVRAGEN

1.2.1 HOOFDVRAAG

Welke locatie(s) in de Oosterschelde, Westerschelde, Grevelingen en de Voordelta is/zijn geschikt en beschikbaar voor het kweken van zeewier?

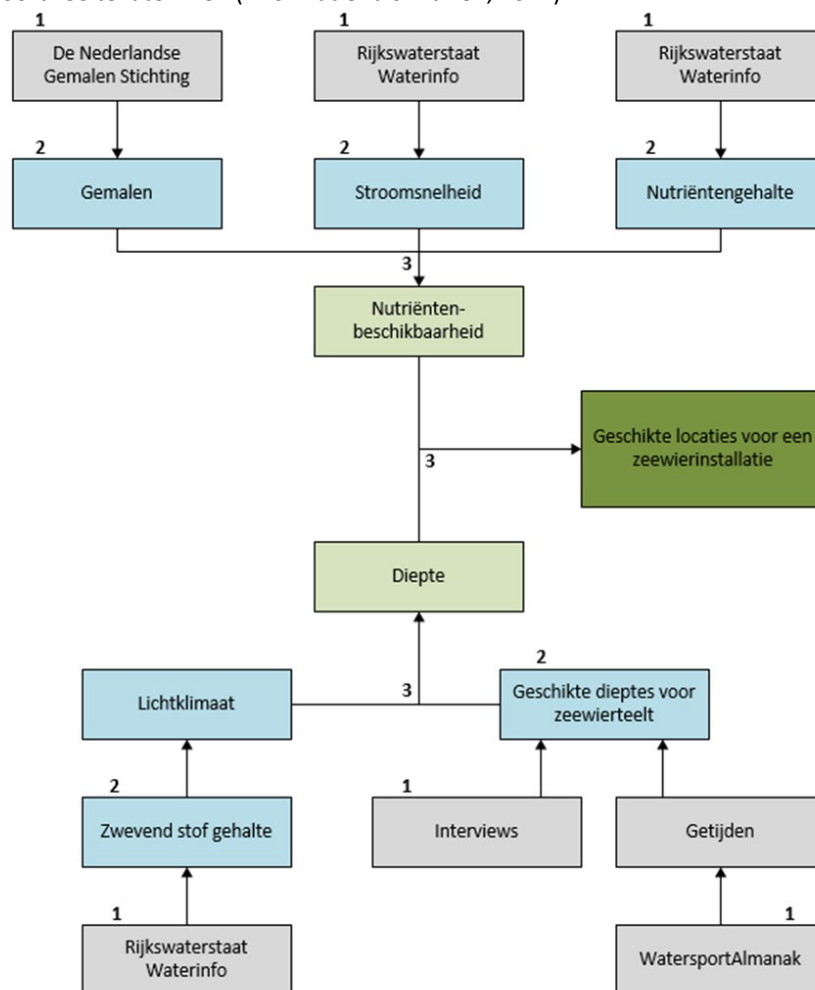
1.2.2 DEELVRAGEN

1. Welke locaties in de Oosterschelde, Westerschelde, Grevelingen en de Voordelta zijn geschikt voor het kweken van zeewier?
2. Hoe kan door 'slimme' combinaties met andere functies de mogelijkheden voor zeewierkweek in de regio Zeeland vergroot worden?

2 METHODEN

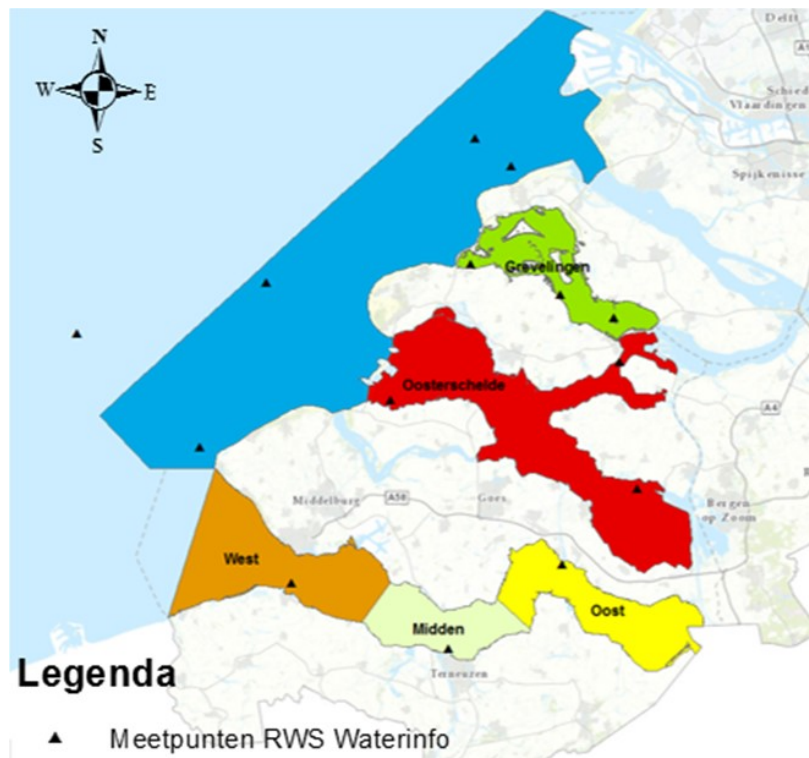
Tijdens dit onderzoek zijn de mogelijkheden onderzocht voor het kweken van twee soorten wieren in de Westerschelde, Oosterschelde, Grevelingen en de Voordelta. Hiervoor zijn interviews met stakeholders, een literatuurstudie en een analyse met het computerprogramma ArcGIS uitgevoerd.

Bij de aanpak van dit onderzoek is er onderscheidt gemaakt tussen twee onderdelen: geschikte locaties en beschikbare locaties. Voor het vinden van geschikte locaties is onderzocht of locaties geschikt zijn voor het kweken van zeewier op basis van een aantal factoren die de groei van zeewier beïnvloeden. In totaal zijn er vijf factoren geanalyseerd in de onderzoeksgebieden. De onderzochte factoren zijn de nutriëntenconcentratie, stroomsnelheid, impact van gemalen op de nutriëntenconcentraties in hun omgeving, geschikte dieptes voor een zeewierinstallatie en de zwevend stof concentraties. In figuur 2 is een schema weergegeven van de aanpak voor het vinden van geschikte locaties voor zeewierteelt in de Zuidwestelijke Delta. Ten eerste zijn alle benodigde bronnen verzameld om alle factoren te onderzoeken (stap 1). Vervolgens zijn alle factoren individueel onderzocht (stap 2). Vervolgens is met het computerprogramma ArcGIS voor iedere factor een kaart gemaakt met de resultaten van de analyse. Deze kaarten zijn hierna stap voor stap met elkaar samengevoegd om een beeld te creëren van de geschikte locaties voor zeewierteelt in de Zuidwestelijke Delta (stap 3). De aanpak voor het zoeken naar geschikte locaties voor zeewierteelt in de Zuidwestelijke Delta is gebaseerd op de aanpak van de pilot 'Aquacultuur Atlas-Zeewier' van Stichting Noordzeeboerderij, Deltares en het Informatiehuis Marien. Het doel van deze pilot is om de kansrijke locaties voor duurzame zeewierteelt op de Nederlandse Noordzee te laten zien (Informatiehuis Marien, 2017).



Figuur 2 – Aanpak vinden van geschikte locaties voor zeewierteelt in de zuidwestelijke delta

Bij de analyse naar het zoeken van geschikte locaties voor zeewierkweek is de Westerschelde opgedeeld in 3 homogeen veronderstelde deelgebieden, zoals weergegeven in figuur 3. Deze deelgebieden zijn verdeeld door een ongeveer even grote afstand tussen de meetpunten van de nutriënten- en zwevend stof concentraties te creëren. Hier is voor gekozen doordat de getijden in de Westerschelde per regio nogal verschillen. Dit beïnvloedt de geschiktheid voor het kweken van zeewier zodanig dat er gekozen is om de Westerschelde te verdelen in drie gebieden: west, midden en oost. De Oosterschelde, Grevelingen en de Voordelta worden ieder wel beschouwd als 1 systeem.



Figuur 3 – Onderzoeksgebieden

Voor de beschikbare locaties is er gekeken op welke huidige locaties (eventueel in combinatie met andere functies) een zeewierinstallatie gerealiseerd zou kunnen worden. Hiervoor zijn onder andere een aantal interviews gevoerd met stakeholders om hun meningen over de mogelijkheden voor multifunctioneel ruimtegebruik in beeld te krijgen. In bijlage 1 is een tabel weergegeven met de geïnterviewde personen voor dit onderzoek. Uit het vooronderzoek is gebleken dat er mogelijkheden zijn voor het combineren van een mosselzaad-invanginstallatie of een oesterperceel met het kweken van zeewier. Een Mosselzaad-invanginstallatie (MZI) is een constructie van touwen en boeien waarmee mosselbroed wordt opgevangen. De larven van mosselen hechten zich vrijwel direct na hun geboorte aan een hard substraat. Een MZI biedt de larven een hard substraat waarop de larven enkele maanden kunnen groeien. Hierna wordt het zaad geoogst en wordt het naar kweekpercelen verplaatst (ZeelandNet, z.d.). Met GIS zijn alle locaties van de MZI's en oesterpercelen in de Oosterschelde en de Grevelingen gezocht die eventueel gedeeltelijk gebruikt zouden kunnen worden voor het kweken van zeewier. Ten slotte zijn de resultaten uit beide analyse gepresenteerd tijdens een stakeholderbijeenkomst. Na afloop van deze presentatie kregen de stakeholders de gelegenheid om hun mening te geven over de gepresenteerde ideeën en gezamenlijk te discussiëren over de mogelijkheden voor zeewierteelt in de Zuidwestelijke Delta. Ten slotte zijn tijdens deze bijeenkomst vervolgstappen besproken over hoe dit onderzoek zich voort kan zetten.

De twee onderzochte wieren zijn het groenwier *Ulva lactuca* (zeesla) en het bruinwier *Saccharina latissima*. Deze wieren zijn gekozen omdat beide veel voorkomen in Zeeland en vaak worden gekweekt in zeewierboerderijen. Daarnaast wordt *Ulva lactuca* in de zomer gekweekt en *Saccharina latissima* in de winter. Hierdoor is het mogelijk om op bepaalde locaties het hele jaarrond zeewier te kweken (Trul, 2017). Ten slotte is er ook onderscheid gemaakt tussen geschikte locaties in de wintermaanden en in de zomermaanden. Dit komt doordat *Ulva lactuca* en *Saccharina latissima* gedurende verschillende periodes in het jaar groeien en de factoren per seizoen kunnen verschillen op het gebied van geschiktheid voor zeewierteelt.

Om deelvraag 1 te beantwoorden is er gebruikt gemaakt van gegevens uit de vooronderzoeken van D.S. Trul en de T. Leijs. Met behulp van deze onderzoeken is duidelijk geworden welke factoren de groei van zeewier beïnvloeden. Hierna is middels een literatuurstudie de benodigde ruimtelijke data verzameld en al deels geanalyseerd. Vervolgens zijn deze factoren door middel van een GIS-analyse ieder geanalyseerd om de geschiktheid van deze factoren voor zeewierteelt alle vier de watersystemen te bepalen. Uiteindelijk is met behulp van het programma ArcGIS een ruimtelijk beeld gemaakt dat antwoord geeft op de deelvraag.

Voor het beantwoorden van deelvraag 2 is onder andere gebruik gemaakt van het vooronderzoek van de heer T. Leijts. Hier is een eerste poging gedaan naar het vinden van beschikbare locaties voor het kweken van zeewier in de Oosterschelde, Westerschelde, Grevelingen en de Voordelta. Met de term 'beschikbare locaties' wordt bedoeld dat het mogelijk is om op deze locaties een zeewierinstallatie te realiseren. De besproken ideeën voor multifunctioneel ruimtegebruik uit het vooronderzoek zijn verder uitgewerkt door het voeren van gesprekken over deze mogelijkheden met individuele oester- en mosselkwekers. De beste ideeën voor multifunctioneel ruimtegebruik zijn tijdens de stakeholderbijeenkomst aan bod gekomen en door alle aanwezigen stakeholders geëvalueerd. Ook voor deze deelvraag zijn met GIS-kaarten gemaakt met daarop potentiële beschikbare locaties voor zeewierteelt in de Zuidwestelijke delta.

3. ACHTERGROND

In de Zuidwestelijke Delta is voor de wieren *Ulva lactuca* en *Saccharina latissima* onderzocht waar zich geschikte en beschikbare kweeklocaties voor deze wieren bevinden. Beide wieren hebben ieder hun eigen karakteristieke eigenschappen. In dit hoofdstuk zijn kort de eigenschappen van *Ulva lactuca* en *Saccharina latissima* beschreven.

3.1 ULVA LACTUCA

Het groenwier *Ulva lactuca* (figuur 4), ook wel zeesla genaamd, is een zeewiersoort die vrijwel overal in de wereld te vinden is (Lobban & Wynne, 1981). *Ulva lactuca* is een populair zeewiersoort onder zeewierkwekers mede doordat er veel biomassa geproduceerd kan worden onder geschikte condities en het veel belangrijke inhoudsstoffen bevat (Wald, 2010). *Ulva lactuca* wordt gekweekt van april tot november bij een saliniteit van gemiddeld 30%. De geschikte temperaturen voor het kweken van *Ulva lactuca* ligt tussen de 10°C en 25°C en het groenwier wordt meestal 30 cm groot (Malta, Draisma, & Kamermans, 1999). Omdat *Ulva lactuca* relatief veel zonlicht nodig heeft ten opzichte van andere zeewiersoorten, groeit het groenwier vaak ondieper (diepte van 1 m) (Wald, 2010). *Ulva lactuca* bevat als pigment chlorofyl a en b en kan dus licht opvangen in het 400-500 nm en 600- 700 nm bereik. De optimale lichtintensiteit voor *Ulva* ligt bij 18 tot 175 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ licht per foton, bij een dag-nachtcyclus van 16:8 (Taylor & Fletcher, 2001). *Ulva lactuca* heeft een groot thallusoppervlak, waardoor *Ulva lactuca* in staat is om 4 tot 6 keer zo veel nutriënten op te nemen als andere zeewiersoorten (Peterson & Borum, 1987). Fosfor, koolstof en stikstof zijn belangrijke stoffen voor de groei van *Ulva lactuca*. De nutriëntenconcentraties verschillen van 0,31 tot 3,1 mg PO₄-P/l, 1,4 tot 14 mg NO₃-N/l en 0,84 tot 1,4 mg NH₄-N/l (Torres & Gil, 2004).



Figuur 4 – *Ulva lactuca* (Guiry M., 2018)

3.2 SACCHARINA LATISSIMA



Figuur 5 – *Saccharina latissima*
(Guiry M., 2018)

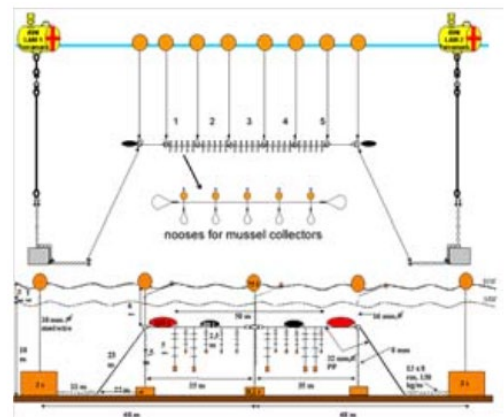
Een andere veel voorkomende zeewiersoort wereldwijd, is het bruinwier *Saccharina latissima*, zie figuur 5. Dit bruinwier wordt mede door zijn hoge groeisnelheidscapaciteit en robuuste structuur al sinds lange tijd gebruikt voor voedingsmiddelen in Aziatische landen (Wald, 2010). De polysacharide, alginezuur en hun zouten van *Saccharina latissima* worden veelal gebruikt voor de voedingsmiddelenindustrie, de farmacie en de biotechnologie (Clare, 1993). Ook bevat *Saccharina latissima* veel lipiden en vitamines. Doordat *Saccharina latissima* net zoals *Ulva lactuca* zware metalen kunnen opnemen, worden deze wieren vaak gebruikt voor de waterzuivering in een gebied. In nutriëntenrijke gebieden kan *Saccharina latissima* 2 tot 3 m groot worden (Wald, 2010). *Saccharina latissima* heeft de pigmenten chl a en chl c, waardoor dit wier andere golflengten van het licht dan *Ulva lactuca* kan absorberen. Chlorofyl a heeft de maximale absorptiespectra bij 430 nm en 662 nm. Chlorofyl c heeft een maximale lichtabsorptiecapaciteit bij 444 nm, 576 nm en 626 nm (groen licht).

Hierdoor kan *Saccharina latissima* andere golflengten van het licht absorberen dan een zeewiersoort zoals *Ulva lactuca*, waardoor *Saccharina latissima* in diepere waterlagen kan groeien (Dunton, 1999). *Saccharina*

latissima groeit op dieptes van minimaal 5 m en maximaal 200 m diep (Wald, 2010). In een jaar heeft *Saccharina latissima* een lichtbehoefte van 45 tot 50 mol/m²*yr¹ (Dunton, 1990). *Saccharina latissima* wordt gekweekt in de wintermaanden en groeit het beste temperaturen tussen de 10-15 °C. Het bruinwier is in staat om zelfs al bij een nutriëntenconcentratie van 0,014 mg N/l te groeien (Kain, 1991).

3.3 TEELTSYSTEMEN ZEEWIER

Er zijn verschillende systemen die toegepast kunnen worden voor het kweken van zeewier. In Nederland maakt men voornamelijk gebruik van de volgende systemen: het drijversysteem, het ringsysteem, het long-line systeem en het gesloten floatingsysteem. Tijdens dit onderzoek zijn alleen de mogelijkheden onderzocht voor het realiseren van een long-line systeem voor zeewierteelt. Een long-line systeem bestaat uit een ommantelingsconstructie waar via verankeringen lijnen met zeewier aan gehangen worden, zie figuur 6. Deze lijnen hangen horizontaal in het water en worden door middel van boeien verankerd. De lijnen zijn flexibel en goed bestand tegen extreme weeromstandigheden. Het oogsten van het zeewier kan zowel handmatig als mechanisch worden verricht, momenteel is mechanisch oogsten echter nog niet geoptimaliseerd. Een long-line systeem biedt de ideale mogelijkheid voor het combineren van zeewierteelt met mosselkweek, waardoor een wateroppervlak optimaal gebruikt kan worden. De mosselen kunnen beschermd tussen de wieren groeien en het wegspoelen van mosselbroed wordt door het zeewier geminimaliseerd. Daarnaast wordt de kunstmatige toevoeging van nutriënten gelimiteerd doordat het zeewier de nutriëntenrijke reststromen van de mosselkweek kan gebruiken voor zijn groei (Buck, Open ocean aquaculture and offshore windfarm., 2006).



Figuur 6 – Long-line systeem (Wald, 2010)

4. FACTOREN DIE DE GESCHIKTHEID VAN LOCATIES VOOR ZEEWIERTEELT BEÏNVLOEDEN

Voor het vinden van geschikte locaties voor het kweken van zeewier in de Westerschelde, Oosterschelde, Grevelingen en de Voordelta, zijn een aantal factoren onderzocht in de Zuidwestelijke Delta. De onderzochte factoren zijn de nutriëntenconcentraties, geschikte stroomsnelheden voor zeewierteelt, impact van gemalen op de nutriëntenconcentraties in hun omgeving, geschikte dieptes voor een zeewierinstallatie en het lichtklimaat. De aanpak voor alle individuele factoren is hieronder in afzonderlijke paragrafen beschreven.

4.1 NUTRIËNTENCONCENTRATIES

Zeewier heeft nutriënten nodig om te kunnen groeien. De belangrijkste nutriënten voor de groei van zeewier zijn stikstof en fosfor (Deltares, 2017). Om de beschikbaarheid van nutriënten voor zeewier in de Zuidwestelijke Delta te bepalen, zijn eerst de nutriëntenconcentraties in regio Zeeland onderzocht. Bij Rijkswaterstaat Waterinfo zijn de concentraties stikstof totaal en fosfor totaal van 3 meetpunten in de Westerschelde, Oosterschelde en de Grevelingen en 5 meetpunten in de Voordelta van de afgelopen 4 tot 6 jaar opgevraagd (Rijkswaterstaat, 2018). De locaties van de meetpunten zijn weergegeven in figuur 3. Vervolgens zijn in alle gebieden de gemiddelde nutriëntenconcentraties berekend in de zomermaanden (april tot en met september) en in de wintermaanden (oktober tot en met maart), zie tabel 1. Op basis van een N/P-molverhouding (Redfieldratio) van 16:1 is berekend of stikstof of fosfor de limiterende nutriënt is (Briene & Buddendorf, z.d.). Daarbij is uitgegaan van een bandbreedte van 12:1 tot 20:1. Bij een verhouding van meer dan 20:1 is fosfor de limiterende factor. Bij een verhouding lager dan 12:1 is stikstof de limiterende factor. Deze berekeningen wijzen uit dat fosfor in elk systeem de limiterende factor is. In enkele gevallen is gebleken dat ook stikstof limiterend is. Omdat stikstof slechts in enkele gevallen limiterend is, wordt verder alleen gerekend met de gemiddelde fosfor totaal concentraties voor het bepalen van de geschiktheid van de watersystemen voor zeewierteelt.

Tabel 1 – Gemiddelde nutriëntenconcentraties (N en P), N:P verhoudingen en limiterende factor in zomer en winter op Rijkswaterstaat monsterpunten in Westerschelde (WS, 3 afzonderlijke punten), Oosterschelde (OS), Grevelingen (GR,) en Voordelta

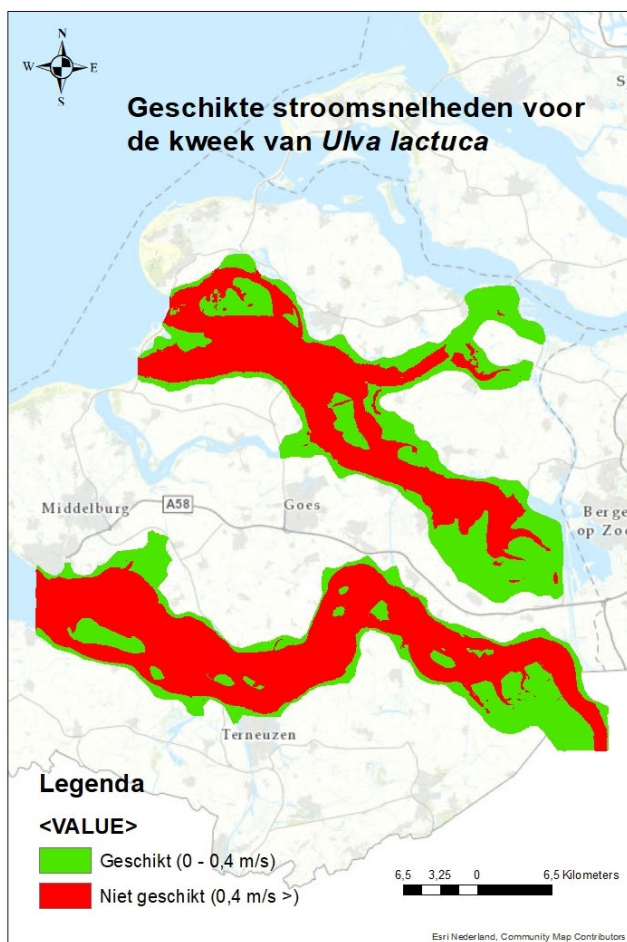
	WS						OS		GR		Voordelta	
	Vlissingen		Terneuzen		Hansweert							
	Winter	Zomer	Winter	Zomer	Winter	Zomer	Winter	Zomer	Winter	Zomer	Winter	Zomer
gem. N (in mg/l)	1,05	0,98	1,97	1,58	1,83	2,04	0,59	0,48	0,58	0,47	0,61	0,49
gem. P (in mg/l)	0,15	0,08	0,15	0,12	0,17	0,14	0,09	0,05	0,06	0,08	0,06	0,04
mol N	0,075	0,070	0,141	0,113	0,131	0,146	0,042	0,034	0,041	0,034	0,044	0,035
mol P	0,005	0,003	0,005	0,004	0,005	0,005	0,003	0,002	0,002	0,003	0,002	0,001
16:1	15,479	27,089	29,042	29,116	23,804	32,222	14,496	21,229	21,376	12,992	22,482	27,089
Limiterende factor	N en P	P	P	P	P	P	N en P	P	P	N en P	P	P

4.2 STROOMSNELHEDEN

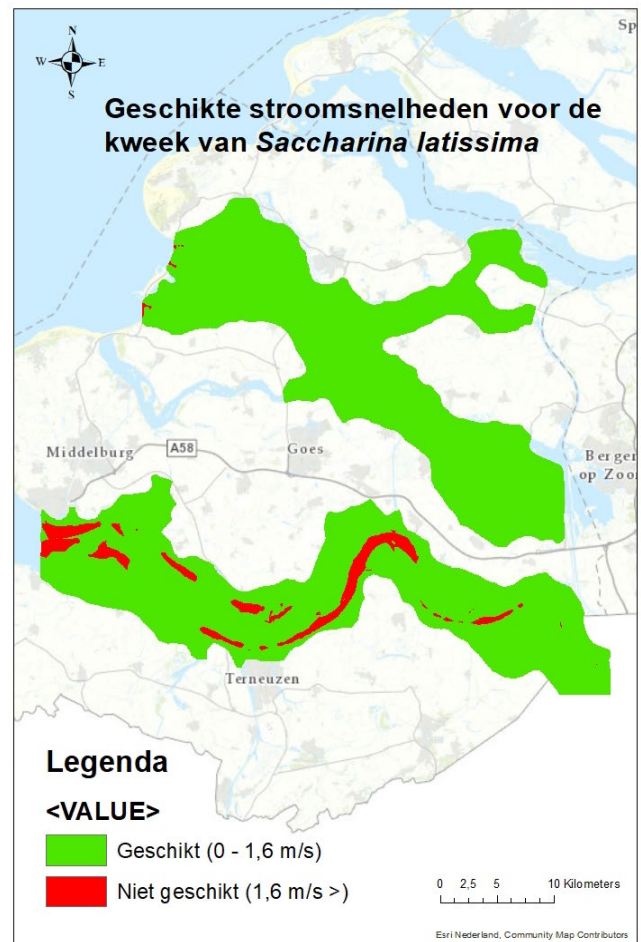
De stroomsnelheid heeft een belangrijke rol bij de uitwisseling van nutriënten. Bij hogere stroomsnelheden kunnen er meer nutriënten worden aangevoerd, waardoor de groei van zeewier positief wordt beïnvloed (Informatiehuis Marien, 2017). Te hoge stroomsnelheden kunnen echter een negatieve invloed hebben op zeewierkweek, omdat bij te hoge stroomsnelheden de wieren van de installatie af kunnen breken (Berndsen, et al., 2018). Daarom zijn de maximale geschikte stroomsnelheden voor het kweken van *Ulva lactuca* en *Saccharina latissima* onderzocht middels een literatuurstudie. Hieruit is duidelijk geworden dat *Ulva lactuca* tot een stroomsnelheid van 0,4 m/s gekweekt kan worden zonder risico te lopen dat de wieren beschadigd worden. Bij stroomsnelheden van 0,4 m/s tot en met 1,2 m/s scheuren de wieren af van een zeewierinstallatie (Hawes & Smith, 1995). *Saccharina latissima* kan gekweekt worden tot een stroomsnelheid van 1,6 meter per seconde (Buck & Buchholz, Response of offshore cultivated Laminaria saccharina to hydrodynamic forcing in the North Sea, 2005).

Van Rijkswaterstaat is GIS-data ontvangen over de maximale stroomsnelheden in de Westerschelde en de Oosterschelde gebaseerd op een hydrodynamisch computermodel. Bij dit computermodel zijn de gemiddelde maximale snelheden over een verticale as van het wateroppervlak berekend (Rijkswaterstaat, 2018). De stroomsnelheden in de Grevelingen en de Voordelta zijn niet onderzocht, doordat hier geen data over beschikbaar was. De waterbeweging in de Grevelingen is door de wind gedreven en dus sterk variabel. Hierom is dit verder in het onderzoek niet mee in beschouwing genomen. Daarom zijn er met GIS alleen kaarten gemaakt van de geschikte stroomsnelheden van *Ulva lactuca* en *Saccharina latissima* in de Oosterschelde en de Westerschelde, zie figuur 7 en 8. Deze kaarten geven een beeld van de geschikte locaties voor het kweken van *Ulva lactuca* en *Saccharina latissima* in de Oosterschelde en de Westerschelde op basis van de stroomsnelheden in deze watersystemen.

Figuur 7 laat zien dat, met name in de Westerschelde, de stroomsnelheden voor het kweken van *Ulva lactuca* in veel gebieden te hoog zijn. In de Oosterschelde zijn er meer geschikte locaties voor het kweken van *Ulva lactuca* op basis van de maximale geschikte stroomsnelheden. Voor het kweken van *Saccharina latissima* zijn de stroomsnelheden in zowel de Oosterschelde als de Westerschelde in vrijwel alle gebieden geschikt, zie figuur 8.



Figuur 7 - Geschikte locaties voor het kweken van *Ulva lactuca* in de Oosterschelde en de Westerschelde op basis van stroomsnelheden

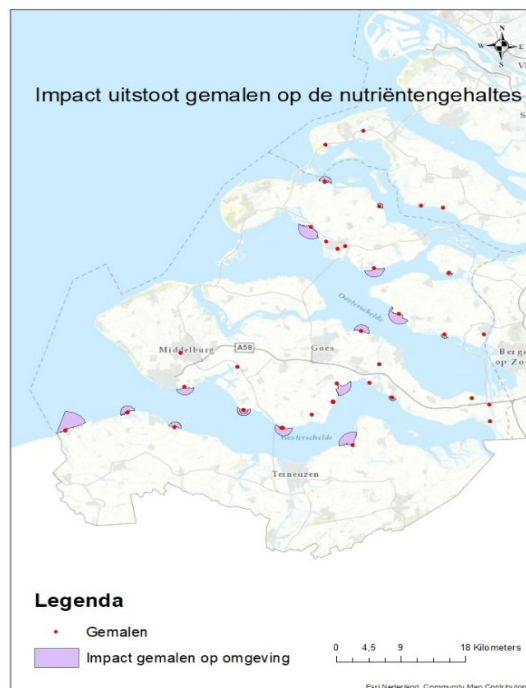


Figuur 8 - Geschikte locaties voor het kweken van *Saccharina latissima* in de Oosterschelde en de Westerschelde op basis van stroomsnelheden

4.3 GEMALEN

Gemalen kunnen de nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater in hun omgeving beïnvloeden. Dit komt doordat gemalen nutriëntenrijk water uitslaan afkomstig uit polders (Claassen, Meijer, & Blom, 2012). Dit nutriëntenrijk water wordt geloosd op de Westerschelde, Oosterschelde en de Grevelingen. Hierdoor kunnen in regio's van de Westerschelde, Oosterschelde en de Grevelingen in de buurt van gemalen, hogere nutriëntenconcentraties aanwezig zijn.

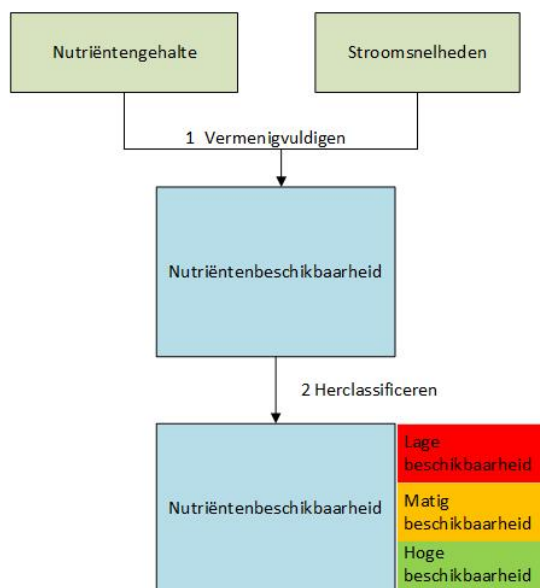
Via De Nederlandse Gemalen Stichting is data opgevraagd over alle gemalen die lozen op de Westerschelde, Oosterschelde en de Grevelingen (De Nederlandse Gemalen Stichting, 2018). Om elk van deze gemalen is een buffer gemaakt, zie figuur 9. Deze buffers zijn evenredig met de grootte van de afvoercapaciteit van het gemaal waar de buffer omheen is getrokken. De afvoercapaciteit van ieder gemaal is vermenigvuldigd met 3 om zo de grootte van de buffers te bepalen. De buffers geven een indicatie van mogelijk verhoogde nutriëntenconcentratie in de watersystemen en hier zal in het vervolg van het onderzoek niet verder mee worden gerekend.



Figuur 9 - Impact van gemalen op de nutriëntenconcentraties

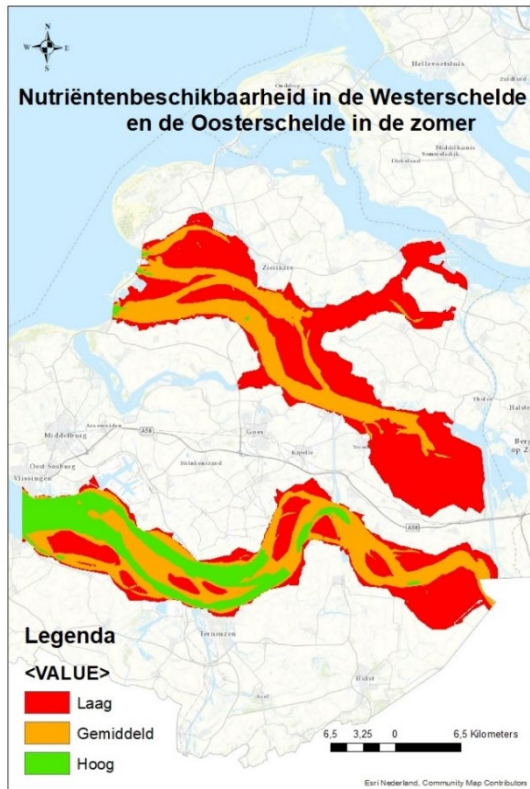
4.4 NUTRIËNTENBESCHIKBAARHEID

In gebieden met een lagere nutriëntenflux, zal zeewier minder goed groeien dan in gebieden met hogere nutriëntenbeschikbaarheid (Informatiehuis Marien, 2017). Nadat de nutriëntenconcentraties en de maximale stroomsnelheden in de Oosterschelde en de Westerschelde berekend zijn, is de nutriëntenbeschikbaarheid in de twee watersystemen berekend. Dit is gedaan door in elk gebied de maximale stroomsnelheid per locatie te vermenigvuldigen met de nutriëntenconcentratie in elk onderzoeksgebied (figuur 10, stap 1). Bij deze berekening is aangenomen dat de nutriëntenconcentratie van het meetpunt representatief is voor het gehele deelgebied. De stroomsnelheid varieert wel op iedere locatie in elk watersysteem. Door deze twee factoren met elkaar te vermenigvuldigen verkrijgt men een gebied dekkend inzicht in de nutriëntenbeschikbaarheid in de zomer- en wintermaanden zoals te zien in figuren 11 en 12. Het resultaat van de vermenigvuldiging van de gemiddelde maximale stroomsnelheid met de nutriëntenconcentratie per onderzoeksgebied is geherclassificeerd naar 3 klassen van beschikbaarheid: hoge, gemiddelde en lage nutriëntenbeschikbaarheid (figuur 10, stap 2). De herclassificering is uitgevoerd op basis van de hoogste en laagste waarde. De figuren

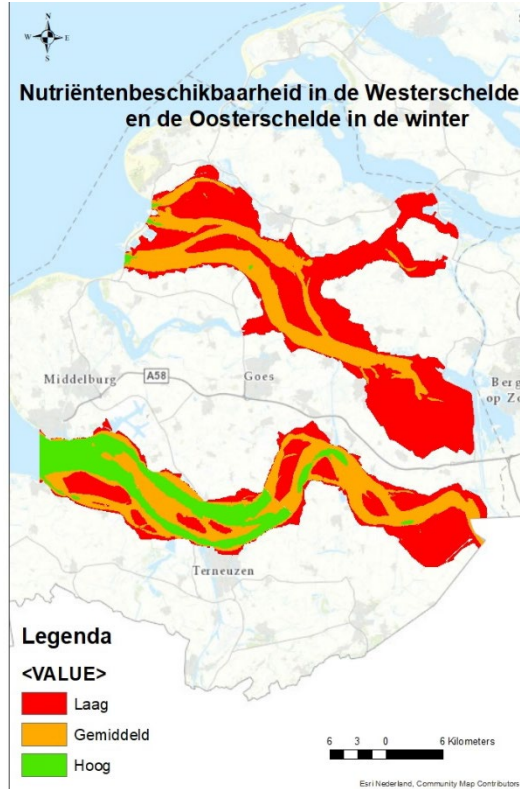


Figuur 10 – Schema aanpak bepalen van de nutriëntenbeschikbaarheid

laten zien dat de nutriëntenbeschikbaarheid in de zomermaanden vrijwel identiek aan de nutriëntenbeschikbaarheid in de wintermaanden. Verder wordt duidelijk dat de nutriëntenbeschikbaarheid op zijn hoogst is in het westen van de Westerschelde. In de Oosterschelde is de beschikbare hoeveelheid aan nutriënten over het algemeen een stuk lager dan in de Westerschelde. Dit komt doordat de maximale stroomsnelheden in de Oosterschelde gemiddeld lager zijn dan in de Westerschelde.



Figuur 11 - Nutriëntenbeschikbaarheid in de Westerschelde en de Oosterschelde in de zomermaanden



Figuur 12 - Nutriëntenbeschikbaarheid in de Westerschelde en de Oosterschelde in de wintermaanden

4.5 LICHTKLIMAAT

Om te kunnen groeien, heeft zeewier licht nodig voor haar fotosynthese (Wald, 2010). Om een uitspraak te doen over het lichtklimaat in de Zuidwestelijke Delta zijn de zwevend stof concentraties in de Zuidwestelijke Delta onderzocht. Dit is gedaan door de zwevend stof gegevens van de afgelopen vier tot zes jaar van dezelfde meetlocaties als van de nutriëntenconcentraties op te vragen bij Rijkswaterstaat Waterinfo. Vervolgens zijn de gemiddelde zwevend stof concentraties per gebied in de zomer- en wintermaanden uitgerekend. Er is tevergeefs gezocht naar een accurate en valide omrekening van de gemiddelde zwevend stof concentraties zwevend stof naar zichtdieptes waar een uitspraak over gedaan kan worden voor het lichtklimaat. Hierdoor is deze factor verder niet meegewogen in het bepalen van geschikte locaties voor zeewierteelt in de Zuidwestelijke delta.

4.6 DIEPTE

Ten slotte zijn de geschikte dieptes voor het realiseren van een zeewierinstallatie onderzocht in de Zuidwestelijke Delta. Hiervoor zijn de minimale en maximale geschikte waterdieptes in de onderzoeksgebieden bepaald. Voor het bepalen van de minimale geschikte waterdiepte voor een zeewierinstallatie zijn als eerste de getijden in ieder onderzoeksgebied onderzocht. Dit is gedaan om de maximale laagste waterstand van het afgelopen jaar in elk watersysteem te bepalen. Naar aanleiding van een interview met de heer Willem Brandenburg uit het vooronderzoek van de heer T. Leijts is duidelijk geworden dat de longlines van een zeewierinstallatie tot ongeveer 3 meter onder de boeien hangen in het water voor het kweken van *Ulva Lactuca*. *Saccharina latissima* kan zelfs tot een diepte van vier meter onder het wateroppervlak gekweekt worden. In de Voordelta kan een zeewierinstallatie zelfs een diepte van 10 meter onder het wateroppervlak hebben doordat dit gunstig is voor de verankering van de installatie op zee (Informatiehuis Marien, 2017). Deze dieptes van een zeewierinstallatie zijn vervolgens afgetrokken van de maximale laagste waterstand in ieder systeem om de minimale geschikte diepte voor een zeewierinstallatie uit te rekenen, zie tabel 2.

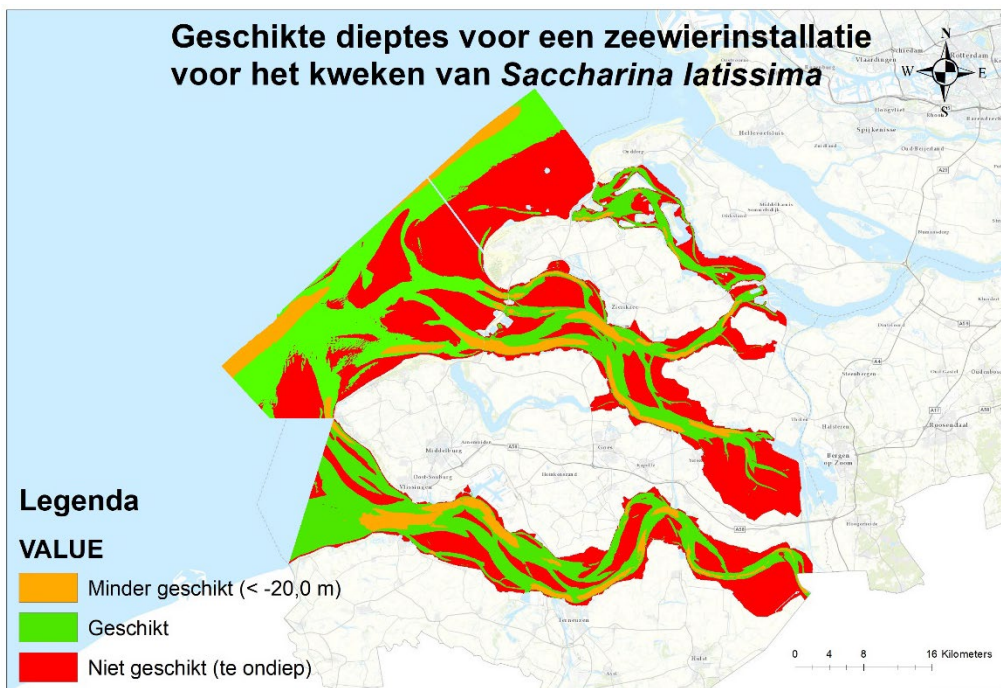
Tabel 2 – Minimale en maximale geschikte waterhoogten van een zeewierinstallatie

Soort zeewier	Diepte Westerschelde (m t.o.v. NAP)			Diepte Oosterschelde (m t.o.v. NAP)	Diepte Grevelingen (m)	Diepte Voordelta (m)
	Vlissingen	Terneuzen	Hansweert			
LW	-2,4	-2,4	-2,8	-1,75	0	
Minimale waterhoogte bij lw voor kweek <i>Ulva</i>	-5,4	-5,4	-5,8	-4,75	-3,0	-10,0
Minimale waterhoogte bij lw voor kweek <i>Saccharina</i>	-6,4	-6,4	-6,8	-5,75	-4,0	-10,0
Maximale waterhoogte	-20,0	-20,0	-20,0	-20,0	-20,0	-20,0

Uit het vooronderzoek is ook gebleken dat een zeewierinstallatie maximaal op een diepte van 20 meter onder het wateroppervlak verankerd kan worden. Het is mogelijk om op een diepere waterhoogte de installatie te verankeren, maar dit blijkt vaak op financieel gebied niet haalbaar te zijn. Hierom is dan ook per watersysteem een maximale geschikte diepte voor het kweken van zeewier op een diepte van 20 meter beneden het wateroppervlak gesteld. Hierdoor wordt per watersysteem duidelijk waar de geschikte dieptes liggen. De locaties in de Zuidwestelijke Delta met een geschikte diepte voor het kweken van *Ulva lactuca* en *Saccharina latissima* zijn in figuur 13 en 14 weergegeven.



Figuur 13 – Geschikte locaties voor het kweken van *Ulva lactuca* op basis van geschikte dieptes voor een zeewierinstallatie



Figuur 14 – Geschikte locaties voor het kweken van *Saccharina latissima* op basis van geschikte dieptes voor een zeewierinstallatie

5. GESCHIKTE LOCATIES IN DE OOSTERSCHELDE, WESTERSCHELDE, GREVELINGEN EN DE VOORDELTA

Om een beeld te krijgen van de geschikte locaties voor het kweken van *Ulva lactuca* en *Saccharina latissima* in de Oosterschelde en de Westerschelde zijn een aantal factoren die de groei van zeewier beïnvloeden met elkaar samengevoegd. Deze factoren zijn de geschikte dieptes voor een zeewierinstallatie, de nutriëntenbeschikbaarheid en de maximale geschikte stroomsnelheden. De kaarten van deze factoren zijn samengevoegd tot een kaart voor het kweken van *Ulva lactuca* en een kaart voor *Saccharina latissima*. Deze twee kaarten geven een beeld van de geschikte locaties in de Oosterschelde en de Westerschelde voor het kweken van *Ulva lactuca* en *Saccharina latissima*.

5.1 CLASSIFICATIE EINDKAARTEN

Het samenvoegen van de kaarten van de geschikte dieptes voor een zeewierinstallatie, de nutriëntenbeschikbaarheid en de maximale geschikte stroomsnelheden is gedaan door eerst alle drie de kaarten op te delen in klassen. Deze klassen krijgen ieder een waarde. Deze waarde zijn gebruikt om de geschiktheid per locaties in de Oosterschelde en de Westerschelde uit te rekenen. De klassen en de bijbehorende waarde per factor zijn hieronder weergegeven:

De nutriëntenbeschikbaarheid kaart is opgedeeld in 3 klassen van zeewierteelt geschiktheid:

- 1 = laag nutriënten beschikbaarheid
- 2 = gemiddeld nutriënten beschikbaarheid
- 3 = hoge nutriënten beschikbaarheid

De dieptekaart is opgedeeld in 3 klassen van zeewierteelt geschiktheid:

- 0 = te ondiepe gebieden
- 1 = dieper dan 20 m t.o.v. NAP
- 2 = geschikte dieptes

De maximale stroomsnelheden zijn verdeeld in 2 klassen van zeewierteelt geschiktheid:

- 0 = ongeschikt stroomsnelheid
- 2 = geschikte stroomsnelheid

De gebruikte gegevens van iedere klassen voor de factoren diepte en stroomsnelheid zijn weergegeven in tabel 3. Deze waarde gelden voor alle onderzoeksgebieden.

Tabel 3 - Waardes van de klassen van de factoren diepte en stroomsnelheid

	Dieptes	Waardes	Stroomsnelheden	Waardes
<i>Ulva lactuca</i>	Ongeschikt	< -3.0 m t.o.v. NAP	Ongeschikt	0,4 m/s >
	Matig geschikt	-20,0 m t.o.v. NAP	Goed geschikt	< 0,4 m/s
	Goed Geschikt	-3,0 – -20,0 m t.o.v. NAP		
<i>Saccharina latissima</i>	Ongeschikt	< -4.0 m t.o.v. NAP	Ongeschikt	1,6 m/s >
	Matig geschikt	-20,0 m t.o.v. NAP	Goed geschikt	< 1,6 m/s
	Goed geschikt	-4,0 – -20,0 m t.o.v. NAP		

De waarden van de nutriëntenbeschikbaarheid verschillen per watersysteem. De uitkomst van de vermenigvuldiging van de stroomsnelheid met de nutriëntenconcentratie zijn gedeeld door 3. Hierdoor zijn de uitkomsten van deze vermenigvuldiging verdeeld in 3 klassen: lage, gemiddelde en hoge beschikbaarheid. De waarden van deze drie klassen per watersysteem zijn weergegeven in tabel 4.

Tabel 4 - Waarden van de klassen van de factor nutriëntenbeschikbaarheid

	Mate van beschikbaarheid	Oosterschelde	Westerschelde - West	Westerschelde - Midden	Westerschelde - Oost
<i>Ulva lactuca</i>	Lage beschikbaarheid	3,23	5,23	8,12	12,6
	Gemiddelde beschikbaarheid	6,47	10,45	16,24	25,2
	Hoge beschikbaarheid	9,7	15,68	24,36	37,80
<i>Saccharina latissima</i>	Lage beschikbaarheid	5,82	9,71	10,05	15,30
	Gemiddelde beschikbaarheid	11,64	19,43	20,10	30,60
	Hoge beschikbaarheid	17,46	29,14	30,15	45,90

Deze klassen zijn vervolgens met elkaar vermenigvuldigd om een beeld te krijgen van de geschikte locaties voor het kweken van *Ulva lactuca* en *Saccharina latissima*. Hieruit kunnen in totaal 6 uitkomsten uit komen, zie tabel 5. Deze uitkomsten zijn verdeeld in 3 klassen: niet geschikt (rode kleur), matig geschikt (oranje kleur) en goed geschikt (groene kleur). Locaties met te ondiepe wateren of ongeschikte stroomsnelheden voor zeewierteelt, zijn altijd ongeschikt voor het kweken van zeewier. Daarom hebben deze gebieden een waarde van 0 gekregen om deze gebieden in ieder geval uit te sluiten als geschikte locaties voor zeewierteelt. Als men de gemiddelde waarde van alle drie de factoren vermenigvuldigd, komt men uit op een waarde van 2. Daarom zijn berekeningen met een uitkomst van 2 beschouwd als matig geschikte locaties voor zeewierteelt. Uitkomsten van 4 of hoger liggen boven het gemiddeld van de vermenigvuldiging van de drie factoren. Daarom is bepaald dat alle berekeningen met een uitkomst van 4 of hoger een goede geschiktheid voor het kweken van zeewier hebben.

Tabel 5 – Klassen eindkaart

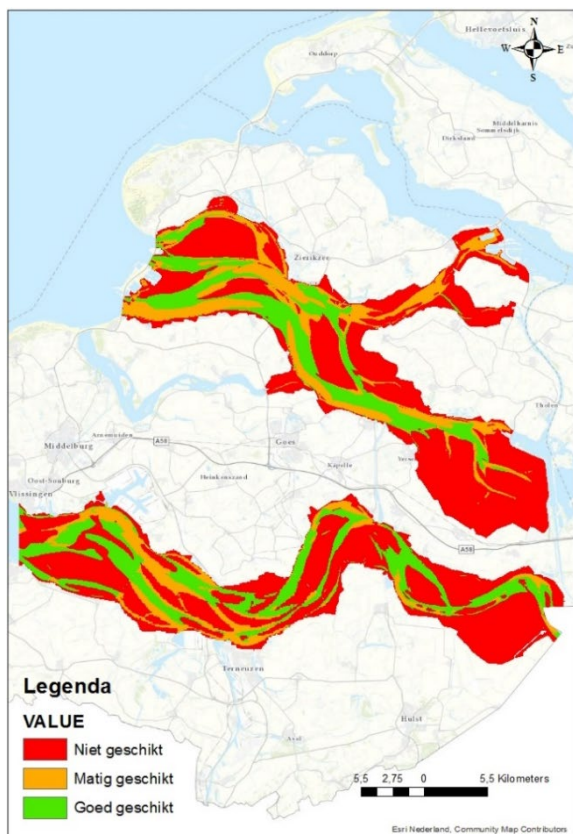
Ongeschikt	Matig geschikt	Goed geschikt			
0	2	4	6	8	12

5.2 GESCHIKTE LOCATIES VOOR *ULVA LACTUCA* EN *SACCHARINA LATISSIMA*

De geschikte locaties voor het kweken van *Ulva lactuca* zijn weergegeven in figuur 15. Voor het creëren van dit beeld is een maximale geschikte stroomsnelheid van 0,4 m/s en een minimale diepte van 3 m onder de maximale laagste waterstanden ten opzichte van NAP gebruikt. Voor het bepalen van de geschikte locaties voor het kweken van *Ulva lactuca* zijn de nutriëntenconcentraties in de zomermaanden gebruikt, omdat dit wier in de zomermaanden van het jaar gekweekt wordt. Zoals te zien in figuur 15 zijn er vrijwel alleen in de Oosterschelde geschikte locatie voor het kweken van *Ulva lactuca*. Dit komt voornamelijk doordat de maximale stroomsnelheden hier een stuk lager zijn dan in de Westerschelde. De stroomsnelheden in de Westerschelde zijn dusdanig hoog dat het nauwelijks mogelijk is om in de Westerschelde *Ulva lactuca* te kweken. In de Oosterschelde zijn er wel een aantal geschikte locaties voor het kweken van *Ulva lactuca*. Met name in de noordelijke tak van de Oosterschelde zijn de omstandigheden het meest geschikt voor het kweken van *Ulva lactuca*.



Figuur 15 – Geschikte locaties voor het kweken van *Ulva lactuca* in de Oosterschelde en de Westerschelde



Figuur 16 – Geschikte locaties voor het kweken van *Saccharina latissima* in de Oosterschelde en de Westerschelde

De geschikte locaties voor het kweken van *Saccharina latissima* zijn weergegeven in figuur 16. Voor het bepalen van de geschikte locaties voor het kweken van *Saccharina latissima* zijn de nutriëntenconcentraties in de wintermaanden gebruikt, omdat dit wier in de wintermaanden van het jaar gekweekt wordt. Daarnaast is er gerekend met een maximale geschikte stroomsnelheid van 1,6 m/s en een minimale diepte van 4 m onder de maximale laagste waterstanden ten opzichte van NAP. Voor *Saccharina latissima* zijn er meer geschikte locaties in zowel de Oosterschelde als de Westerschelde. Dit komt voornamelijk doordat *Saccharina latissima* gekweekt kan worden in wateren met hogere stroomsnelheden. Hierdoor zijn er meerdere gebieden met gunstige kweekomstandigheden in de Oosterschelde en de Westerschelde voor *Saccharina latissima*.

5.3 GESCHIKTE LOCATIES VOOR *ULVA LACTUCA* OP BASIS VAN VERSCHILLENDE FACTOREN

De opgeleverde GIS-kaarten geven slechts een indicatie van de werkelijkheid. De gehanteerde klassengrenzen voor geschiktheid zijn niet altijd even 'hard'. Om beter inzicht te krijgen op het effect van de afzonderlijke factoren op de uitkomst zijn voor twee factoren (stroomsnelheid en diepte) de klassengrenzen bij herclassificatie aangepast. De waarden van de factor nutriëntenbeschikbaarheid zijn in ieder scenario hetzelfde. In deze analyse zijn in totaal vijf scenario's gecreëerd waarbij de twee van de drie factoren iedere keer verschillende waarden bevatten om de impact van de factoren op de geschiktheid voor zeewierteelt te bepalen.

Literatuur wijst uit dat de wieren van *Ulva lactuca* scheuren bij stroomsnelheden tussen de 0,4 m/s en 1,2 m/s (zie hoofdstuk 4.2). Omdat er bij het scheuren van wieren van *Ulva lactuca* sprake is van een bandbreedte, is de impact van verschillende stroomsnelheden op het bepalen van de geschiktheid van locaties voor het kweken van *Ulva lactuca* onderzocht. Er zijn dan ook scenario's gecreëerd voor *Ulva lactuca* bij gemiddelde maximale stroomsnelheden van 0,4 m/s, 0,7 m/s en 1,2 m/s. *Saccharina latissima* heeft geen bandbreedte waartussen de wieren kunnen afscheuren maar een grenswaarde van 1,6 m/s. Hierdoor is aangenomen dat verschillende maximale gemiddelde stroomsnelheden nauwelijks tot geen impact hebben op het bepalen van de geschiktheid van locaties voor *Saccharina latissima*. Voor de factor geschikte dieptes is er naast een minimale diepte van 3 m, ook gekeken naar het effect van een minimale diepte van 2 m ten opzichte van de maximale laagste waterstanden ten opzichte van NAP. Op basis van de gevoerde interviews werd duidelijk dat zeewier ook op een diepte van 2 m ten opzichte van de maximale laagste waterstanden ten opzichte van NAP kan groeien, alleen dan kan de opbrengst per m² minder zijn dan bij een diepte van 3 m. *Ulva lactuca* kan goed groeien in de bovenste waterlaag van een watersysteem. Aangezien het waterpeil nogal varieert in de Oosterschelde en de Westerschelde is onderzocht welke locaties geschikt zijn voor het kweken van *Ulva lactuca* vanaf een diepte van 2 m ten opzichte van de maximale laagste waterstanden ten opzichte van NAP. *Saccharina latissima* wordt gekweekt in de diepere delen van een watersysteem en daarom is er niet gekeken naar verschillende waarde voor de factor geschikte dieptes voor *Saccharina latissima*. Daarom zijn er in de analyse alleen scenario's gecreëerd voor de geschiktheid voor *Ulva lactuca*.

De resultaten van de vijf scenario's zijn weergegeven in de bijlagen:

Bijlage 2: Scenario 1 - Geschikte locaties voor *Ulva lactuca* in de zomermaanden bij een gemiddelde maximale stroomsnelheid van 0,4 m/s en een minimale geschikte diepte 2 m

Bijlage 3: Scenario 2 - Geschikte locaties voor *Ulva lactuca* in de zomermaanden bij een gemiddelde maximale stroomsnelheid van 0,7 m/s en een minimale geschikte diepte 3 m

Bijlage 4: Scenario 3 - Geschikte locaties voor *Ulva lactuca* in de zomermaanden bij een gemiddelde maximale stroomsnelheid van 0,7 m/s en een minimale geschikte diepte 2 m

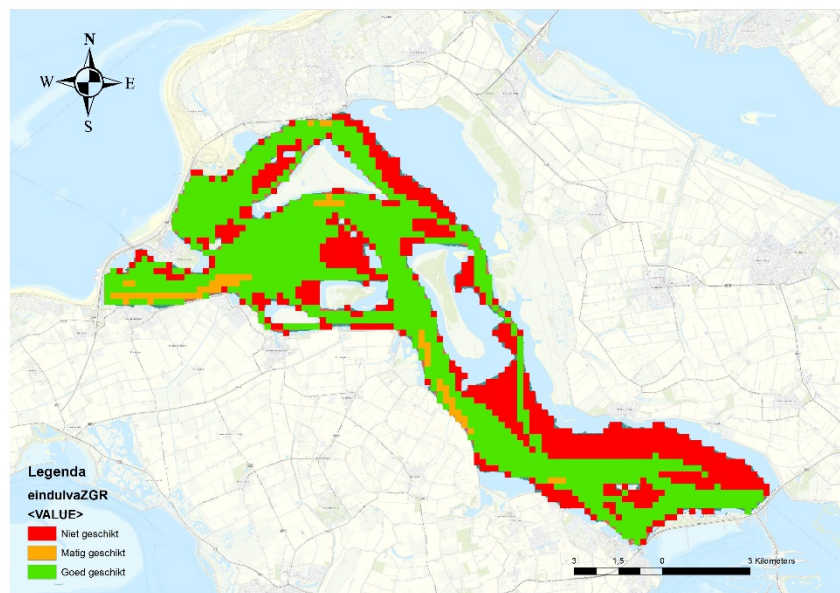
Bijlage 5: Scenario 4 - Geschikte locaties voor *Ulva lactuca* in de zomermaanden bij een gemiddelde maximale stroomsnelheid van 1,2 m/s en een minimale geschikte diepte 3 m

Bijlage 6: Scenario 5 - Geschikte locaties voor *Ulva lactuca* in de zomermaanden bij een gemiddelde maximale stroomsnelheid van 1,2 m/s en een minimale geschikte diepte 2 m

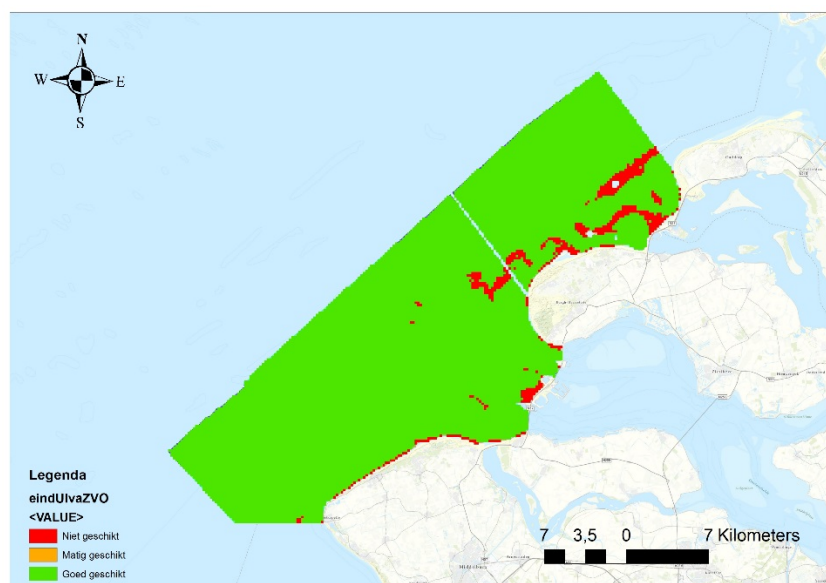
De analyse toont aan dat er de meeste locaties geschikt zijn bij een maximale stroomsnelheid van 1,2 m/s en een minimale diepte van 2 m, zie bijlage 6. Dit komt doordat *Ulva lactuca* in dit scenario in staat is om bij maximale stroomsnelheden tot 1,2 m/s te groeien. Daarnaast zijn er bij scenario's met een minimale diepte van 2 m meer geschikte locaties dan bij scenario's met een minimale diepte van 3 m.

5.4 GESCHIKTE LOCATIES VOOR ZEEWIERTEELT IN DE GREVELINGEN EN DE VOORDELTA

Zoals eerder gezegd, is er voor de Voordelta en de Grevelingen geen GIS-data beschikbaar over de gemiddelde maximale stroomsnelheden in deze watersystemen. Hierdoor is het niet mogelijk om de nutriëntenbeschikbaarheid in deze watersystemen uit te rekenen. Doordat er geen data beschikbaar is over de gemiddelde maximale stroomsnelheden in de Grevelingen en de Voordelta is de aanpak voor het bepalen van geschikte locaties voor zeewierteelt in deze watersystemen anders dan de aanpak voor het bepalen van geschikte locaties in de Westerschelde en de Oosterschelde. Om toch een inzicht te krijgen van geschikte locaties voor zeewierteelt in de Grevelingen en de Voordelta zijn de nutriëntenconcentraties in deze watersystemen vermenigvuldigd met de geschikte dieptes. De uitkomsten van deze vermenigvuldiging zijn gedeeld door 3. Dit is gedaan om de uitkomsten in 3 klassen te verdelen: niet geschikt, matig geschikt, en goed geschikt. Figuren 17 en 18 geven een indicatie van de geschikte locaties voor het kweken van *Ulva lactuca* in de Grevelingen en de Voordelta op basis van de factoren nutriëntenconcentraties en diepte.



Figuur 17 – Geschikte locaties voor het kweken van *Ulva lactuca* in de Grevelingen op basis van de factoren nutriënten en diepte



Figuur 18 – Geschikte locaties voor het kweken van *Ulva lactuca* in de Voordelta op basis van de factoren nutriënten en diepte

6. BESCHIKBARE LOCATIES VOOR ZEEWIERTEELT IN DE ZUIDWESTELIJKE DELTA

Tijdens het onderzoek zijn een aantal stakeholders geïnterviewd. In bijlage 1 zijn alle stakeholders die tijdens het onderzoek zijn geïnterviewd weergegeven. In deze gesprekken zijn onder andere de technische eisen, kansen voor samenwerking met andere sectoren, mogelijkheden en beperkingen van zeewierteelt besproken. Daarnaast werd duidelijk dat er in de Westerschelde nauwelijks ruimte beschikbaar is voor het kweken van zeewier, doordat de scheepvaart in dit watersysteem de belangrijkste functie is. Tijdens de stakeholderbijeenkomst is gebleken dat de ruimte in de Grevelingen en de Oosterschelde beperkt is, zie bijlage 7. Daarom is er tijdens dit onderzoek dan ook voornamelijk gekeken naar mogelijkheden voor multifunctioneel ruimtegebruik in de Grevelingen en de Oosterschelde. In het vooronderzoek zijn ideeën geopperd voor het combineren van de oestersector en mosselsector met het kweken van zeewier. Deze ideeën zijn tijdens dit onderzoek verder onderzocht door het voeren van interviews met een individuele oesterkweker en een mosselkweker.

6.1 COMBINATIE MOSSELSECTOR EN ZEEWIERTEELT

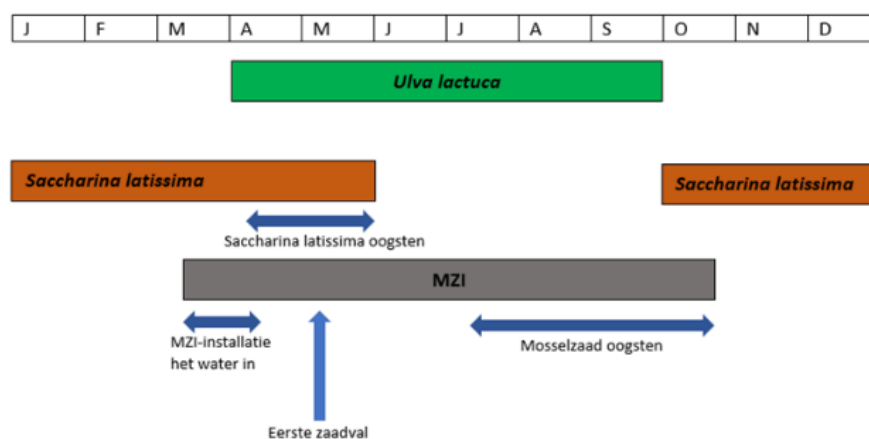
Om de mogelijkheden voor het combineren van een MZI met het kweken van zeewier beter in beeld te krijgen, is er een interview gevoerd met een individuele mosselkweker. Een overzicht van de resultaten van dit gesprek zijn weergegeven in de bijlage 8. Tijdens dit gesprek zijn onder andere de gebruikperiodes en ruimtebeslag van een MZI-locatie voor het kweken van mosselzaad besproken. Zoals gezegd in hoofdstuk 2 is een MZI een constructie van touwen en boeien waarmee mosselbroed wordt opgevangen en waar dit broed enkele maanden kan groeien voordat het verplaatst wordt naar een ander perceel waar het mosselzaad kan groeien tot een consumptie mossel. Vrijwel alle wettelijk verleende MZI-locatie in de Zuidwestelijke Delta bevinden zich in de Oosterschelde, zie figuur 19.



Figuur 19 – MZI's in de Grevelingen en de Oosterschelde

Er zijn strikte regels vanuit Rijkswaterstaat met betrekking tot het uit het water halen van de boeien die gebruikt worden door mosselkwekers voor hun MZI. Deze boeien moeten 1 november uit het water zijn. Dit komt doordat vanaf dat moment het stormseizoen begint en er ijsgang kan optreden. Als de boeien op dat moment nog in het water liggen, dan kan dit nadelige gevolgen hebben voor de scheepvaart in het watersysteem. De palen van een MZI-installatie mogen in de winter wel in het water blijven staan.

Het oogsten van het mosselzaad op een MZI-locatie van ongeveer 3 hectare duurt ongeveer een maand. De gebruikperiode van een MZI voor het kweken van mosselzaad varieert per jaar. Dit hangt af van de weersomstandigheden, logistiek en wanneer de zaadval van mosselen plaatsvindt. Over het algemeen gebruiken mosselkwekers hun MZI-locaties van ongeveer half maart tot ongeveer eind augustus. Een schema van de kweekperiodes van mosselzaad, *Ulva lactuca* en *Saccharina latissima* is weergegeven in figuur 20. Figuur 20 laat zien dat op een MZI-locatie dat actief gebruikt wordt, alleen het winterwier *Saccharina latissima* gekweekt kan worden omdat in de winterperiode de palen van de MZI nog wel op locatie aanwezig zijn maar voor de rest niet gebruikt wordt. Om de combinatie van een MZI-perceel met het kweken van zeewier verder te verkennen zou in een vervolgonderzoek uitgezocht moeten worden hoe dit overlap het beste kan worden aangepakt. In dit vervolgonderzoek moet onderzocht worden welke werkzaamheden voor het kweken van *Saccharina latissima* al kunnen worden uitgevoerd tijdens het oogsten van het mosselzaad om zo de meest efficiënte manier van tijdverbruik te ontdekken. Tijdens het interview met de mosselkweker werd ook duidelijk dat er een aantal leegstaande MZI-locaties aanwezig zijn in de Zuidwestelijke Delta. Deze leegstaande MZI-locaties zouden wel voor beide wieren gebruikt kunnen worden.



Figuur 20 – Kweekperiodes combinatie MZI

6.2 COMBINATIE OESTERSECTOR EN ZEEWIERTEELT

Voor het onderzoeken van de mogelijke combinatie van de oestersector en zeewierteelt is een oesterkweker geïnterviewd. De resultaten van dit interview zijn weergegeven in bijlage 9. Uit dit interview werd onder andere duidelijk dat het wateroppervlak boven de oesterpercelen waar bodemcultuur wordt uitgevoerd, momenteel al gebruikt wordt door andere sectoren zoals de recreatie en de vissector. Hierdoor is hier vrijwel geen plek beschikbaar om zeewier te kweken boven deze oesterpercelen. Figuur 21 toont alle oesterpercelen in de Oosterschelde en de Grevelingen. Oesterpercelen komen alleen in aanmerking voor zeewierteelt als ze subtidaal zijn met een diepte bij een maximale laagwaterstand van meer dan 2 meter. Naar aanleiding van de stakeholderbijeenkomst en het interview met de oesterkweker werd duidelijk dat alle oesterpercelen in de Grevelingen subtidaal zijn. Echter worden al deze percelen momenteel gebruikt door de oestersector. Hierdoor is het niet mogelijk om op deze percelen zeewier te kweken. In de Oosterschelde bevinden zich zowel subtidale als en intertidale oesterpercelen. Van alle oesterpercelen in de Oosterschelde wordt momenteel zo'n 50% niet gebruikt door de oestersector. Echter is niet bekend welk van deze ongebruikte oesterpercelen een diepte hebben bij een maximale laagwaterstand van meer dan 2 meter. Een vervolgonderzoek moet uitwijzen waar mogelijke ongebruikte oesterlocaties liggen en onder welke omstandigheden (o.a. seizoenen, aantal jaar) deze locaties voor zeewierteelt gebruik zouden kunnen worden. Daarnaast moet ook onderzocht worden wat gebruikers van het bovenstaande water (zoals de recreatiesector en natuurorganisaties) boven deze ongebruikte oesterpercelen van drijvende constructies voor zeewierteelt vinden.



Figuur 21 – Oesterpercelen in de Grevelingen en de Oosterschelde

7. CONCLUSIE

De eerste deelvraag luidt: ‘Welke locaties in de Oosterschelde, Westerschelde, Grevelingen en de Voordelta zijn geschikt voor het kweken van zeewier?’. Uit de resultaten van de GIS-analyse naar het vinden van geschikte locaties voor zeewierteelt blijkt dat er vrijwel alleen geschikte locatie voor het kweken van *Ulva lactuca* zijn in de Oosterschelde. Dit komt voornamelijk doordat de maximale stroomsnelheden hier een stuk lager zijn dan in de Westerschelde. De stroomsnelheden in de Westerschelde zijn dusdanig hoog dat het nauwelijks mogelijk is om in de Westerschelde *Ulva lactuca* te kweken. In de Oosterschelde zijn er wel een aantal geschikte locaties voor het kweken van *Ulva lactuca*. Met name in de noordelijke tak van de Oosterschelde zijn de omstandigheden het meest geschikt voor het kweken van *Ulva lactuca*.

Voor de tweede deelvraag: ‘Hoe kan door ‘slimme’ combinaties met andere functies de mogelijkheden voor zeewierkweek in de regio Zeeland vergroot worden?’ is er naar de mogelijkheden gekeken om zeewierteelt te combineren met de mossel- en oestersector. Voor het onderzoeken van de combinatie van zeewierteelt met de mosselsector zijn ideeën uit het vooronderzoek verder uitgewerkt en is er gesproken met een mosselkweker. Uit het vooronderzoek blijkt dat er wellicht mogelijkheden zijn voor het gedeeltelijk gebruiken van een MZI voor het kweken van zeewier. Tijdens het interview met de mosselkweker werd duidelijk dat op een MZI dat actief gebruikt wordt voor het kweken van mosselzaad alleen het winterwier *Saccharina latissima* gekweekt kan worden. Dit komt doordat de in de winterperiode de palen van de MZI nog wel op locatie aanwezig zijn maar voor de rest niet gebruikt wordt. In de analyse is duidelijk geworden dat er overlap tussen de verschillende kweekperiodes ontstaat als een MZI in een jaar voor zowel zeewierteelt als het kweken van mosselzaad gebruikt wordt, zie figuur 20. Om de combinatie van een MZI-perceel met het kweken van zeewier verder te verkennen zou in een vervolgonderzoek uitgezocht moeten worden hoe dit overlap het beste kan worden aangepakt. Voordat deze slimme combinaties eventueel toegepast zouden kunnen worden, moeten er eerst nog enkele zaken verder worden uitgewerkt. De zaken die onderzocht moeten worden in een vervolgonderzoek worden in het hoofdstuk Aanbevelingen nader toegelicht.

Daarnaast zijn in dit onderzoek ook de mogelijkheden onderzocht voor het combineren van zeewierteelt met de oestersector. Uit een interview met een oesterkweker werd onder andere duidelijk dat het wateroppervlak boven de oesterpercelen waar bodemcultuur wordt uitgevoerd, momenteel al gebruikt wordt door andere sectoren zoals de recreatie en de vissector. Hierdoor is hier vrijwel geen plek beschikbaar om zeewier te kweken boven deze oesterpercelen. Oesterpercelen komen alleen in aanmerking voor zeewierteelt als ze subtidaal zijn met een diepte bij een maximale laagwaterstand van meer dan 2 meter. Naar aanleiding van de stakeholderbijeenkomst en het interview met de oesterkweker werd duidelijk dat alle oesterpercelen in de Grevelingen subtidaal zijn. Echter worden al deze percelen momenteel gebruikt door de oestersector. Hierdoor is het niet mogelijk om op deze percelen zeewier te kweken. In de Oosterschelde bevinden zich zowel subtidale als en intertidale oesterpercelen. Van alle oesterpercelen in de Oosterschelde wordt momenteel zo’n 50% niet gebruikt door de oestersector. Echter is niet bekend welk van deze ongebruikte oesterpercelen een diepte hebben bij een maximale laagwaterstand van meer dan 2 meter.

Hierna is er antwoord gegeven op de op de hoofdvraag: ‘Welke locatie(s) in de Oosterschelde, Westerschelde, Grevelingen en de Voordelta is/zijn geschikt en beschikbaar voor het kweken van zeewier?’. Uit de analyses naar het vinden van geschikte en beschikbare locaties is geconcludeerd dat er geen locaties in de Westerschelde zijn die zowel geschikt als beschikbaar zijn voor zeewierteelt. In de Voordelta is slechts een MZI-locatie gevonden die geschikt is zeewierteelt, zie figuur 19. Er zijn in de Grevelingen meerdere locaties van oesterpercelen die geschikt zijn voor zowel het kweken van *Ulva lactuca* als *Saccharina latissima*. Echter is momenteel nog niet duidelijk of de oesterpercelen in de Grevelingen en de Oosterschelde leegstaand zijn en of deze percelen subtidaal of intertidaal zijn. Slechts boven enkele oesterpercelen in de Oosterschelde kan *Saccharina latissima* gekweekt worden bij maximale stroomsnelheden tot 1,6 m/s en een diepte bij een maximale laagwaterstand van meer dan 4 meter. Er zijn nog minder oesterpercelen in de Oosterschelde waarboven *Ulva lactuca* gekweekt kan worden bij maximale stroomsnelheden tot 0,4 m/s en een diepte bij een maximale laagwaterstand van meer dan 3 meter. Daarnaast zijn er in de Oosterschelde geen MZI-locaties geschikt voor het kweken van *Ulva lactuca* bij maximale stroomsnelheden tot 0,4 m/s en een diepte bij een maximale laagwaterstand van meer dan 3 meter. Voor het kweken van *Saccharina latissima* zijn vrijwel alle MZI-locaties in de Oosterschelde geschikt bij maximale stroomsnelheden tot 1,6 m/s en een diepte bij een maximale laagwaterstand van meer dan 4 meter.

8. DISCUSSIE EN AANBEVELINGEN

Er zijn enkele onderdelen van het onderzoek die momenteel nog niet volledig bruikbaar zijn voor het bepalen van geschikte en beschikbare locaties voor zeewierteelt in de Zuidwestelijke Delta. Zo is er bijvoorbeeld voor het vinden van geschikte locaties uitgegaan van een 'best-case scenario'. Voor het vinden van geschikte locaties voor zeewierteelt in de Zuidwestelijke Delta zijn 5 factoren onderzocht die de groei van zeewier beïnvloeden. Deze factoren zijn door middel van vermenigvuldigingen met behulp van GIS met elkaar gecombineerd om een beeld te krijgen van geschikte locaties voor zeewierteelt. Deze benadering geeft een zeer grove schets van de werkelijkheid, waardoor de resultaten van deze benadering niet volledig betrouwbaar zijn.

Daarnaast zijn er ook enkele onzekerheden in het individueel analyseren van de factoren. Zo is men er tijdens dit onderzoek ervan uit gegaan dat gemalen nutriëntenrijk water uitslaan, waardoor er verhoogde nutriëntenconcentraties aanwezig zijn in het water rondom deze gemalen (Claassen, Meijer, & Blom, 2012). Deze uitspraak is gebaseerd op een onderzoek van de Wageningen University & Research naar de lozing van nutriënten uit polders. Dit onderzoek is uitgevoerd in de provincie Friesland. De omstandigheden van de watersystemen in Friesland zijn anders dan de watersystemen in Zeeland. In de toekomst moet er dan ook een experiment worden uitgevoerd waarbij men meet of er daadwerkelijk verhoogde nutriëntenconcentraties rondom gemalen in Zeeland zijn. Hierdoor wordt de betrouwbaarheid van dit onderzoek verhoogd.

Ten slotte moet er nog een keer gekeken worden naar de impact van het lichtklimaat op de groei van zeewier. Tijdens dit onderzoek is het niet gelukt om een representatieve waarde van het lichtklimaat te creëren op basis van de zwevend stof concentraties in de Zuidwestelijke Delta. Deze factor kan een grote impact hebben op het bepalen van de geschiktheid van een locatie voor zeewierteelt, omdat zeewier licht nodig heeft voor haar fotosynthese. Daarom is het belangrijk dat deze factor nogmaals onderzocht wordt om representatieve waarden van het lichtklimaat in de Oosterschelde en de Westerschelde te vinden.

Om de geschikte locaties voor zeewierteelt te bepalen zijn in totaal vijf factoren onderzocht die de groei van zeewier beïnvloeden. Er zijn nog twee factoren die de groei van zeewier beïnvloeden die niet volledig geanalyseerd zijn in dit onderzoek. Deze factoren zijn de zoutgehaltes en de temperatuur van het water (Informatiehuis Marien, 2017). Tijdens het bepalen van geschikte locaties zijn er aannames gedaan over de impact van deze factoren op de groei van zeewier in de Zuidwestelijke Delta. Door ook deze twee factoren verder te onderzoeken wordt de analyse voor het bepalen van de geschiktheid van locaties voor zeewierteelt completer.

Om een uitspraak te doen over de nutriëntenconcentraties, nutriëntenbeschikbaarheid en het lichtklimaat in de Zuidwestelijke Delta, is er data gebruikt van Rijkswaterstaat. Deze data is verzameld op 3 tot 5 meetpunten per watersysteem. Aangezien alle vier de watersystemen relatief groot zijn, is het erg lastig om betrouwbare conclusies te trekken over de impact van de factoren in deze watersystemen op basis van de verkregen data van de meetpunten. Daarom moet er in een vervolgonderzoek data van de factoren verzameld moeten worden van meer meetpunten in ieder watersysteem om de betrouwbaarheid van het onderzoek te verhogen. Daarnaast is het ook zeer belangrijk dat er een experiment wordt uitgevoerd op een van de meetlocaties. Tijdens dit experiment moeten gegevens van de factoren op deze meetlocatie worden verzameld om uit te zoeken of de verkregen resultaten uit dit experiment overeenkomen met de gebruikte gegevens in de GIS-analyse. Zo kan worden gecontroleerd of de gebruikte waarden in de GIS-analyse van het onderzoek goed gekalibreerd zijn.

Ook zijn er enkele onderdelen die onderzocht moesten worden in dit onderzoek, maar nog niet zijn onderzocht. Zo zou er in een vervolgonderzoek naar de mogelijkheden moeten worden gekeken voor geschikte en beschikbare locaties voor zeewierteelt van verschillende omvang. Er zou dan onderscheid gemaakt kunnen worden tussen mogelijkheden voor kleinschalige en grootschalige zeewierteelt in de Zuidwestelijke Delta. Potentiële locaties met een oppervlakte van maximaal 3 hectare groot vallen onder kleinschalige zeewierteelt. Bij een perceel van ongeveer 25 hectare groot is er sprake van grootschalige zeewierteelt. Daarnaast worden in dit onderzoek alleen de mogelijkheden voor zeewierteelt in de Zuidwestelijke Delta onderzocht in de huidige situatie. Klimaatverandering gaat een steeds grotere impact krijgen op Nederland. Door veranderende temperaturen en een stijging van de zeespiegel, kan het aantal geschikte locaties voor zeewierteelt in de

Zuidwestelijke Delta dan ook wijzigen. Daarom is het belangrijk dat ook de mogelijkheden voor zeewierteelt in de Zuidwestelijke Delta in de toekomstige situatie onderzocht worden in een vervolgonderzoek.

Voor de analyse van het vinden van beschikbare locaties voor zeewierteelt in de Zuidwestelijke Delta zijn er interviews gehouden met een mosselkweker en een oesterkweker over de mogelijkheden tot samenwerking tussen deze sectoren met zeewierteelt. Momenteel worden er opties genoemd voor mogelijke slimme combinaties, maar er is nog geen bevestiging dat deze opties in de werkelijkheid kunnen worden toegepast. Om de mogelijkheden van slimme combinaties van zeewierteelt met andere sectoren verder te verkennen zouden er enkele zaken in een vervolgonderzoek verder moeten worden uitgewerkt. Voor het gebruiken van een MZI-locatie met het kweken van zeewier moet onderzocht moeten worden hoe de overlap dat ontstaat tussen de kweekperiodes van zeewier en mosselzaad het beste kan worden aangepakt. In een vervolgonderzoek moet onderzocht worden welke werkzaamheden voor het kweken van *Saccharina latissima* al kunnen worden uitgevoerd tijdens het oogsten van het mosselzaad om zo de meest efficiënte manier van tijdverbruik te ontdekken. Voor het combineren van zeewierteelt met de oestersector moet uitgezocht worden waar mogelijke ongebruikte oesterlocaties liggen en onder welke omstandigheden (o.a. seizoenen, aantal jaar) deze locaties voor zeewierteelt gebruik zouden kunnen worden. Daarnaast moet ook onderzocht worden wat gebruikers van het bovenstaande water (zoals de recreatiesector en natuurorganisaties) boven deze ongebruikte oesterpercelen van drijvende constructies voor zeewierteelt vinden.

BIBLIOGRAFIE

(sd). Opgeroepen op 6 25, 2014, van Neeltje Jans Mosselen: <http://www.neeltjansmosselen.nl/>

Antonisse, R. (1986). *De kroon op het Deltaplan*. Elsevier.

Berndsen, M., van der Meijden, M., Roos, P., Somers, P., van der Valk, L., & Zwart, J. (2018). *An exploration of the wave reducing and sedimentation enhancing properties of seaweed cultivation*. Wageningen.

Briene, A., & Buddendorf, C. (z.d.). *Algenvrij met redfield ratio*. Opgehaald van www.nbat.nl:
<https://nbat.nl/artikelen/techniek/algenvrij-met-redfield-ratio>

Buck, B. H. (2006). *Open ocean aquaculture and offshore windfarm*.

Buck, B. H., & Buchholz, C. M. (2005). *Response of offshore cultivated Laminaria saccharina to hydrodynamic forcing in the North Sea*.

Claassen, T., Meijer, I., & Blom, J. (2012). *Nutriëntenvrachten uit polder onderschat*. Opgehaald van www.edepot.wur.nl: <http://edepot.wur.nl/339062>

Clare, K. (1993). *Polysaccharides and their derivatives*.

De Nederlandse Gemalen Stichting. (2018). *Uw selectie van gemalen*. Opgehaald van www.gemalen.nl:
http://www.gemalen.nl/zoek_resultaat.asp

Deltares. (2017, 2 1). *Beschrijving van Nutriënten en Geomorfologie. Indicatoren voor selectie van gunstig zeewier locaties*. Opgehaald van www.informatiehuismarien.nl:
https://www.informatiehuismarien.nl/publish/pages/121263/deltares_rapport_aquacultuuratlas.pdf

Dunton, K. (1990). *Growth production in Laminaria solidungula: Relation to continuous underwater light levels in the Alaskan High*.

Guiry, M. (2018). *Saccharina latissima (Linnaeus) J.V. Lamouroux*. Opgehaald van www.seaweed.ie:
http://www.seaweed.ie/descriptions/saccharina_latissima.php

Guiry, M. (2018). *Ulva lactuca Linnaeus*. Opgehaald van www.seaweed.ie:
http://www.seaweed.ie/descriptions/Ulva_lactuca.php

Hawes, I., & Smith, R. (1995). *Effect of current velocity on the detachment of thalli of Ulva lactuca (chlorophyta) in a New Zealand estuary*. Christchurch.

Informatiehuis Marien. (2017, 2 14). *Aquacultuur Atlas - Zeewier*. Opgehaald van www.informatiehuismarien.nl:
https://www.informatiehuismarien.nl/publish/pages/121263/aquacultuur_atlas_-_zeewier_eindversie_14_02_17.pdf

Kain, J. (1991). *Cultivation of attached seaweed*.

Leijts, T. (2018). *Op zoek naar geschikte locaties voor zeewierteelt in de Zeeuwse Delta*.

Living Lab Schouwen-Duiveland. (2017). *Projectplan 2017 - 2021*.

Lobban, C. S., & Wynne, M. J. (1981). *The biology of seaweeds*. Oxford.

Malta, E.-J., Draisma, S., & Kamermans, P. (1999). *Free floating Ulva in the Southwest Netherlands: species or morphotypes? A morphological, molecular and*.

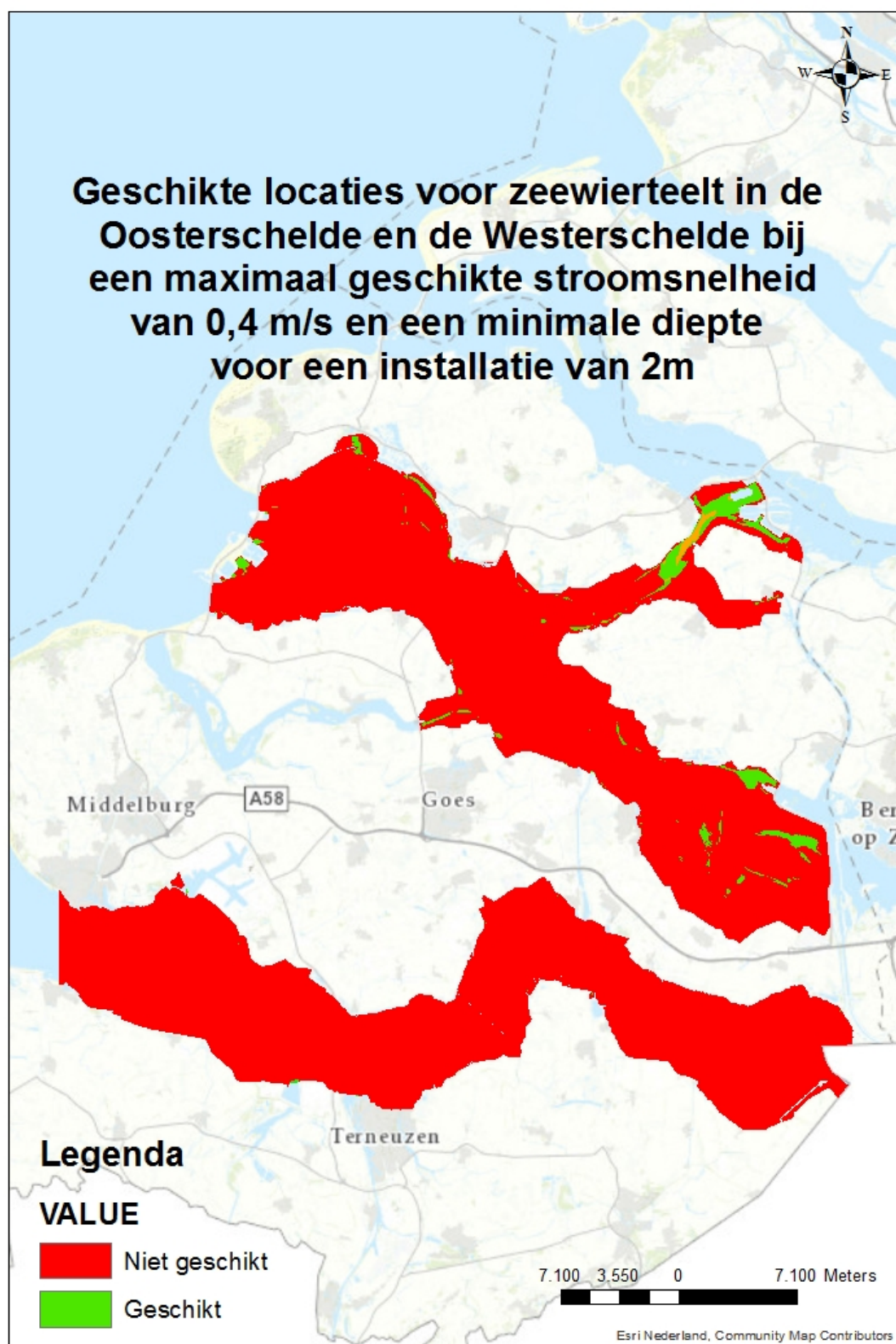
- Manen, P. v. (sd). *Omrekenblad - Solcon*. Opgehaald van home.solcon.nl/pvanmanen/Download/rd2wgs/xls
- Peterson, M. F., & Borum, J. (1987). *Nutrition controle of estuarine macroalgae: growth strategy and the balance between nitrogen requirements*.
- Planbureau voor de Leefomgeving. (2018). *Kansen voor opschaling van zeewierteelt in Nederland*. Opgehaald van www.themasites.pbl.nl: <http://themasites.pbl.nl/natuurlijk-kapitaal-nederland/nieuws/kansen-voor-opscaling-van-zeewierteelt-in-nederland>
- Rijkswaterstaat. (1993). *Regressievergelijking zwevend stof en zichtdiepte*. Delft.
- Rijkswaterstaat. (2018). *Nutriënten en eutrofiëringsparameters*. Opgehaald van www.waterinfo.rws.nl: https://waterinfo.rws.nl/#!/nav/expert/parameters/Nutri___C3___ABnten___20en___20eutrofi___C3___ABringsparameters/
- SOBEK Suite. (sd). Opgeroepen op 11 13, 2014, van Deltares systems design and analysis tools: <http://www.deltaresystems.com/hydro/product/108282/sobek-suite>
- Taylor, R., & Fletcher, R. (2001). *Preliminary studies on the growth of selected green tide algae in laboratory culture: Effects of irradiance*.
- Team, R. C. (2014). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Opgehaald van <http://www.R-project.org/>
- Torres, A., & Gil, M. (2004). *Nutrient uptake rates by the alien alga Undaria pinnatifida when exposed to diluted sewage effluent*.
- Trul, D. S. (2017). *Mogelijkheden en beperkingen in de zeewierteelt in de beheersgebieden Grevelingen en Oosterschelde van de gemeente Schouwen-Duiveland*. Vlissingen.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs. (2017). *Population Division*.
- Victoria, S. G. (sd). *Fisheries - Mussels*. Opgeroepen op 4 7, 2014, van State Government Victoria Department of Environment and Primary Industries: <http://www.dpi.vic.gov.au/fisheries/aquaculture/species/mussels>
- Wageningen University & Research. (z.d.). *Zeewierteelt Heeft De Toekomst*. Opgehaald van www.wur.nl: https://www.wur.nl/upload_mm/0/4/f/ce7ae3b0-2077-46ed-a0cd-25cb945b50b9_fc6a4571-a26a-4de3-9037-b35859aec335_zeewierteelt_heeft_de_toekomst.pdf
- Wald, J. (2010). *Evaluatiestudie naar mogelijkheden voor grootschalige zeewierteelt in het zuidwestelijke Deltagebied, in het bijzonder de Oosterschelde*. Wageningen: Plant Research International.
- ZeelandNet. (z.d.). *Mzi : Mosselzaadinvanginstallaties*. Opgehaald van www.zeelandnet.nl: <https://www.zeelandnet.nl/communities/mosselen/p/72543-mzi-mosselzaadinvanginstallaties>

BIJLAGE

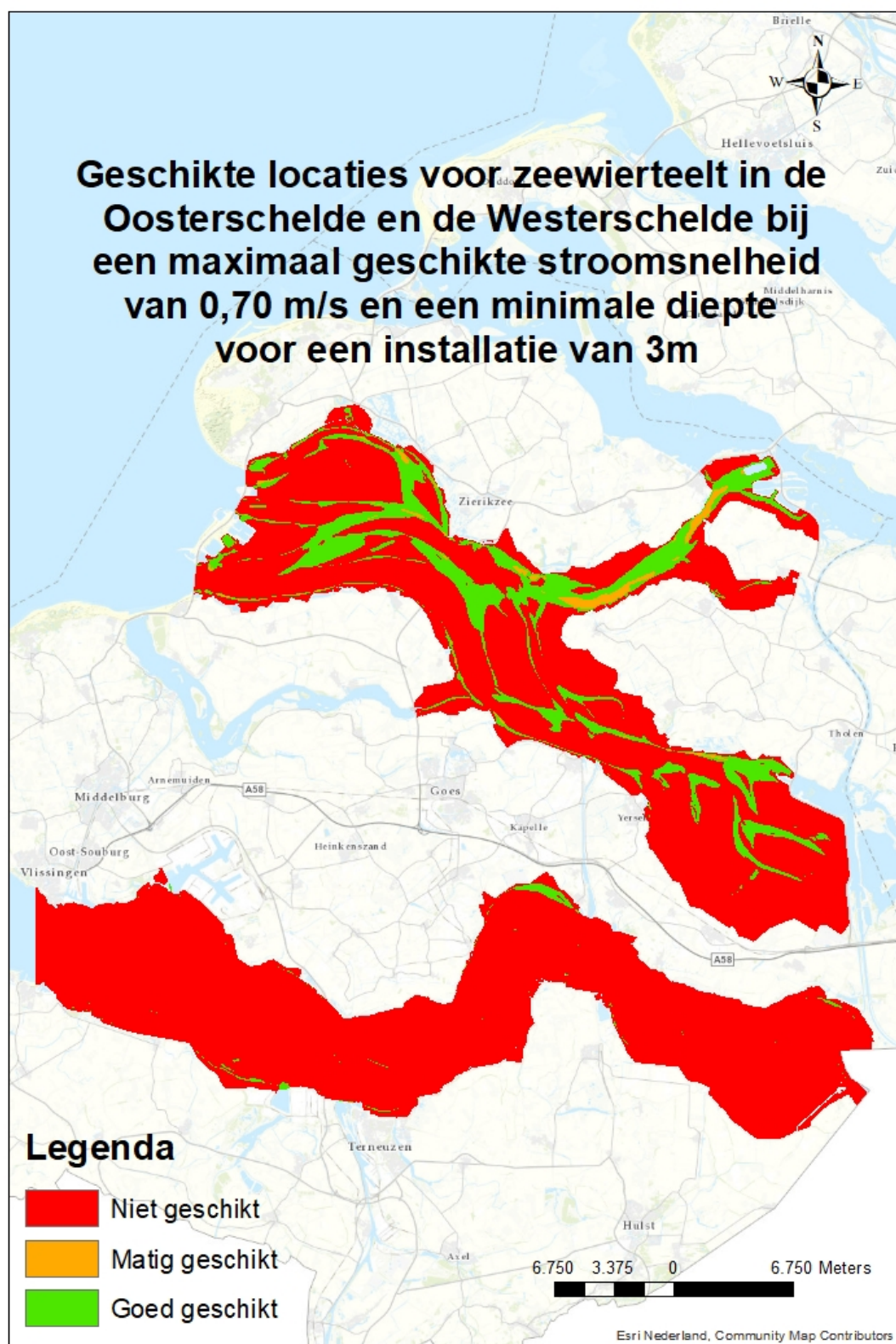
BIJLAGE 1. GEÏNTERVIEWDE STAKEHOLDERS

Naam geïnterviewde	Functie	Onderwerp interview
Willem Brandenburg	Oud onderzoeker bij de Wageningen University & Research	Het doel van het interview is de technische eisen van wieren teelt vast leggen.
Henrice Jansen	Onderzoeker bij de Wageningen University & Research	De technische eisen voor zeewierteelt concreet maken en informatie verzamelen over het kweekproces van zeewier.
Julia Wald	Onderzoeker bij Seaweed Harvest Holland	Inzicht krijgen in de technische eisen van zeewier teelt.
Frans Zijderveld	Extern beleid medewerker voor Zeeland en Zuid-Holland bij Natuurmonumenten	Dit interview zal in het teken staan van hoe natuurbehoud instanties zoals natuurmonumenten tegenover wierenteelt in de Delta staan en welke obstakels en mogelijkheden er zijn vanuit hun perspectief, met namen ook in verband met ecosysteem belasting.
Frank Gijzel	Relatiemedewerker Rijkswaterstaat Oosterschelde	Inzicht krijgen in de mogelijkheden voor zeewiercultivatie in verschillende gebieden (met name de Oosterschelde) in verband met de afdeling waar Frank voor werkt. Er wordt gekeken wat voor Rijkswaterstaat obstakels en kansen zijn met betrekking tot de cultivatie van zeewier in het kader van vergunningen en wetgeving.
Mascha Dedert	Beleidsmedewerker Deltawateren bij de Zeeuwse Milieufederatie	Het doel van het interview is om te kijken welke positieve en negatieve effecten mogelijk zijn vanuit een natuur en milieu perspectief en waar rekening mee gehouden moet worden om alle partij tevreden te houden.
Jaap de Rooij	Secretaris bij de Nederlandse Oestervereniging	Samen met Jaap kijken waar kansen liggen voor samenwerking en om de Nederlandse Oestervereniging op de hoogte te brengen van de ontwikkelingen en ze te betrekken in het proces.
Addy Risseeuw	Secretaris Po mosselcultuur	Samen met Addy kijken welke kansen en mogelijkheden er zijn voor zeewierteelt en mosselcultuur in de Zuidwestelijke Delta.
John van Leeuwen	Mede-eigenaar bij Seaweed Harvest Holland	Inzicht krijgen in Seaweed Harvest Holland en de mogelijkheden voor het uitbreiden van zeewierteelt in Nederland.
Cees Otte	Mosselkweker en voorzitter van Algemeen Vissersbelang in Bruinisse	Inzicht krijgen over de mogelijkheden voor het combineren van een MZI-perceel met het kweken van zeewier in beeld te krijgen.
Martin Bout	Mosselkweker, oesterkweker en visser	Inzicht krijgen over de mogelijkheden voor het combineren van een oesterteelt met het kweken van zeewier in beeld te krijgen.

BIJLAGE 2. SCENARIO 1 - GESCHIKTE LOCATIES VOOR *ULVA LACTUCA* IN DE ZOMER BIJ EEN GEMIDDELDE MAXIMALE SNELHEID VAN 0,4 M/S EN EEN MINIMALE GESCHIKTE DIEPTE VAN 2 M



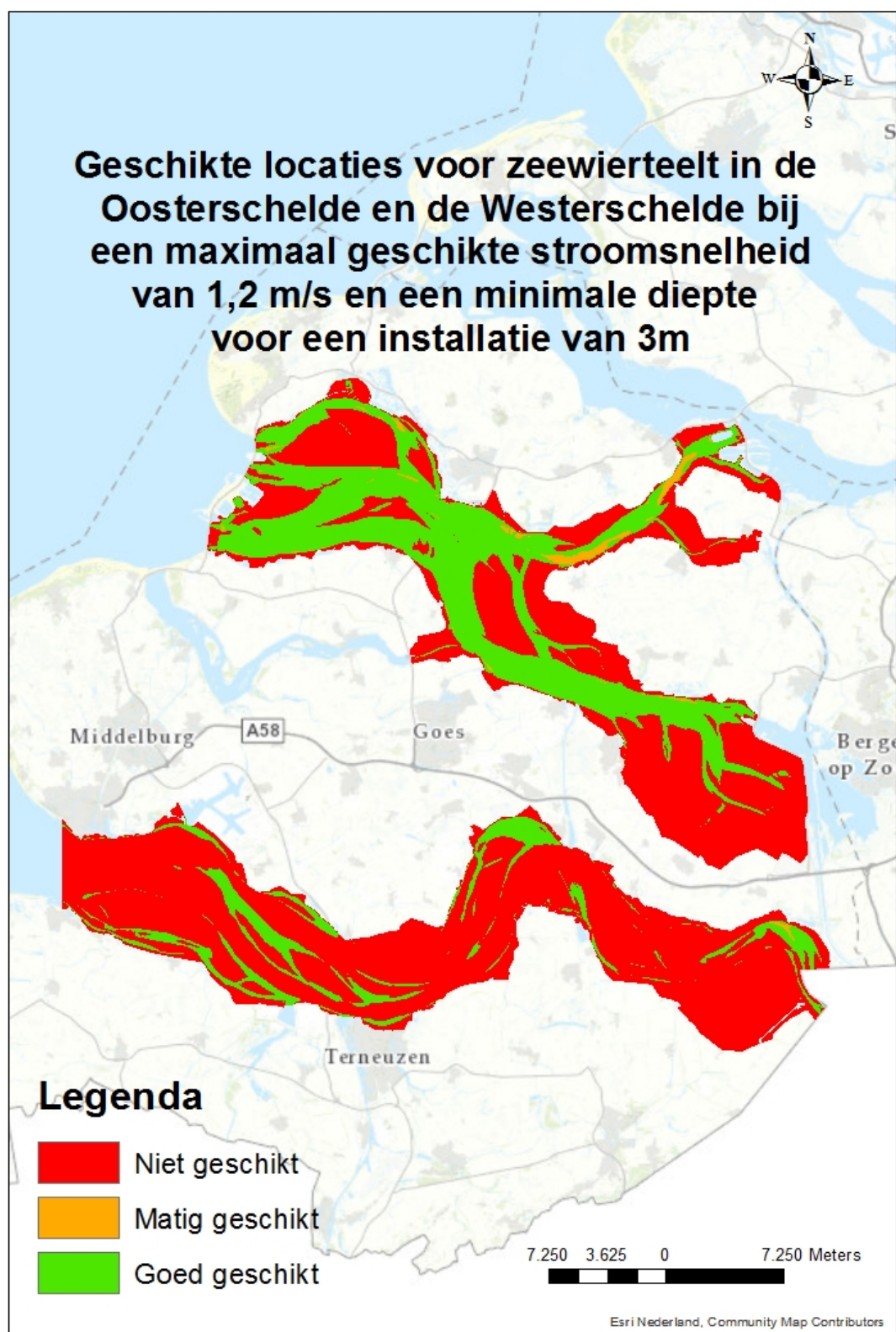
BIJLAGE 3. SCENARIO 2 - GESCHIKTE LOCATIES VOOR *ULVA LACTUCA* IN DE ZOMER BIJ EEN GEMIDDELTE MAXIMALE SNELHEID VAN 0,7 M/S EN EEN MINIMALE GESCHIKTE DIEPTE VAN 3 M



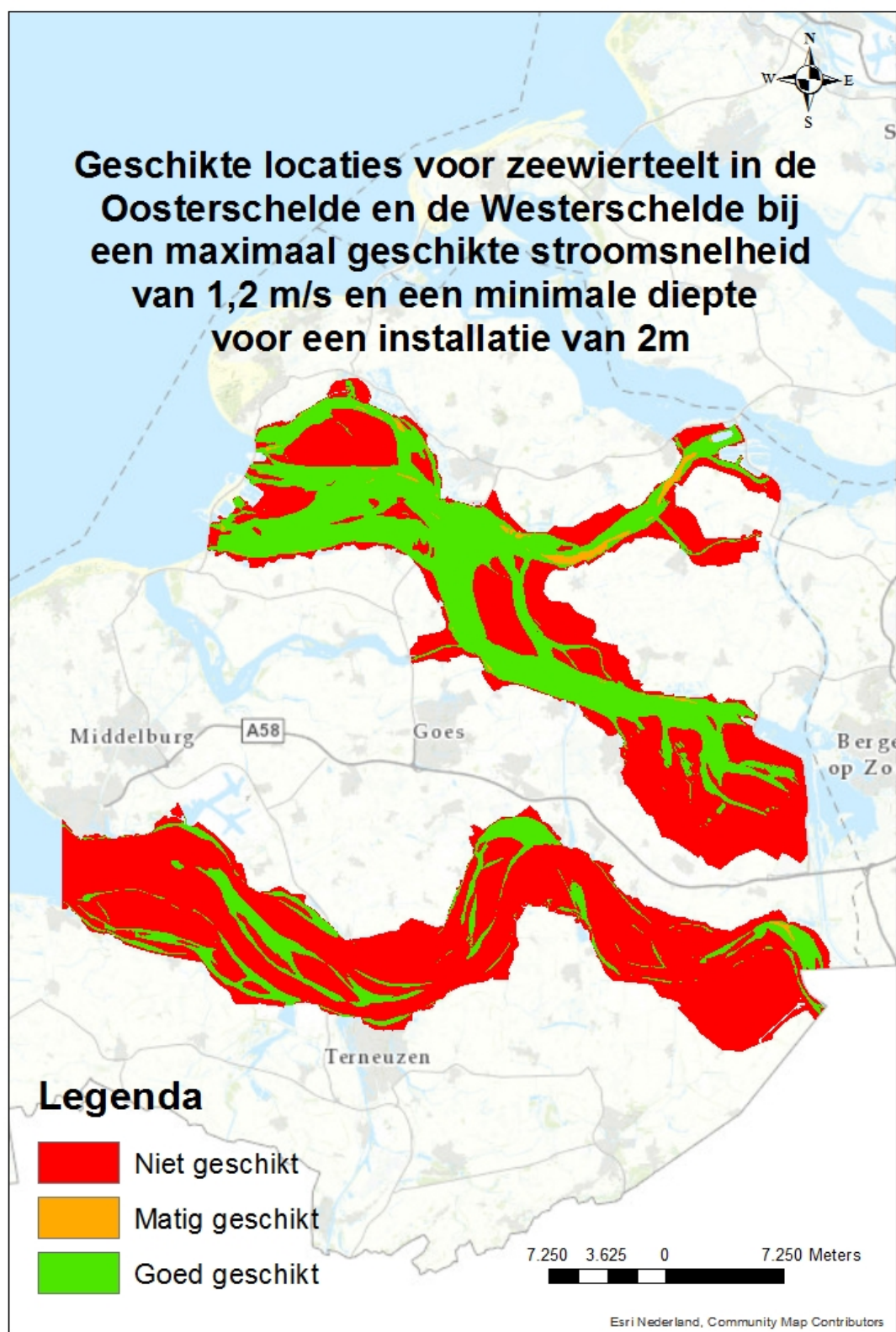
BIJLAGE 4. SCENARIO 3 - GESCHIKTE LOCATIES VOOR *ULVA LACTUCA* IN DE ZOMER BIJ EEN GEMIDDELDE MAXIMALE SNELHEID VAN 0,7 M/S EN EEN MINIMALE GESCHIKTE DIEPTE VAN 2 M



BIJLAGE 5. SCENARIO 4 - GESCHIKTE LOCATIES VOOR *ULVA LACTUCA* IN DE ZOMER BIJ EEN GEMIDDELTE MAXIMALE SNELHEID VAN 1,2 M/S EN EEN MINIMALE GESCHIKTE DIEPTE VAN 3 M



BIJLAGE 6. SCENARIO 5 - GESCHIKTE LOCATIES VOOR *ULVA LACTUCA* IN DE ZOMER BIJ EEN GEMIDDELTE MAXIMALE SNELHEID VAN 1,2 M/S EN EEN MINIMALE GESCHIKTE DIEPTE VAN 2 M



BIJLAGE 7. VERSLAG STAKEHOLDERBIJEENKOMST

Datum: 6 december 2018

Aanwezigen: Willem Brandenburg (expert), Jaap Broodman (provincie Zeeland), Eric Caspers (gemeente Schouwen-Duiveland), Stan Geurts van Kessel (HRO), Frank Gijzel (RWS), Margreet Goudriaan (RvO), Harry Heidekamp (RvO), Kitty Henderson (gemeente Schouwen-Duiveland), Jouke Heringa (HZ), Henrice Jansen (WMR), Jasper van Kints (HZ/HRO), John van Leeuwen (Seaweed Harvest Holland), Peter Mater (Watersportverbond), Matthijs Strosnijder (Zeewaar), Yuri de Nooijer (RWS), Jitske van Popering-Verkerk (EUR), Jaap de Rooij (Nederlandse Oostervereniging), Roel Sillevius Smitt (AT Osborne)

Presentaties

Henrice Jansen geeft een presentatie (bijgevoegd) over de verkenning die studenten van Wageningen Universiteit hebben uitgevoerd naar de bijdrage van wierenteelt aan andere doelen. Belangrijk is om niet alleen te kijken naar de positieve effecten die wierenteelt heeft, maar ook naar het moment waarop deze effecten optreden en of dit in de tijd past bij de andere doelen. Verder onderzoek aan de hand van proeflocaties is nodig om meer inzicht te krijgen in de positieve en negatieve effecten.

Jasper van Kints en Jouke Heringa geven een presentatie (bijgevoegd) over geschikte en beschikbare locaties in de Deltawateren voor wierenteelt. De direct beschikbare mogelijkheden lijken beperkt, wel zijn er mogelijkheden in functiecombinaties. Er zijn nog wat vragen of dit inderdaad het juiste overzicht is met mogelijke locaties voor wierenteelt, hiervoor is aanvullend werk nodig. De (on)mogelijkheden van functiecombinaties staan nog in de kinderschoenen, maar bieden wel potentie.

Gesprek

In een aantal stappen is verkend wat de mogelijkheden zijn voor wierenteelt rond Schouwen-Duiveland. Eerst zijn de doelen en opgaven van gebruikers van de Oosterschelde in beeld gebracht, om vervolgens te kijken hoe overheden dit mede-mogelijk kunnen maken. Parallel hieraan zijn kennisvragen genoteerd en elementen voor een proces om de mogelijkheden voor wierenteelt daadwerkelijk een stap verder te brengen.

Uit het gesprek zijn drie elementen benoemd die helpen om wierenteelt rond Schouwen-Duiveland mogelijk te maken:

- Ondernemers hebben concrete plannen voor wierenteelt. Daarbij zijn de ondernemers zelf aan zet. In de veelheid en verscheidenheid van overheidsprocedures, zou het goed zijn als de overheid meer als één loket zou optreden (zoals bedoeld in de Omgevingswet).
- Een eenduidig beeld ontbreekt over de vraag of er nog ruimte is op de Oosterschelde en Grevelingen voor wierenteelt. Het zou goed zijn als overheden toewerken naar een eenduidig en herkenbaar beeld van de ruimte voor wierenteelt die al dan niet beschikbaar is.
- Een aantal functiecombinaties is interessant verder te bekijken door gezamenlijke praktijkproeven of proefprojecten voor functiecombinaties. Mogelijk interessant zijn (a) wierenteelt en de bijdrage aan sediment/golfdemping, (b) combinatie van MZI locaties met winterwieren, (c) combinatie met hangcultuur mosselen (d) combinatie met tijdelijk niet gebruikte bodempercelen voor mosselen en met name oesters. Essentiële voorwaarde is dat alle gebruikers van de Oosterschelde, de betreffende overheden samen met kennisinstellingen, hierbij betrokken zijn.

BIJLAGE 8. INTERVIEW MET CEES OTTE

Mosselkweker en voorzitter van Algemeen Visserbelang in Bruinisse

Datum: 26/10/2018

Plaats: Nijverheidsweg 2 Bruinisse

Het doel van dit interview is om de mening van Cees Otte over de mogelijkheden voor het combineren van een MZI-perceel met het kweken van zeewier in beeld te krijgen. Daarnaast dient dit interview ervoor om een beter inzicht te krijgen in de werking van een MZI.

- Cees Otte heeft in totaal 11 percelen beschikbaar, waarvan er een grotendeels ongeschikt is voor de kweek van mosselen. Er wordt op 10 percelen mosselkweek op de bodem uitgevoerd voor consumptie op totaal 110 ha bruikbaar oppervlak. Vier kweekpercelen liggen in de Oosterschelde en 6 in de Waddenzee.
- Kweker is zeker bereid te praten over mogelijke combinaties van zeewierteelt met zijn MZI-percelen, maar wil eerst wel dat de voordelen en nadelen van zeewierteelt voor MZI-percelen onderzocht zijn. Als het lucratief is om MZI-percelen te combineren met het kweken van zeewier dan is Cees Otte bereid om zijn percelen ook te (laten) gebruiken voor het kweken van zeewier.
- Cees Otte heeft liever niet dat zijn ongebruikte MZI-percelen eventueel gebruikt zouden worden voor het kweken van zeewier. Vreest dat ze dan in de toekomst alleen nog maar voor zeewier gebruikt zullen worden.
- Het totale oppervlak aan MZI's in de Oosterschelde is ongeveer 400 hectare. Hiervan is naar schatting 50 hectare aan MZI-percelen in gebruik.
- Cees Otte heeft zelf twee MZI-percelen in de Oosterschelde. Deze hebben samen een oppervlak van 2 tot 4,5 hectare. Deze worden dit jaar en vorig jaar niet gebruikt vanwege het lage rendement in termen van kosten.
- De meeste mosselkwekers gebruiken geen MZI's op de Oosterschelde, want dit is niet rendabel. In de Waddenzee worden de meeste MZI-percelen wel gebruikt.
- De MZI-percelen van mosselkwekers in de Oosterschelde zijn weergegeven op een GIS-kaart die al beschikbaar is gesteld door Addy Risseeuw.
- De voornaamste knelpunten om MZI-percelen ook te gaan gebruiken voor het kweken van zeewier zijn momenteel:
 - Rijkswaterstaat is heel star
 - De overlappende voorjaarsgroei van zeewierkweek en MZI's
 - Schoonmaakoperatie (als je je lijnen jaarrond gebruikt, moet je meer schoonmaken en dat kost tijd en geld)
- Gebruiksperiode van de MZI's door Cees Otte:
 - De exacte periode van het gebruik van de MZI verschilt nogal per jaar. Dit hangt af van het weer en de zaadval. Het is niet mogelijk om vast te stellen wanneer de zaadval precies plaatsvindt, deze hangt af van de temperatuur. In een jaar vinden meerdere zaadvallen plaats (2 tot 5 per jaar), de hoofdpijk is in het voorjaar. Cees Otte geeft aan dat de zaadval op zijn vroegst begin mei plaatsvindt.
 - De boeien van de MZI-installatie gaan omstreeks half maart het water in.
 - Volgens de filosofie van Cees Otte moet het mosselzaad zeker half april in het water hangen.
 - Dit mosselzaad blijft hangen tot soms eind juni (zeer vroeg) en soms tot eind oktober (zeer laat).
 - Het mosselzaad wordt op zijn vroegst in de tweede week van juli geoogst. Het oogsten neemt tijd (ongeveer een maand) in beslag. Het oogsten kan tot op zijn laatst tot half oktober plaatsvinden.
 - Veel van de aangegeven periodes hangen samen met logistiek van mosselkweek en MZI-activiteiten: locatie Waddenzee / Oosterschelde. Samenspel met start mosselseizoen in juli en oogsten van consumptiemosselen.
 - Je zou zeewier kunnen kweken vanaf ongeveer half augustus tot half april. Indien het kweken van zeewier lucratief is dan zou het mogelijk kunnen zijn om halverwege juli al te beginnen met het

kweken van zeewier. In dit geval kan men direct zijn zeewier aan de MZI-installatie hangen tijdens het oogsten van het mosselzaad.

- Om een MZI-installatie te combineren met zeewierkweek moet je een systeem bedenken dat goedgekeurd moet worden door RWS dat dus stormbestand is. De palen zijn stormbestendig, niet bestand tegen ijsgang. Ijsgang kan je wel aan zien komen, maar dan moeten de palen er wel uit halen.
- Eis van Rijkswaterstaat: 1 november moeten de boeien die gebruikt worden voor MZI's uiterlijk uit het water gehaald worden.
- 80-90% van de mosselsector gebruikt hetzelfde systeem (long-line systeem) als Cees Otte, dus representatief voor de rest van de mosselsector
- Opstelling MZI (longlines) van Cees Otte
 - Je hebt een paal en 200 m hiervandaan bevindt zich een penakker
 - Tussen de paal en de penakker hangen vier lijnen (twee dubbele lijnen). Deze dubbele lijnen liggen 22 meter uit elkaar omdat het schip er anders niet tussendoor kan.
 - Onder de lijnen hangen van een gezamenlijke afstand 12 tot 14 kilometer waar mosselen aan hangen. Deze lussen hangen op een diepte van 5,5 – 6 meter.
 - Aan een lijn hangen in totaal 56 boeien.

BIJLAGE 9. INTERVIEW MET MARTIN BOUT

Interview Martin Bout

Mosselkweker, oesterkweker en visser

Datum: 13/11/2018

Plaats: Werkhavenweg 2, Bruinisse

Het doel van dit interview is om de mening van Martin Bout over de mogelijkheden voor het combineren van een oesterteelt met het kweken van zeewier in beeld te krijgen. Daarnaast dient dit interview ervoor om een beter inzicht te krijgen in de werking van oesterteelt.

Oesterpercelen

- Martin Bout heeft in totaal 6 oesterpercelen tot zijn beschikking. Al deze percelen worden gebruikt voor bodemcultuur. Hiervan bevinden zich 2 oesterpercelen in de Oosterschelde en 4 in de Grevelingen. Deze percelen zijn allemaal 5 hectare groot en hebben dus een gezamenlijk oppervlak van 30 hectare. In totaal is er een oppervlak van zo'n 550 hectare aan oesterpercelen in de Grevelingen.
- Momenteel worden de oesterpercelen in de Oosterschelde niet gebruikt, de percelen in de Grevelingen wel.
- Alle 6 de percelen liggen ongeveer 4 meter onder water en vallen dus niet droog.
- Het duurt tegenwoordig twee tot drie jaar om een consumptieoester te kweken. In de zomermaanden worden op de oesterpercelen, waar op dat moment geen oesters worden gekweekt, schelpen over de percelen gestrooid om het perceel alvast klaar te maken voor het opvangen van oesterbroed.
- Martin Bout kweekt twee soorten oesters, namelijk platte oesters en Creuse oesters. Deze twee soorten liggen gemengd door elkaar heen op de percelen en het is niet mogelijk om deze soorten gescheiden te kweken. Aan de platte oesters wordt niet veel gedaan gedurende het jaar. Over de Creuse oesters wordt enkele keren met de koren overheen gegaan om ze te breken zodat de schelpvorm mooier kan worden.
- De vier percelen in de Grevelingen hebben momenteel verschillende functies:
 - Ongeveer 1 perceel worden momenteel geen oesters gekweekt, hier worden schelpen overheen gestrooid om het perceel alvast klaar te maken voor het opvangen van oesterbroed.
 - Op 1,5 perceel worden consumptieoesters gekweekt.
 - Op 1,5 perceel worden half broed en half oesters gekweekt.
- Het water in de diepere delen van de Grevelingen is met name in de zomer van zeer slechte kwaliteit. In de zomer leeft er beneden een diepte van 5 meter niks meer door de zuurstofloosheid van het water.

Broedval oesters

- Het moment van de broedval verschilt nogal per jaar, waardoor het lastig is om de broedval van oesters te bepalen. Om te voorkomen dat men de broedval misloopt, worden de boeien in maart of april in het water gelegd.
- Broed mag je niet inkopen voor gebruik in de Grevelingen, omdat men bang is dat daarmee ziektes of exoten geïntroduceerd worden. Martin Bout heeft nog nooit broed ingekocht om op zijn percelen uit te zaaien. Ook geen triploïde oesters, die over het algemeen harder groeien en ook in het voortplantingsseizoen (mei – augustus) consumptiewaardig zijn.

Combinatie zeewierteelt en met oesterkweek

- Boven de oesterpercelen mag sowieso niks gedaan worden op het gebied van zeewierteelt, omdat hier ook al recreatie plaatsvindt en er gevist wordt op onder andere paling en kreeften. Dit in combinatie met zeewiervlotten boven de oesterpercelen zal niet werken. Overigens zal het wettelijk waarschijnlijk ook niet worden toegestaan.
- De visrechten in de Grevelingen zijn verdeeld over 7 beroepsvissers, waarvan Martin Bout er 1 van is.
- Stel dat er een zeewierkweker zeewier wilt kweken op een van de percelen van Martin Bout. Dan zou Martin Bout best zijn perceel willen laten gebruiken, als er afspraken over financiële afhandeling

worden gemaakt. Omdat Martin al veel andere werkzaamheden (oesters, hangcultuur mosselen, MZI, paling, kreeft) heeft, zou hij liever hebben dat de zeewierkweker zelf kweekt.

- De laatste jaren is er niet zo veel zeesla meer te vinden in de Grevelingen, maar wel redelijk veel kelp.
- In een bepaalde periode in mei hangt de mosselhangcultuur van Martin Bout vol met het kelp (*Saccharina latissima*)

MZI-percelen

- Martin Bout heeft naast oesterpercelen ook enkele MZI-percelen tot zijn beschikking. Zo heeft hij onder andere een MZI-locatie van 10 hectare bij Brouwersdam. Er zou wellicht wel een mogelijkheid zijn om zeewierteelt te combineren met deze MZI-locatie, doordat hier al longlines liggen.
- Martin Bout beveelt het niet aan om zijn MZI-percelen in de wintermaanden voor zeewierkweek te gebruiken, allereerst wegens Rijkswaterstaat en daarnaast denkt hij dat de lijnen in elkaar zullen draaien/wikkelen door de stroming in de winter.