Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit
Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur

> Retouradres Postbus 43006 3540 AA Utrecht

Aan de minister van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur, de staatssecretaris Jeugd, Preventie en Sport en de Inspecteur-Generaal van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit

Advies van de directeur bureau Risicobeoordeling & onderzoek

over de risicobeoordeling zeewier; voedselveiligheid en natuur

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Catharijnesingel 59
3511 GG Utrecht
Postbus 43006
3540 AA Utrecht
www.nvwa.nl

Contact
risicobeoordeling@nvwa.nl

Datum
16 oktober 2025

Onze referentie
2025-010070902

Aanleiding

Zeewier wordt gezien als een belangrijke bron van alternatieve eiwitten voor een duurzaam voedselsysteem en voedselzekerheid. Het telen van zeewier wordt daarom gestimuleerd door de Europese Unie (EU). Ook de Nederlandse overheid stimuleert (onderzoek naar) de teelt van zeewier in de Nederlandse wateren. Het Maatschappelijk Innovatie Programma 'Seaweed for Food and Feed', uit 2017 en gefinancierd door het toenmalige Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) had tot doel multifunctionele zeewierboerderijen te ontwikkelen in de Noordzee. Ook in de LNV-visie over voedselwinning op zee en grote wateren wordt een toekomst voor de teelt van zeewier genoemd. In de Nationale Eiwitstrategie wordt zeewier expliciet genoemd als alternatieve eiwitbron.

In China, Japan en Korea bestaat een lange historie van het eten van zeewier. In Europa wordt zeewier veel minder gegeten, maar dit neemt de laatste jaren sterk toe. De introductie van de Aziatische keuken, met name sushi uit Japan, heeft gezorgd voor een toename van zeewierconsumptie in Europa. Dit wordt verder versterkt doordat zeewier steeds meer gezien wordt als een natuurlijk, gezond en lokaal geproduceerd voedingsmiddel. Ook in Nederland neemt de consumptie van zeewier en zeewierproducten toe.

Zeewier kan echter verontreinigd zijn met contaminanten die een risico voor de voedselveiligheid kunnen vormen. Veelgenoemde contaminanten zijn zware metalen. Daarnaast kan zeewier hoge concentraties jodium bevatten. In Aanbeveling (EU) 2018/464[1] roept de Europese Commissie op om te monitoren op de aanwezigheid van een aantal (zware) metalen en jodium in zeewier, halofyten (planten die groeien op een bodem met hoog zoutgehalte) en producten op basis van zeewier. Het vóórkomen van contaminanten en jodium in zeewier wordt bepaald door de omgeving waarin het zeewier groeit, de zeewiersoort en de leeftijd van het zeewier bij oogst. In grote lijnen worden in bruinwieren hogere gehaltes van contaminanten gevonden dan in groenwieren en roodwieren. Omgevingsfactoren zoals de uitmonding van een rivier (met mogelijk stroomopwaarts geloosde verontreinigingen) of agrarische en industriële activiteiten in de buurt kunnen van invloed zijn op de kwaliteit en voedselveiligheid van het geoogste zeewier.

[1] Aanbeveling (EU) 2018/464 betreffende het toezicht op metalen en jodium in zeewier, halofyten en producten op basis van zeewier

Ook kan de teelt van zeewier in open water nadelige effecten hebben op het natuurlijke ecosysteem, zoals verstoring van het mariene ecosysteem, het ontstaan van plagen en ziektes die kunnen overslaan naar wilde zeewierpopulaties en de introductie en vestiging van uitheemse zeewiersoorten of andere uitheemse soorten die met het zeewier geassocieerd zijn. Daarnaast kan de teelt van zeewier bijdragen aan de vestiging en verspreiding van uitheemse soorten waarvoor de zeewier-aquacultuur een geschikte habitat is.

In Nederland wordt in vergelijking met Azië of andere Europese landen zoals Noorwegen nog beperkt zeewier geteeld. Ondanks het feit dat de teelt van zeewier in Nederlandse wateren wordt gestimuleerd door de overheid, zijn nog niet alle risico's als gevolg van deze teelt in beeld.

Aanpak

Deze risicobeoordeling van de zeewierproductieketen heeft als doel het inventariseren van de gevaren en het beoordelen van de risico's voor de volksgezondheid en de natuur in Nederland die samenhangen met de teelt en consumptie van zeewier in Nederland.

De vragen die BuRO op eigen initiatief heeft geformuleerd zijn:

1. Zijn er risico's voor de gezondheid van de consument door de consumptie van in Nederland geteeld zeewier en/of door de consumptie van zeewierproducten op de Nederlandse markt?

2. Zijn er risico's voor de natuur in Nederland door introductie, vestiging en verspreiding van uitheemse soorten als gevolg van de teelt van zeewier in Nederlandse wateren?

Voor deze risicobeoordelingen is een aantal onderzoeken in opdracht van BuRO en een aantal in opdracht van LVVN uitgevoerd. Met betrekking tot de voedselveiligheid hebben Wageningen Food Safety Research (WFSR), Wageningen Food & Biobased Research (WFBR) en Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) een serie onderzoeken uitgevoerd (van 2018 tot en met 2025). GiMaRIS heeft in samenwerking met Wageningen Marine Research (WMR) drie onderzoeken naar uitheemse soorten uitgevoerd om de risico's voor natuur te inventariseren (2019, 2020 en 2025). Op basis van deze rapporten en aanvullende literatuur heeft BuRO de risicobeoordeling opgesteld.

Om tot een beoordeling te komen van de risico's voor de volksgezondheid (voedselveiligheid) en natuur (uitheemse soorten) volgt BuRO vier stappen in de risicobeoordeling. Deze methodiek is gebaseerd op die van de Codex Alimentarius en de werkwijze van EFSA. De vier stappen zijn als volgt:

1 Gevareninventarisatie: inventarisatie van mogelijke gevaren
2 Gevarenkarakterisatie: beschrijving van mogelijke effecten van de gevaren
3 Blootstellingsschatting: inschatting van de mate waarin het gevaar voorkomt en effect veroorzaakt
4 Risicokarakterisatie: conclusie over het risico op basis van de gevarenkarakterisatie en de blootstellingsschatting.

In de onderbouwing is de invulling van elk van deze vier stappen voor zowel de risicobeoordeling van de voedselveiligheid als de risicobeoordeling van de uitheemse soorten (natuur) gedetailleerd beschreven.

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Datum
16 oktober 2025

Onze referentie
2025-010070902

Afbakening

In deze risicobeoordeling worden de risico's voor twee publieke belangen beoordeeld: volksgezondheid en natuur. De beoordeling voor de volksgezondheid beperkt zich tot voedselveiligheid. De beoordeling voor de natuur beperkt zich tot de risico's van introductie, vestiging en verspreiding van uitheemse soorten (waaronder exoten) voor de natuur (de biodiversiteit en het aquatische ecosysteem) in Nederland. Niet meegenomen worden de publieke belangen diergezondheid (zeewier als ingrediënt in diervoeders), productveiligheid (zeewier als ingrediënt in consumentenproducten) en gezondheid van de zeewieren (mogelijke ziektes en plagen in de zeewierteelt).

Bevindingen

Risico's voor volksgezondheid – voedselveiligheid

- De meeste zeewier behoort niet tot de planten en is daarmee geen product van plantaardige oorsprong. Daarmee gelden sommige specifieke voorschriften van de levensmiddelenhygiënewetgeving (Vo. (EG) nr. 852/2004) in principe niet voor zeewier.

Chemisch

- Uit de literatuur blijkt dat de gehaltes van contaminanten in zeewier onder andere afhangen van het soort zeewier, de teeltlocatie en het seizoen waarin geoogst wordt.
- Uit de literatuur blijkt dat de gehaltes van jodium en (zware) metalen in het zeewier beïnvloed kunnen worden door de bewerking, verwerking en bereiding van zeewier. Dit hangt onder andere af van het soort zeewier en de combinatie van de verschillende bewerkings-, verwerkings- en bereidingsstappen.
- De aanwezigheid van anorganisch arseen, lood, jodium en PFAS in vers onbewerkt zeewier dat in Nederland geteeld is, zijn zo hoog dat dit leidt tot een risico voor gezondheid van de consument als het zeewier zonder verdere bewerkings-, verwerkings- of bereidingsstap geconsumeerd zou worden.
- De bewerking en verwerking van zeewier voorafgaand aan de consumptie (zoals wassen, blancheren, drogen, zouten, fermenteren) zorgt naar verwachting voor een reductie van de aanwezigheid van chemische gevaren. De risico's van de consumptie van bewerkt en verwerkt zeewier worden daarom als laag ingeschat.
- Er is nog geen Europese wetgeving ten aanzien van maximum gehalten voor verschillende contaminanten in zeewier(producten). De Europese Commissie werkt inmiddels aan het vaststellen van maximumgehalten voor jodium en metalen in zeewier.

Microbiologisch

- Gegevens over de aanwezigheid van pathogene micro-organismen op zeewier(producten) zijn zeer beperkt. Uit de beschikbare data blijkt dat:
  - milieugerelateerde pathogene bacteriën (onder andere *B. cereus* en *Vibrio* spp.) geregeld worden aangetroffen op zeewier en dat
  - pathogenen die van mens en/of dier afkomstig zijn slechts af en toe worden aangetroffen op zeewier(producten).
- Data over de aanwezigheid van virussen en parasieten op zeewier ontbreken. Zeewier lijkt echter geen aannemelijke blootstellingsroute te zijn voor deze micro-organismen, uitgezonderd norovirus.

- Wereldwijde ziektegevallen door de consumptie van zeewier worden vooral geassocieerd met pathogenen die afkomstig zijn van mens en/of dier (met name *Salmonella*, STEC en norovirus) en niet met milieugerelateerde pathogenen.
- Ondanks het ontbreken van gegevens over de aanwezigheid van *C. botulinum* op zeewier is door BuRO beoordeeld dat deze milieugerelateerde pathogeen wel een relevant gevaar is voor zeewier(producten).
- Bewerkings- en verwerkingsprocessen hebben invloed op de aanwezigheid van microbiologische gevaren op zeewier(producten). Onduidelijk is in welke mate deze processen een voldoende mate van reductie bewerkstelligen om de veiligheid van het product te garanderen.
- Wat betreft de van mens en/of dier afkomstige pathogenen is het risico van consumptie van rauw zeewier in vergelijking met visserijproducten lager dan dat van schelpdieren en waarschijnlijk te vergelijken met het risico van consumptie van rauwe vis. Daarmee is de beoordeling dat de kans voor het oplopen van een infectie via consumptie van zeewier laag tot zeer laag zal zijn.
- Beheersing van het microbiologisch voedselveiligheidsrisico van zeewier ligt met name in het voorkomen dat het teeltgebied van zeewier gecontamineerd raakt met van mens en/of dier afkomstige micro-organismen (met name via rioolwater).

Fysisch
- Gegevens over de aanwezigheid van vreemde voorwerpen en micro- en nanoplastics in zeewier(producten) zijn zeer beperkt. Daarom is het niet mogelijk om een risicobeoordeling uit te voeren.
- Spoelen van zeewier is een belangrijke manier om vreemde voorwerpen en micro- en nanoplastics te verwijderen, behalve voor zeepokken die mechanisch moeten worden verwijderd.

Risico's voor natuur – uitheemse soorten

- Uitheemse zeewiersoorten vormen – ook in Nederland - een risico voor de natuur.
- Wanneer de geteelde zeewiersoort in de omgeving van de teelt al algemeen voorkomt en er gebruik wordt gemaakt van lokaal verzameld uitgangsmateriaal zal de teelt van het uitheemse zeewier de impact op de natuur naar alle waarschijnlijkheid niet vergroten en daarmee geen additioneel risico vormen.
- Teelt van een uitheemse zeewiersoort kan een risico voor de natuur opleveren als de soort nog niet of nog niet algemeen in het gebied voorkomt, maar ook wanneer het uitgangsmateriaal niet lokaal verzameld wordt.
- Als het uitgangsmateriaal voor de zeewierteelt niet uit het gebied zelf afkomstig is, kunnen uitheemse soorten, waaronder ook soorten die een risico voor de natuur vormen, met het zeewier meeliften en zo verspreid worden.
- Er is een sterke toename van het aantal nieuwe uitheemse zeewiersoorten in Nederlandse wateren. Veel van deze soorten behoren tot soortgroepen die (elders) geteeld worden.
- Er zijn aanwijzingen dat er uitgangsmateriaal wordt gebruikt dat niet lokaal is verzameld, maar uit andere gebieden wordt gehaald.
- Zonder DNA-determinatie is het moeilijk om een soort uit de soortgroepen *Ulva*, *Gracilaria* en *Porphyra*/*Neopyropia*/*Pyropia* te identificeren, omdat ze morfologisch (op basis van uiterlijke kenmerken) moeilijk te onderscheiden zijn. Hierdoor kan in plaats van een inheemse soort mogelijk onbedoeld een (invasieve) uitheemse soort geteeld worden.

- Uit de Omgevingswet volgt dat zeewier alleen geteeld mag worden wanneer dit geen nadelige gevolgen heeft voor Natura-2000 of bijzondere nationale natuurgebieden.
- In de Mariene Strategie staat dat de teelt van uitheemse en veredelde inheemse zeewiersoorten in open zee in Nederland mede vanuit het voorzorgsprincipe als onwenselijk wordt beschouwd.
- De Verordening uitheemse soorten en aquacultuur is van toepassing op de teelt van zeewier. Deze verordening reguleert de introductie van uitheemse soorten in Nederland, zodat de introductie van soorten die een risico kunnen opleveren wanneer zij in een open voorziening worden geteeld, wordt tegengegaan. Ook het telen van bepaalde cultivars en hybriden is via deze verordening gereguleerd.
- Het is op dit moment onduidelijk wie er verantwoordelijk is voor het verlenen van vergunningen voor de teelt van zeewier onder de Verordening uitheemse soorten en aquacultuur. Ook is er op dit moment geen toezicht op de naleving van deze verordening door de NVWA of een ander toezichthouder.
- Er zijn situaties die niet onder de reikwijdte van de verordening vallen, maar wel een risico kunnen opleveren, zoals onderzoek met uitheemse zeewiersoorten in open voorzieningen, de teelt van uitheemse soorten die elders in Nederland, maar niet of nauwelijks in het betreffende gebied voorkomen, of de teelt van zeewier (natuurlijke populaties, cultivars of hybriden) met andere eigenschappen dan het zeewier dat in het betreffende gebied voorkomt. Dit laatste kan zich zowel bij uitheems als inheems zeewier voordoen.
- Als bij de vergunningverlening niet de specifieke Latijnse naam voor de zeewiersoort(en) wordt vermeld, mogen binnen de vergunning soms onbedoeld ook uitheemse soorten worden geïntroduceerd.

Beantwoording van de vragen

1. Zijn er risico's voor de gezondheid van de consument door de consumptie van in Nederland geteeld zeewier en/of door de consumptie van zeewierproducten op de Nederlandse markt?

Risico's voor de volksgezondheid (voedselveiligheid) kunnen veroorzaakt worden door chemische, microbiologische of fysische gevaren in voedsel. Alle drie de typen gevaren kunnen in/op zeewier dat in Nederland geteeld of geconsumeerd wordt aanwezig zijn. De bewerking en verwerking van zeewier voorafgaand aan de consumptie (zoals wassen, blancheren, drogen, zouten, fermenteren) zorgt naar verwachting voor een reductie van de aanwezigheid van zowel chemische, microbiologische als fysische gevaren. De risico's van de consumptie van bewerkt en verwerkt zeewier worden daarom als laag ingeschat.

2. Zijn er risico's voor de natuur in Nederland door de introductie, vestiging en verspreiding van uitheemse soorten als gevolg van de teelt van zeewier in Nederlandse wateren?

Activiteiten met uitheemse zeewiersoorten in open water of open aquacultuurvoorzieningen, zoals teelt en onderzoek, vormen een risico voor de natuur, omdat uitheemse zeewiersoorten een impact op de natuur (de biodiversiteit en het ecosysteem) kunnen hebben. Uitheemse zeewiersoorten die voor teelt in aanmerking komen, zijn meestal soorten die snel groeien en zullen waarschijnlijk vaker een negatieve impact op de natuur hebben. Daarnaast levert het gebruik van niet-lokaal verzameld uitgangsmateriaal – ongeacht of het om uitheemse of inheemse zeewiersoorten gaat - op zichzelf een risico op voor de natuur. Wanneer zeewier naar een ander gebied wordt verplaatst, kunnen

(uitheemse) diersoorten en andere (uitheemse) zeewiersoorten met het uitgangsmateriaal meeliften en zich in Nederland vestigen of zich binnen Nederland verder verspreiden. Onder de soorten die kunnen meeliften bevinden zich ook soorten die een impact op de natuur hebben.

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Datum
16 oktober 2025

Onze referentie
2025-010070902

Advies van BuRO

Aan de minister van LVVN
Wetgeving en beleid
- Zorg dat voor de teelt van alle uitheemse zeewiersoorten, en voor de teelt van nieuwe cultivars en hybriden een locatiespecifieke vergunning nodig is.
- Zorg dat er een locatiespecifieke vergunning nodig is voor
  - de teelt van alle uitheemse zeewiersoorten
  - de teelt van nieuwe cultivars en hybriden
  - het verplaatsen van uitheemse en inheemse zeewiersoorten, zowel vanuit het buitenland naar Nederland als binnen Nederland.
- Zorg dat ook onderzoek met uitheemse zeewiersoorten wordt gereguleerd.

Vergunningverlening en toezicht
- Zorg dat een vergunning voor het telen van een uitheemse zeewiersoort, een nieuwe cultivar of hybride pas wordt verstrekt na een risicobeoordeling waaruit blijkt dat teelt de impact op de natuur niet verhoogt en geen additioneel risico oplevert voor de natuur in Nederland en nabijgelegen landen.
- Zorg dat een vergunning voor het verplaatsen van een uitheemse of inheemse zeewiersoort pas wordt verstrekt als uit een voorafgaande risicobeoordeling blijkt dat er geen schadelijke uitheemse soorten met het zeewier kunnen meeliften.
- Zorg bij het verstrekken van een vergunning ervoor dat alle soorten (inheemse én uitheemse) in een vergunning met de officiële Latijnse naam worden aangeduid en neem bij soortgroepen waarvan de soorten niet goed van elkaar te onderscheiden zijn in de vergunningsvoorwaarden op dat de identiteit van het zeewier met DNA-analyses geverifieerd moet worden.
- Zorg dat eenduidig wordt vastgesteld welke instantie verantwoordelijk is voor de vergunningverlening en welke voor het toezicht op aquacultuur met inheemse en uitheemse zeewiersoorten, en zorg dat deze taken uitgevoerd worden.

Aan de staatssecretaris Jeugd, Preventie en Sport
- Zorg dat zeewier expliciet wordt opgenomen in de wetgeving over levensmiddelenhygiëne.
- Ondersteun het vaststellen van Europese maximumgehalten voor contaminanten in zeewier en zeewierproducten.

Aan de Inspecteur-Generaal van de NVWA
- Treed in overleg met het ministerie van LVVN om de toezichthoudende taken op het gebied van zeewier te verduidelijken.

Hoogachtend,

Prof. dr. Dick T.H.M. Sijm
Directeur bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Samenvatting risicobeoordeling

In de bijbehorende Onderbouwing is een uitgebreide beschrijving (inclusief literatuur referenties) van de risicobeoordeling te vinden.

Zeewier

Zeewieren worden ook wel macroalgen genoemd en komen voor in de zee of in brakwatergebieden. Hoewel zeewieren vaak als planten worden beschouwd, behoren de meeste zeewieren taxonomisch gezien niet tot de planten. In de tekst worden ze voor de leesbaarheid verder planten genoemd. Zeewieren zijn onder te verdelen in drie hoofdgroepen: groenwieren, roodwieren en bruinwieren. Ze groeien in het wild op een harde ondergrond, bijvoorbeeld rotsen, of zachte ondergrond zoals slib en zand. Zeewier wordt ook geteeld in zoutwaterbassins op land of in open water (aquacultuur). Verwachtingen voor de zeewierteelt zijn hoog door het potentieel van duurzame productie van (plantaardig) voedsel, (bio-based) producten en (bio)brandstoffen.

In 2022 werd wereldwijd ruim 37,6 miljoen ton zeewier (natgewicht) geproduceerd. Het grootste deel hiervan (circa 80%) was bestemd voor menselijke consumptie. Meer dan 97% van de wereldwijde productie vond in Azië plaats.

Er bestaan meer dan 12.000 zeewiersoorten, waarvan slechts een fractie (circa 200) van commerciële waarde is en wereldwijd circa tien soorten intensief geteeld worden. In de Noordzee, Zeeuwse en Zuid-Hollandse delta en Waddenzee komen 195 inheemse soorten voor. Op die locaties worden daarnaast diverse uitheemse zeewiersoorten aangetroffen, waaronder soorten die van oorsprong niet in Europa voorkomen.

Zeewierteelt

Tot halverwege de jaren ‘60 van de twintigste eeuw was wildvangst wereldwijd de belangrijkste manier om zeewier te oogsten. Onderzoek naar de levenscyclus van zeewier heeft ertoe geleid dat de teelt van zeewier zich heeft kunnen ontwikkelen. De aquacultuur neemt enorm toe sinds de jaren ‘90 en levert sinds 2011 meer dan 95% van de wereldproductie van zeewier, met als grootste producenten China en Indonesië.

In tegenstelling tot de Aziatische productie is in Europa de wildvangst van zeewier het belangrijkste (>98%). Aquacultuur in Europa vindt voornamelijk plaats in Ierland, Noorwegen en Frankrijk, met als belangrijkste soorten *Saccharina japonica* en soorten uit de soortgroepen *Euchema* spp. en *Gracilaria* spp.. Het gaat om honderdduizenden tonnen zeewier per jaar van de tientallen miljoenen tonnen die wereldwijd worden geproduceerd.

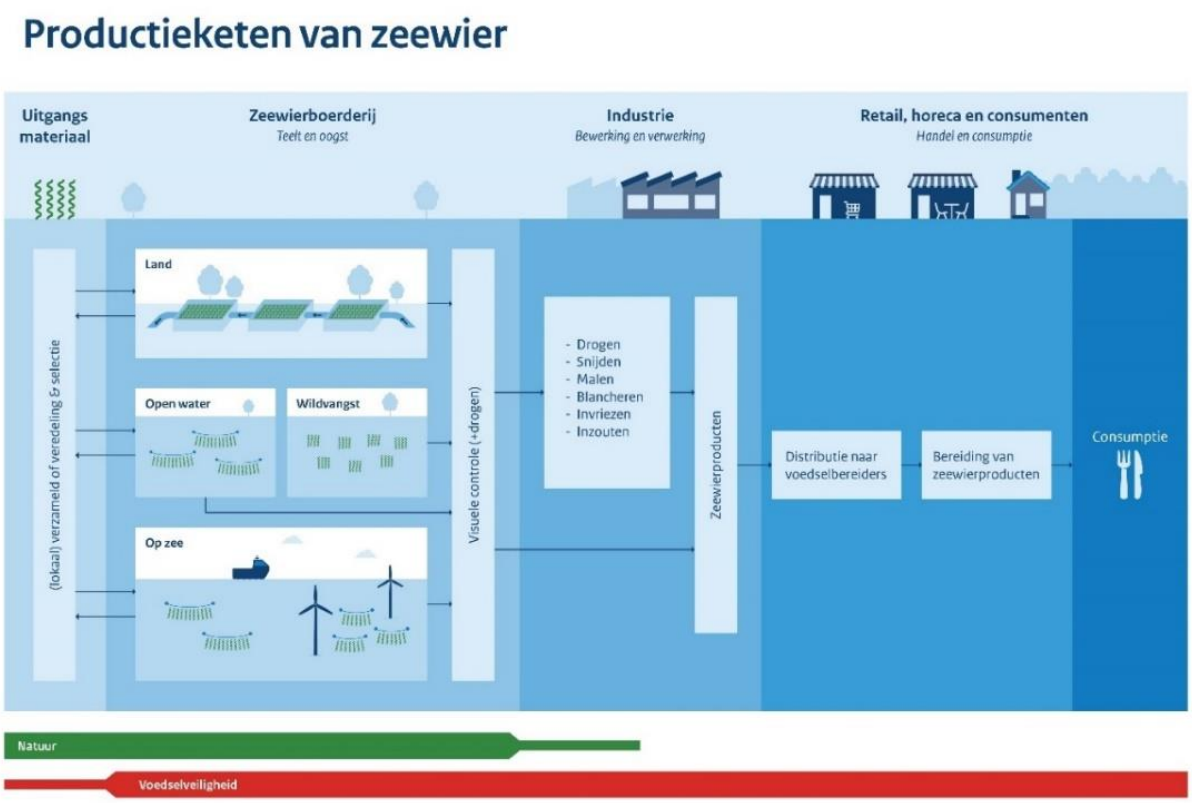
De zeewierteelt in Nederland bestaat nog niet zo lang. Sinds de jaren ‘10 van de 21ste eeuw is een aantal telers actief. Zeewier wordt geteeld aan lijnen in de Waddenzee, in zoutwaterbassins op land en in open water van de Noordzee en de Oosterschelde. Daarnaast wordt wilde zeewier geoogst in de Waddenzee en de Oosterschelde. Het meeste zeewier dat in Nederland wordt geteeld, is bestemd voor consumptie door de mens. Een groot deel van de teelt van zeewier bevindt zich nog in de experimentele fase.

In Europese landen die rond de Noordzee liggen (Nederland, Frankrijk, Ierland, Verenigd Koninkrijk, Denemarken) worden circa 30 verschillende soorten zeewier geteeld en/of verzameld. De helft van deze soorten zijn inheems in Nederland of hebben zich hier al gevestigd. De andere helft van de soorten wordt als aanspoelsel aangetroffen in Nederland. Deze soorten zijn vrijwel allemaal inheems in andere delen van Noordwest-Europa.

Zeewiersoorten die in Nederland worden geteeld, zijn verschillende zeesla soorten (*Ulva* spp.), suikerwier (*Saccharina latissima*), vingerwier (*Laminaria digitata*), wakame (*Undaria pinnatifida*), Japans bessenwier *(Sargassum muticum*), priemwier (*Agardhiella subulata*) en palmwier (dulse) (*Palmaria palmata*). De meest geteelde soorten zijn suikerwier en verschillende soorten zeesla.

Zeewierketen

Voor deze risicobeoordeling wordt de zeewierketen beschreven en onderverdeeld in vier ketenschakels (zie Figuur 1).



Figuur 1 De productieketen van zeewier in Nederland in vier ketenschakels. De import van zeewier en zeewierproducten is niet in de figuur opgenomen.

Ketenschakel uitgangsmateriaal

Nederlandse zeewiertelers gaven in 2019 aan dat zij zeewier dat langs de Nederlandse kust is verzameld als uitgangsmateriaal gebruiken. Er is in Nederland één bedrijf gevestigd dat specifiek entmateriaal voor zeewier opkweekt waaronder ook entmateriaal van uitheemse soorten. Het bedrijf krijgt zeewier uit Ierland, Noorwegen en andere plekken in Europa. Dit wordt gebruikt als uitgangsmateriaal waaruit entmateriaal wordt opgekweekt, dat weer wordt verkocht aan telers in het land van herkomst.

Ketenschakel teelt en oogst

De teelt van zeewier kan op verschillende manieren plaatsvinden: op lijnen of netten in open water of in bassins. In open watersystemen groeit zeewier vanaf de lijnen, waarbij de lijnen horizontaal en/of verticaal in het water hangen (hangculturen). In Nederland worden de mogelijkheden onderzocht van hangcultuurteelt van zeewier in windmolenparken op de Noordzee.

Oogsten gebeurt door met een boot langs de lijnen te varen en het zeewier af te knippen, of door de hele lijn binnen te halen. Wanneer zeewier gedeeltelijk wordt geoogst, groeit het weer aan en kan zodoende, afhankelijk van de soort, meerdere keren per jaar geoogst worden.

In Nederland vindt teelt van zeewier ook plaats op land in verschillende bassins van kunststof of beton. Dit kunnen afgedekte of open bassins zijn, die gevuld en gevoed worden door een pijplijn

met lokaal zeewater. Soms zijn dit gesloten systemen, soms is er via een afvoer een open verbinding met het buitenwater. Een aantal bedrijven in Nederland heeft toestemming om wild zeewier te oogsten in de Waddenzee en de Oosterschelde.

Ketenschakel bewerking en verwerking
Na de oogst van zeewier in open water wordt het zeewier met behulp van boten aan land gebracht om bewerkt en verder verwerkt te worden. Veel voorkomende handelingen zijn: een visuele controle op ongewenste objecten, het wassen (spoelen) om onder andere zout en onzuiverheden te verwijderen en daarna centrifugeren. Voordat het zeewier wordt opgeslagen, wordt het meestal eerst gedroogd aan de lucht of gedroogd door centrifugeren met of zonder gelijktijdige verhitting.

Verdere mogelijke bewerkings- en verwerkingsstappen zijn malen, invriezen, fermenteren, blancheren of inzouten. Na één of meerdere van deze stappen kan zeewier worden toegevoegd als ingrediënt aan levensmiddelen of als 100% zeewierproduct worden verkocht.

Ketenschakel handel en consumptie
Het overgrote deel van de zeewierproducten op de Nederlandse markt bestaat uit geïmporteerde producten uit Azië, vooral uit China en Japan. De totale import (uit landen buiten de EU) en invoer (uit EU-landen) naar Nederland in de periode van 2017 tot en met 2022 ligt op ruim 3 miljoen kg drooggewicht zeewier. De totale import en invoer in diezelfde periode lag voor de hele EU op bijna 50 miljoen kg drooggewicht zeewier.

Er is een groot aanbod aan voedingsmiddelen op basis van zeewier waarbij het om zeer uiteenlopende producten gaat. Er zijn producten die volledig uit zeewier bestaan, zoals zeewiervellen die bijvoorbeeld voor sushi gebruikt worden, en producten waarin zeewier slechts in kleine hoeveelheden is verwerkt als smaakmaker (bijvoorbeeld seasoning mixes). In onder meer zeewierburgers, zeewierwraps en diverse zeewierpasta's variëren de percentages zeewier van enkele procenten tot ruim 50%. Gedroogde zeewierproducten zijn het meest gangbaar. Ze worden gebruikt als garnering of als (gedeeltelijke) vervanging van meel in pasta, brood en andere graanproducten. Vers zeewier wordt toegevoegd aan salades, gemixt in fruitshakes, of meegekookt met rijst en bonen.

Bereidingsstappen voor de consumptie van zeewier zijn weken (hydratatie) en/of wassen en/of verhitten (blancheren, koken, braden, frituren).

Er is een aantal zeewierproducten verkrijgbaar op basis van in Nederland geteeld zeewier, zoals de Dutch Weed Burger en Sea Nuggets met zeewier uit de Oosterschelde. Ook restaurants hebben steeds vaker zeewier op het menu staan; er zijn zeewiertelers die direct aan restaurants leveren, zonder tussenkomt van een handelaar.

Om beter inzicht te krijgen in de zeewierconsumptie in Nederland heeft het RIVM, in opdracht van BuRO, een onderzoek uitgevoerd door middel van een vragenlijstonderzoek onder een representatieve steekproef van de Nederlandse bevolking. RIVM concludeerde dat een kwart van de deelnemers regelmatig zeewier(producten) eet en dat zeewier(producten) gegeten wordt in alle lagen van de bevolking. Het meeste zeewier wordt gegeten in de vorm van chips/kroepoek met zeewier, noedels op basis van zeewier, zeewierspaghetti, wraps met zeewier en zeewiersalade.

Risico's volksgezondheid – voedselveiligheid

Inleiding

Risico's voor de volksgezondheid (voedselveiligheid) kunnen veroorzaakt worden door chemische, microbiologische of fysische gevaren in voedsel. Deze drie typen gevaren voor de voedselveiligheid worden in deze ketenbeoordeling belicht. Chemische gevaren in voedsel kunnen chemische stoffen zijn die vanuit de omgeving in voedsel terechtkomen (bijvoorbeeld milieucontaminanten), daar aan worden toegevoegd (bijvoorbeeld voedseladditieven), of gevormd worden tijdens bewerking en verwerking van voedsel (procescontaminanten). Onder microbiologische gevaren van een

levensmiddel worden ziekteverwekkende micro-organismen (pathogenen) verstaan die via levensmiddelen op de mens kunnen worden overgedragen. Het gaat daarbij om bacteriën, virussen en parasieten. Fysische gevaren in voedsel zijn vreemde voorwerpen die onbedoeld in een voedingsmiddel aanwezig kunnen zijn. Daarbij gaat het om vreemde voorwerpen zoals stenen, glas, dierlijk materiaal, plantaardig materiaal (inclusief hout), metaal en plastics (inclusief micro- en nanoplastics).

Afbakening

Deze risicobeoordeling gaat over zeewier als voedsel. Hierin worden voedingssupplementen met zeewier als ingrediënt niet meegenomen, evenmin als levensmiddelengrondstoffen die uit zeewier bereid worden (zoals mannitol en alginaten) en zeewier geoogst door consumenten zelf. Ook is niet gekeken naar de aanwezigheid van mogelijke allergenen in het geteelde zeewier en is antibioticaresistentie geen onderdeel van deze risicobeoordeling. Bij de chemische risicobeoordeling vindt de beoordeling per individuele stof(groep) plaats. Tenslotte is geen kosten/baten analyse gemaakt voor de consumptie van zeewier.

Aanpak

Voor het beoordelen van de chemische, microbiologische en fysische risico's voor de volksgezondheid verbonden aan de consumptie van zeewier is door BuRO gebruik gemaakt van verschillende bronnen. Wageningen Food Safety Research (WFSR) heeft literatuuronderzoek uitgevoerd naar chemische gevaren voor de voedselveiligheid met betrekking tot de consumptie van zeewier of zeewierproducten, Wageningen Food & Biobased Research (WFBR) heeft literatuuronderzoek gedaan naar de microbiologische gevaren. BuRO heeft aanvullend literatuuronderzoek uitgevoerd, ook voor fysische gevaren. Daarnaast zijn andere bronnen (zoals het RASFF systeem) geraadpleegd.

Verder zijn er door WFSR chemische analyses verricht aan in Nederland geteeld zeewier (2018 t/m 2025) en is er beperkt microbiologisch onderzoek gedaan op zeewierproducten verkrijgbaar op de Nederlandse markt (2019 t/m 2021). Deze onderzoeken vormen de basis voor de beoordeling van de risico's van zeewierconsumptie voor de voedselveiligheid in Nederland.

De beoordeling van de chemische gevaren is gebaseerd op in Nederland geteeld zeewier. Bruikbare chemische analyses van geïmporteerde zeewierproducten op de Nederlandse markt waren niet beschikbaar. Voor de beoordeling van zeewierproducten voor de Europese markt is de risicobeoordeling van EFSA gebruikt. De beoordeling van de microbiologische gevaren is vooral gebaseerd op literatuurgegevens, aangevuld met microbiologisch onderzoek van zeewierproducten op de Nederlandse markt; gegevens over de microbiologische kwaliteit van in Nederland geteeld zeewier zijn niet voorhanden. Er is wat betreft microbiologische voedselveiligheid geen volledige risicobeoordeling uitgevoerd door het gebrek aan voldoende kwantitatieve gegevens, de beoordeling is kwalitatief van aard en met name gericht op blootstelling en daaraan gerelateerde kans op infectie. Voor het karakteriseren van het risico is een vergelijking gemaakt met visserijproducten. De beoordeling van de fysische gevaren is, bij gebrek aan Nederlandse gegevens, volledig op de literatuur gebaseerd.

Europese en Nederlandse wet- en regelgeving

Voedingsmiddelen mogen niet in de handel worden gebracht als ze onveilig zijn. Levensmiddelen zijn onveilig als ze schadelijk zijn voor de gezondheid of als ze ongeschikt zijn voor menselijke consumptie (Algemene Levensmiddelenverordening (ALV) (Verordening (EG) nr. 178/2002)[2]. De verantwoordelijkheid voor voedselveiligheid ligt bij de voedselproducenten (de exploitanten van levensmiddelenbedrijven).

[2] Verordening (EG) Nr. 178/2002 tot vaststelling van de algemene beginselen en voorschriften van de levensmiddelenwetgeving, tot oprichting van een Europese Autoriteit voor voedselveiligheid en tot vaststelling van procedures voor voedselveiligheidsaangelegenheden

Daarnaast worden in de wetgeving inzake levensmiddelenhygiëne eisen gesteld aan de primaire productie (Vo. (EG) 852/2004)[3]. Hieronder valt ook de productie van zeewier. Het is onduidelijk of zeewierproducten onder de specifiek benoemde eisen voor plantaardige producten in deze wetgeving vallen, omdat strikt genomen de meeste zeewieren geen planten zijn.

Of een bepaald soort zeewier als nieuw levensmiddel wordt beschouwd en onder de Novel Food Verordening (EU) 2015/2283[4]) valt, moet per species en/of per product worden bekeken. Dit wordt bepaald aan de hand van de geschiedenis van de consumptie. In 2021 publiceerde Joint Research Centre (JRC) van de Europese Unie een technisch rapport waarin een uitgebreid overzicht is opgenomen over de novel food status van zeewieren.

Verordening (EU) 2023/915[5] beschrijft geen maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in zeewier. De Europese Commissie werkt aan het vaststellen van maximumgehalten voor jodium en metalen in zeewier. Voor een aantal zware metalen en jodium zijn maximum limieten (ML) Europees vastgesteld in levensmiddelenadditieven (E-nummers) op basis van zeewier (Verordening (EG) nr. 1333/2008[6]) en voor kwikverbindingen in algen en prokaryote organismen (Verordening (EG) nr. 396/2005[7]). Omdat Europese wetgeving voor overige contaminanten in zeewier vrijwel ontbreekt, heeft een aantal landen nationale maximum gehalten opgesteld. In Nederland bestaat op dit moment geen specifieke nationale wetgeving voor chemische contaminanten in zeewier.

In de EU zijn geen specifieke microbiologische criteria voor zeewier opgenomen in de wetgeving. Wel geldt voor kant-en-klare levensmiddelen een voedselveiligheidscriterium voor *L. monocytogenes* (Verordening (EG) nr. 2073/2073)[8]. In Nederland zijn in nationale wetgeving microbiologische voedselveiligheidscriteria vastgelegd voor eet- en drinkwaren die door de eindgebruiker niet meer worden verhit voor consumptie (kant-en-klare levensmiddelen) (Wbbl)[9]. In Nederland bestaat op dit moment geen specifieke nationale wetgeving voor microbiologische voedselveiligheid van zeewier. Er is een aantal Europese landen (Denemarken, Frankrijk, Noorwegen) waar dit wel het geval is, of waar de zeewiersector zelf richtlijnen heeft opgesteld.

Risicobeoordeling chemische gevaren

In Nederland geteeld zeewier (verschillende soorten *Ulva* en *Saccharina latissima,* afgekort tot zeesla en suikerwier) is geanalyseerd op jodium, zware metalen (inclusief metalloïden) en andere contaminanten. Op basis van de gemeten gehaltes in het zeewier en de consumptie van zeewier in Nederland is voor alle contaminanten en jodium de blootstelling van de Nederlandse consument geschat. Hieruit volgt het risico voor de volksgezondheid van de consumptie van in Nederland geteeld zeewier.

In Nederland geteeld zeewier (zeesla en suikerwier) bevat jodium, (zware) metalen (arseen, cadmium, kwik, lood en nikkel) en andere contaminanten (dioxines (inclusief dibenzofuranen), polychloorbifenylen (PCB's), polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's), poly- en perfluoralkylstoffen (PFAS) en algentoxines (cyanotoxines)). Minerale oliën, gewasbeschermingsmiddelen en radioactiviteit zijn in geen van de geanalyseerde monsters zeesla en suikerwier aangetroffen. Uit de literatuur blijkt dat de mate van aanwezigheid van jodium en contaminanten in zeewier kan verschillen. Dit hangt onder andere af van het soort zeewier en de

[3] Verordening (EG) Nr. 852/2004 inzake levensmiddelenhygiëne
[4] Verordening (EU) 2015/2283 betreffende nieuwe voedingsmiddelen, tot wijziging van Verordening (EU) nr. 1169/2011 van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Verordening (EG) nr. 258/97 van het Europees Parlement en de Raad en Verordening (EG) nr. 1852/2001 van de Commissie
[5] Verordening (EU) 2023/915 betreffende maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen en tot intrekking van Verordening (EG) nr. 1881/2006
[6] Verordening (EG) Nr. 1333/2008 inzake levensmiddelenadditieven
[7] Verordening (EG) Nr. 396/2005 tot vaststelling van maximumgehalten aan bestrijdingsmiddelenresiduen in of op levensmiddelen en diervoeders van plantaardige en dierlijke oorsprong en houdende wijziging van Richtlijn 91/414/EG van de Raad
[8] Verordening (EG) Nr. 2073/2005 van de Commissie van 15 november 2005 inzake microbiologische criteria voor levensmiddelen
[9] Warenwetbesluit Bereiding en behandeling van levensmiddelen

bewerkings- en/of verwerkingsstappen die na de oogst volgen. Bewerking of verwerking van zeewier leidt over het algemeen tot een afname van de aanwezigheid van jodium en contaminanten. De grootte van de afname varieert per stof en is afhankelijk van onder andere het soort zeewier en de (combinatie van) bewerkings- of verwerkingsstappen. Deze combinatie van factoren maakt dat er niet één reductiepercentage toegepast kan worden in de risicobeoordeling.

Uit onderzoek van RIVM bleek dat het 95ste percentiel van de consumptieverdeling (P95-consumptie) van onbewerkt (vers) nat zeewier door volwassen zeewiergebruikers ruim 90 gram per dag was. Van droog zeewier bedroeg de P95-consumptie ruim 13 gram per dag. Op basis van deze P95-consumptiegegevens concludeert BuRO dat dagelijkse consumptie van grote hoeveelheden in Nederland geteeld onbewerkt (vers) nat of droog zeewier (zeesla en suikerwier) mogelijk leidt tot een risico voor de gezondheid van de consument door de aanwezigheid van jodium, lood, anorganisch arseen en PFAS. Een worst-case scenario, omdat hierbij de mogelijke afnames van (zware) metalen en jodium door de verwerking en/of bereidingsstappen niet zijn meegenomen.

Daarnaast is er een aantal andere onzekerheden waar rekening mee gehouden moet worden bij de interpretatie van deze conclusie, zoals de bepaalde gehaltes van contaminanten en jodium, de berekende totale PFAS-gehalten en de consumptiegegevens voor Nederlandse consumenten.

Een overmatige inname van jodium kan leiden tot een verstoring van de schildklierwerking. Een tekort aan jodium kan echter ook leiden tot verstoring van de schildklierwerking en daardoor tot een groeiachterstand bij kinderen. De jodiuminname van Nederlandse volwassenen is (net) toereikend. De Nederlandse jodiuminname komt vooral vanuit gejodeerd zout, onder andere verwerkt in brood. Door een daling van de zoutinname zou een jodiumtekort bij consumenten kunnen ontstaan. Om tekorten te voorkomen wordt onder andere zeewier als mogelijk jodiumrijk voedingsmiddel genoemd. Bij de consumptie van zeewier als jodiumbron bestaat het risico van een te hoge inname van jodium, zoals deze risicobeoordeling bevestigt.

Daarnaast kan de consumptie van in Nederland geteeld onbewerkt (vers) nat en droog zeewier een (substantiële) bijdrage leveren aan de totale inname van verschillende zware metalen via voedsel. Hierbij wordt opgemerkt dat de inname van cadmium, kwik, arseen en lood via voedsel in het algemeen leidt tot blootstelling rond de gezondheidskundige grenswaarde. Consumptie van in Nederland geteeld zeewier draagt hier (extra) aan bij.

Uit een studie van EFSA naar producten gebaseerd op zeewier blijkt dat de consumptie van zeewier, op zeewier gebaseerde producten en consumptie van halofyten een grote bijdrage kan leveren aan de inname van jodium en zware metalen (met name cadmium) voor consumenten die zeewier eten.

Zowel de inname van dioxines, dibenzofuranen en DL-PCB's als de inname van PFAS vanuit voedsel en drinkwater zorgt voor een groot deel van de Europese en Nederlandse bevolking voor een overschrijding van de gezondheidskundige grenswaarde. Consumptie van in Nederland geteeld zeewier draagt hier (extra) aan bij.

Risicobeoordeling microbiologische gevaren

Op zeewier komen bacteriële genera voor die humaan pathogene soorten bevatten. Uit de geraadpleegde bronnen blijkt dat er maar zeer beperkt gegevens voorhanden zijn over die pathogene soorten zelf op zeewier(producten). Over het voorkomen van virussen en parasieten op of in zeewier(producten) is nagenoeg niets bekend. De microbiologische onderzoeken die zijn uitgevoerd, zijn vaak gebaseerd op een klein aantal monsters. Om die reden is het niet aantreffen van een pathogeen op zeewier of -producten geen bewijs dat die pathogeen niet op zeewier zou kunnen komen. Om een beter beeld van het microbiologisch risico van zeewier te krijgen dan op basis van gegevens over zeewier zelf mogelijk is, is in deze risicobeoordeling ook nagegaan of het aannemelijk is dat pathogenen die via voedsel op de mens kunnen worden overgedragen een rol spelen in de voedselveiligheid van zeewier en in het bijzonder van zeewier dat in Nederland is

geteeld. Besmettingen die optreden tijdens verdere bewerking en verwerking is niet specifiek voor zeewier en is om die reden niet meegenomen in deze risicobeoordeling.

Uit de gevareninventarisatie komen een aantal bacteriële genera naar boven waarvan de pathogene soorten alleen opportunistisch pathogeen zijn. Deze genera zijn beoordeeld als niet relevant. Dit omdat deze pathogenen voor de algemene (gezonde) populatie geen risico vormen. Ook komen uit de inventarisatie pathogenen naar boven die zelden infecties veroorzaken of waarbij het vooral ziekenhuis-gerelateerde infecties betreft en waarbij voedsel niet (altijd) de besmettingsroute is, ook deze pathogenen zijn beoordeeld als niet relevant. Geconcludeerd is dat deze bacteriën niet van belang zijn voor de algemene voedselveiligheid van zeewier. Hoewel *Aeromonas* spp. algemeen op zeewier voorkomen en *Aeromonas* soms als *emerging pathogen* wordt beschouwd is deze pathogeen buiten beschouwing gelaten, omdat de rol van voedsel in de blootstelling onduidelijk is.

Pathogenen die op basis van de gevolgde gevareninventarisatie en -selectie zijn meegenomen in deze risicobeoordeling zijn, zijn *Bacillus cereus*, *Campylobacter jejuni*, *Clostridium botulinum*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Shigella* spp., STEC (pathogenen *E. coli*), *Staphylococcus aureus*, *Vibrio* spp., norovirus (NoV), hepatitis A-virus (HAV), hepatitis E-virus (HEV), rotavirus, *Cryptosporidium* spp., *Giardia* spp. en *Toxoplasma gondii*.

Van deze pathogenen is nagegaan wat de belangrijkste introductieroute is en of de pathogeen een risico vormt voor de volksgezondheid via consumptie van zeewier (uit Nederland). Besmetting met pathogene micro-organismen tijdens de bewerking en verwerking van het product of door ziek personeel (oogst, bewerking en verwerking, voedselbereiding) is niet specifiek voor zeewier en vormt geen onderdeel van deze beoordeling. Deze beoordeling richt zich op de gevaren die in de primaire fase – tijdens de teelt – worden geïntroduceerd.

De risicobeoordeling beperkt zich tot de blootstelling (kans) en gaat niet in op de ernst van infectie (effect).

Tijdens de teeltfase kan zeewier besmet raken met pathogenen die voorkomen in het zeewater. Het kan hierbij gaan om pathogenen die van nature in zeewater of de zeebodem aanwezig zijn of die in het water terecht komen door mens en/of dier. De milieu-gerelateerde pathogenen *Vibrio* spp. en *B. cereus* worden geregeld aangetroffen op zeewier. Analoog hieraan is het de verwachting dat de milieu-gerelateerde pathogeen *C. botulinum* ook op zeewier voor kan komen. Beoordeeld is dat de eventueel op zeewier aanwezige microbiologische gevaren afkomstig uit het milieu geen belangrijke bijdrage lijken te leveren aan het risico voor de volksgezondheid (populatieniveau) en ook niet voor de consument (consumptieniveau). *C. botulinum* is echter wel een relevant gevaar, omdat het aannemelijk is dat het van nature op zeewier voorkomt en er in de keten bewaaromstandigheden zijn die mogelijk gunstig zijn voor groei van *C. botulinum* (onder andere MAP (*modified atmosphere packaging*) verpakking).

Uit de beoordeling blijkt dat zeewier geen rol speelt in de blootstelling van de mens aan parasieten. Ook lijken andere virussen dan norovirus geen rol te spelen in de blootstelling, zeker niet voor zeewier dat in Nederland wordt geteeld.

Zeewier kan tijdens de oogst besmet raken met pathogene micro-organismen door handcontact (bijvoorbeeld *Staphylococcus* spp.) Uit de risicobeoordeling volgt dat dit geen belangrijke bron van besmetting is.

Zeewier kan verschillende bewerkings- en verwerkingsstappen ondergaan (onder andere wassen, blancheren, drogen, zouten, fermenteren). Deze stappen kunnen een kiemreducerend effect hebben, waarbij de mate van reductie afhangt van het proces, het soort zeewier en de pathogeen. Onduidelijk is of deze processen een adequate kiemreductie geven voor de eventueel op zeewier aanwezige pathogene micro-organismen.

Hoewel zeewier in andere landen (met name in Azië) met regelmaat wordt geconsumeerd zijn er nauwelijks uitbraken beschreven (wereldwijd 14 uitbraken in de periode tot en met september 2023). In voorkomende gevallen betreft het vooral besmetting door pathogenen afkomstig van

mens en/of dier. Relevant zijn met name *Salmonella*, STEC en norovirus. Deze van mens en/of dier afkomstige pathogenen worden slechts af en toe op zeewier aangetroffen. En als dat zo is, dan blijkt dat de belangrijkste introductieroute van deze micro-organismen de nabijheid van een rioolwaterlozingspunt of -overstort bij het teeltgebied is. Ook kunnen deze pathogenen door afspoeling ('run off') van landbouwgrond of door recreatie in het water terecht komen. Beoordeeld is dat de microbiologische veiligheid van zeewier vooral wordt bepaald door van mens en/of dier afkomstige pathogenen en dat de microbiologische kwaliteit van het water waarin het wier is geteeld hierin cruciaal is. Er moet voorkómen worden dat dit water vervuild raakt met van mens en/of dier afkomstige pathogene micro-organismen (via rioolwater, 'run off' van landbouwgrond, recreatie).

Er is op basis van beschikbare gegevens geen goede schatting te geven van het vóórkomen van pathogene micro-organismen op zeewier. De risicokarakterisatie kent daardoor een grote mate van onzekerheid. Er is daarom gekozen om het risico van zeewierconsumptie te vergelijken met een productgroep met een bekend risico. Voor de risicoschatting is daarom ter indicatie een vergelijking gemaakt met het risico van de consumptie van vis, schaal- en schelpdieren dat eerder door BuRO is beoordeeld (BuRO, 2022). Producten uit vis, schaal- en schelpdierenketen komen immers uit het zelfde milieu (zeewater) en kennen deels dezelfde gevaren. Voor de situatie in Nederland is door BuRO beoordeeld dat de kans voor het oplopen van een *Vibrio*-infectie (symptomatisch) door consumptie van visserijproducten (met name schelpdieren) momenteel laag is. Voor een infectie met *Salmonella* en STEC is die kans beoordeeld als respectievelijk laag en zeer laag. Virussen spelen vooral een rol bij schelpdieren en virussen die betrokken zijn bij schelpdier-gerelateerde uitbraken zijn met name NoV, maar ook HAV. Blootstelling aan HEV speelt via deze route geen rol en HAV is niet endemisch in Nederland. Het risico van de protozoaire parasieten *Cryptosporidium* spp., *Giardia* spp. en *T. gondii* via consumptie van visserijproducten wordt ingeschat als beperkt. Hoewel hierbij geen inschatting van de kans op infectie werd gegeven (BuRO, 2022), wordt deze op basis van de beschikbare gegevens ingeschat als zeer laag. In vergelijking met visserijproducten lijkt zeewier – net als vis – echter geen micro-organismen te accumuleren, zoals filtervoedende schelpdieren dat wel kunnen. Mogelijke uitzondering hierop zou *Vibrio* spp. kunnen zijn. Door BuRO is beoordeeld dat de kans op het oplopen van een infectie door pathogene micro-organismen via consumptie van zeewier zeer waarschijnlijk lager zal zijn dan de kans om ziek te worden door deze pathogenen via consumptie van schelpdieren (oester, mosselen) en dat de kans waarschijnlijk te vergelijken is met het risico van deze pathogenen via consumptie van rauwe vis. Daarmee zal de kans voor het oplopen van een infectie via consumptie van zeewier laag tot zeer laag zijn.

Risicobeoordeling fysische gevaren

Fysische gevaren komen voor in de vorm van vreemde voorwerpen in zeewier en zeewierproducten en kunnen een gezondheidsrisico zijn voor de consument. De belangrijkste fysische gevaren in zeewier zijn (stukjes van) schaal- en schelpdieren en kleine steentjes waaraan de sporen van zeewier zich hechten om te groeien. Verder zijn er zeediertjes die zich kunnen hechten aan het oppervlak (waaronder zeepokken) of kunnen vezels van de lijnen waaraan het zeewier groeit in de geoogste batch zeewier belanden. Ook micro- en nanoplastics, die wijdverspreid in de zee aanwezig zijn, hechten zich gemakkelijk aan zeewier.

Deze fysische gevaren kunnen bij bewerking en verwerking of bij consumptie van vers zeewier ongedetecteerd blijven, zeker wanneer slechts gebruik gemaakt wordt van de traditionele detectiemethoden zoals metaaldetectie. Met name in het geval van vers zeewier is het mogelijk dat vreemde voorwerpen bij de consument terechtkomen.

Er is voor de risicobeoordeling van de fysische gevaren, veroorzaakt door vreemde voorwerpen, geen veilige grens vast te stellen voor de blootstelling van consumenten aan vreemde voorwerpen. Dit betekent in de praktijk dat zeewier en zeewierproducten vrij moeten zijn van vreemde voorwerpen wanneer deze bij de consument komen. Gegevens over het vóórkomen van vreemde

voorwerpen in zeewier(producten) zijn zeer beperkt. Daarom is het niet mogelijk om een risicobeoordeling uit te voeren.

Gezien het ontbreken van informatie over de effecten van micro- en nanoplastics op het menselijk lichaam en het ontbreken van kwantitatieve gegevens over het vóórkomen van plastic deeltjes kleiner dan 10 µm in zeewier is een risicobeoordeling ten aanzien van dit gevaar momenteel niet mogelijk.

De belangrijkste methode om vreemde voorwerpen en micro- en nanoplastics die bij de oogst van zeewier zijn meegekomen te verwijderen, is spoelen, hoewel het verwijderen van de zeepokken veelal mechanisch zal moeten gebeuren. Ook de micro- en nanoplastics die zijn ingesloten door het zeewier zullen door spoelen niet worden verwijderd.

Onzekerheden

De risicobeoordeling voedselveiligheid kon niet helemaal op basis van gegevens over in Nederland geteeld zeewier uitgevoerd worden. Microbiologische en fysische gegevens voor Nederlands zeewier ontbraken, zodat de microbiologische en fysische risicobeoordeling op basis van internationale literatuurgegevens is gedaan.

De chemische risicobeoordeling is gebaseerd op gegevens over vers in Nederland geteeld zeewier en Nederlandse consumptiegegevens van zeewier. Er is geen rekening gehouden met de reducerende effecten van bewerking en verwerking van het zeewier. Verder is in de analyses geen onderscheid gemaakt in de locatie van bemonstering, bemonsteringsplek in het zeewierveld en het moment van monstername. De bemonsterde zeesla is niet gedetermineerd op soort, en zouden mogelijk verschillende soorten zeesla kunnen zijn. Daarnaast ontbreken representatieve consumptiegegevens voor kinderen en jongeren zodat het niet mogelijk was om het risico voor deze groep te beoordelen.

Risico’s natuur – uitheemse soorten

Inleiding

Bij het beoordelen van de risico’s voor de Nederlandse natuur ligt de focus van deze risicobeoordeling op uitheemse soorten en de effecten van deze soorten op de biodiversiteit en het aquatische ecosysteem in Nederland. Uitheemse soorten zijn soorten die niet van nature in Nederland voorkomen. Met Nederland worden in dit geval de Nederlandse mariene wateren en brakwatergebieden bedoeld: het Nederlandse deel van de Noordzee, het Nederlandse deel van de Waddenzee en de Zeeuwse en Zuid-Hollandse delta. Wanneer uitheemse soorten door menselijke activiteiten zijn geïntroduceerd, worden zij ook wel exoten genoemd. Uitheemse soorten kunnen schadelijk zijn voor de Nederlandse natuur, maar ook voor de menselijke gezondheid, veiligheid en economie. Wanneer is vastgesteld dat een uitheemse soort nadelige gevolgen heeft of een bedreiging vormt voor de biodiversiteit en aanverwante ecosysteemdiensten, spreekt men over een invasieve uitheemse soort of over een invasieve exoot.

Afbakening

Deze risicobeoordeling betreft de mogelijke risico’s voor de Nederlandse natuur door de introductie, vestiging en verspreiding van uitheemse soorten (zeewier of andere organismen) als gevolg van de zeewierteelt. Hierbij kan het gaan om uitheemse zeewiersoorten die bewust voor de zeewierteelt naar Nederland worden gehaald, om uitheemse zeewiersoorten die eerder door andere menselijke activiteiten zijn geïntroduceerd en ook om uitheemse soorten die hier van nature aanspoelen. Het kan ook gaan om uitheemse soorten die tussen het geteelde zeewier voorkomen. Het gaat om soorten die uitheems zijn voor Nederland. Deze soorten kunnen in andere delen van Noordwest-Europa ook uitheems zijn of daar inheems zijn en wel van nature voorkomen. Deze risicobeoordeling gaat niet in op mogelijke andere gevolgen van de zeewierteelt voor de natuur, zoals verstoring van ecosystemen tijdens teelt en/of oogst van zeewier of een verminderde

beschikbaarheid van voedingsstoffen voor andere organismen. Ook gaat deze risicobeoordeling niet in op de risico's voor de natuur in nabijgelegen landen. De omstandigheden in deze landen komen niet altijd overeen met die in Nederland.

Aanpak

Om de risico's door introductie, vestiging en verspreiding van uitheemse soorten in beeld te brengen, hebben onderzoekers van GiMaRIS in opdracht van BuRO een inschatting gemaakt van de ecologische impact van uitheemse zeewiersoorten op de natuur (desk research, 2025). Ook hebben zij de zeewiersoorten die in Nederland worden geteeld (veldonderzoek, 2019) of potentieel geschikt zijn voor teelt in Nederlandse windmolenparken (desk research in samenwerking met WMR, 2019) geïnventariseerd en deze aangevuld met een inventarisatie van andere soorten die worden aangetroffen in de Nederlandse zeewierteelt (veldonderzoek, 2019). Daarna is door hen vastgesteld welke geteelde zeewiersoorten en andere aangetroffen soorten uitheems zijn voor Nederland en is ingeschat of deze uitheemse soorten een impact kunnen hebben op de Nederlandse natuur. Daarnaast is gekeken in hoeverre de zeewierteeltactiviteiten zoals deze in 2019 in Nederland plaatsvonden, en de toekomstige teelt van zeewier in windmolenparken op de Noordzee de kans op introductie, vestiging en verspreiding van deze uitheemse soorten vergroot en of dit de impact van deze soorten op de natuur doet toenemen. Vervolgens is in 2025 gekeken of zich veranderingen hebben voorgedaan in de herkomst van het uitgangsmateriaal dat voor de zeewierteelt wordt gebruikt (desk research, 2025).

BuRO heeft een inventarisatie gemaakt van de bestaande wet- en regelgeving die van toepassing is op de zeewierteelt en die gerelateerd is aan eventuele risico's van uitheemse soorten.

Europese en Nederlandse wet- en regelgeving

De Europese wetgeving op het gebied van uitheemse soorten bestaat uit de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (2008/56/EG[10]) (KRM), de Verordening over invasieve uitheemse soorten ((EU)1143/2014[11]) en de Verordening over uitheemse soorten en aquacultuur ((EG)708/2007[12]). De KRM stelt dat het aantal door menselijke activiteiten nieuw geïntroduceerde 'niet-inheemse soorten' tot een minimum beperkt moet worden en waar mogelijk tot nul teruggebracht zou moeten worden. De kern van de Verordening over invasieve uitheemse soorten bestaat uit een lijst met zorgwekkende invasieve uitheemse soorten die niet opzettelijk in het milieu mogen worden vrijgelaten en niet mogen worden vermeerderd, gekweekt, gebruikt of verkocht. Op de zogenaamde Unielijst staat één mariene zeewiersoort (*Rugulopteryx okamurae*) (Uitvoeringsverordening (EU)2022/1203[13]). Deze soort komt voor in zeewater met een relatief hoge temperatuur, zoals in het zuiden van Frankrijk en Spanje. Op dit moment is deze soort voor Nederland niet relevant, maar dit zou door het veranderende klimaat in de toekomst mogelijk kunnen veranderen.

De Europese Verordening over uitheemse soorten en aquacultuur bevat regels voor de introductie van uitheemse (zeewier)soorten en eventuele meeliftende uitheemse soorten in Nederland. Deze verordening is in Nederland geïmplementeerd in de Regeling gebruik uitheemse en plaatselijk niet-voorkomende soorten in de aquacultuur[14], waardoor dergelijke soorten alleen in Nederland

[10] Richtlijn 2008/56/EG tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het beleid ten aanzien van het mariene milieu
[11] Verordening (EU) Nr. 1143/2014 betreffende de preventie en beheersing van de introductie en verspreiding van invasieve uitheemse soorten
[12] Verordening (EG) Nr. 708/2007 inzake het gebruik van uitheemse en plaatselijk niet-voorkomende soorten in de aquacultuur
[13] Uitvoeringsverordening (EU) 2022/1203 tot wijziging van Uitvoeringsverordening (EU) 2016/1141 om de lijst van voor de Unie zorgwekkende invasieve uitheemse soorten te actualiseren
[14] Regeling van de Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit van 17 december 2008, nr. TRCJZ/2008/3516, houdende regels voor het gebruik van uitheemse en plaatselijk niet-voorkomende soorten in de aquacultuur (Regeling gebruik uitheemse en plaatselijk niet-voorkomende soorten in de aquacultuur). Staatscourant 2008, nr. 252

geïntroduceerd mogen worden voor teelt in een open aquacultuurvoorziening als dit een 'gering' risico oplevert en er een vergunning is verleend. Uitheemse soorten die al in Nederland voorkomen, vallen echter niet onder de reikwijdte van deze verordening. Dit geldt ook voor soorten die pas zeer recent in Nederland zijn aangetroffen. Voor de teelt van deze soorten is op basis van deze verordening geen vergunning nodig. Ook niet wanneer deze soorten nog niet of nauwelijks voorkomen in het gebied waar geteeld zal gaan worden en de teelt van deze soorten daarom een risico voor de natuur kan opleveren. Het is daarnaast onduidelijk of onderzoek met uitheemse soorten in een open aquacultuurvoorziening onder de reikwijdte van de verordening valt.

Ook sommige kunstmatig verkregen cultivars en hybriden vallen onder de reikwijdte van de verordening. Doordat niet bekend is hoe bepaalde bepalingen in de Europese verordening worden geïnterpreteerd, is het voor andere kunstmatig verkregen cultivars en hybriden onduidelijk of zij onder de reikwijdte van de verordening vallen. Daarnaast kunnen er ook cultivars en hybriden worden ontwikkeld die niet onder de reikwijdte van de verordening vallen, maar bij teelt in een open aquacultuurvoorziening wel een risico voor de natuur opleveren. Bijvoorbeeld wanneer er bij het veredelen van zeewiersoorten wordt geselecteerd op eigenschappen die de kans op invasiviteit vergroten, zoals snellere groei of het beter bestand zijn tegen de omstandigheden op volle zee.

Voor vergunningverlening in algemene zin geldt dat het gebruik van Latijnse namen voor de soort(en) waar een vergunning voor wordt verleend een belangrijk aandachtspunt is. Als de gangbare Nederlandse namen of Latijnse namen voor soortgroepen worden gebruikt, bestaat de kans dat binnen een vergunning onbedoeld ook uitheemse soorten geteeld mogen worden. Onder een vergunning voor de teelt van 'zeesla' zouden namelijk diverse inheemse zeesla-soorten, maar ook het uitheemse geperforeerde zeesla (*Ulva australis*) geteeld mogen worden. Een vergelijkbare situatie doet zich voor bij een vergunning voor de teelt van '*Ulva*'. Onder zo'n vergunning zouden alle 388 *Ulva*-soorten geteeld mogen worden, terwijl er in Nederland maar zestien *Ulva*-soorten inheems zijn.

Het is op dit moment onduidelijk wie er verantwoordelijk is voor het verlenen van vergunningen onder de Verordening uitheemse soorten en aquacultuur. Volgens het ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN) is dit de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO), maar RVO geeft aan dat zij deze vergunningen niet verstrekken. De Algemene inspectiedienst (nu de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA)) is belast met het toezicht op deze verordening. Op dit moment wordt er door de NVWA geen toezicht gehouden op de naleving van deze verordening.

In de Nederlandse Mariene Strategie 2022-2027 worden, conform de Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie, maatregelen beschreven om een goede milieutoestand met betrekking tot uitheemse soorten te bereiken: een zo minimaal mogelijk aantal nieuw geïntroduceerde uitheemse soorten. In deze strategie wordt vermeld dat de initiatieven rond de teelt van uitheemse en veredelde inheemse zeewiersoorten in open zee mede vanuit het voorzorgsprincipe als onwenselijk moeten worden beschouwd. Het Nederlandse beleid voor mariene uitheemse soorten gaat uit van preventie en zet volledig in op het voorkómen van introductie, omdat mariene soorten na vestiging moeilijk te bestrijden en te beheersen zijn.

De Omgevingswet[15] bevat regels om de natuur en het milieu te beschermen. Voor bepaalde activiteiten is een milieueffectbeoordeling verplicht, maar voor de kweek of teelt van zeewier is dit niet het geval. Ook zijn er regels om plant- en diersoorten, Natura-2000 en bijzondere nationale natuurgebieden te beschermen. Zo zijn verschillende activiteiten die gevolgen kunnen hebben voor planten en dieren die van nature in het wild leven (zogenaamde flora- en fauna-activiteiten) vergunningplichtig. Dit geldt bijvoorbeeld voor het opzettelijk verstoren, vangen of doden van beschermde soorten. Ook activiteiten die nadelige gevolgen voor Natura-2000 en bijzondere nationale natuurgebieden kunnen hebben zijn vergunningplichtig. Zij mogen alleen uitgevoerd worden als zij geen verslechterende of significant verstorende gevolgen hebben of de natuurlijke

[15] Wet van 23 maart 2016, houdende regels over het beschermen en benutten van de fysieke leefomgeving (Omgevingswet)

kenmerken van het gebied niet aantasten (rekening houdend met de instandhoudingsdoelstellingen). Dit geldt ook voor zeewierteeltactiviteiten. In de praktijk zal bij alle zeewierteeltactiviteiten een Natura-2000 beoordeling vereist zijn, omdat de gebieden waar zeewier geteeld kan worden een Natura-2000 gebied zijn of een Natura-2000 gebied zouden kunnen beïnvloeden. Voor activiteiten binnen de zogenaamde exclusieve economische zone van de Noordzee en in het deel van de territoriale zee dat niet bij een provincie hoort, wordt een vergunning verstrekt door het ministerie van LVVN en is Rijkswaterstaat verantwoordelijk voor het toezicht en de handhaving. Bij activiteiten in andere gebieden wordt een vergunning door de provincie verstrekt en is deze ook verantwoordelijk voor het toezicht en de handhaving.

Risicobeoordeling uitheemse soorten

Uitheemse zeewiersoorten kunnen het gebied waarin zij worden geïntroduceerd veranderen als zij zich in het gebied vestigen. Ze kunnen dusdanig dominant aanwezig zijn dat zij andere soorten verdringen. Ook kunnen zeewiersoorten die grote planten vormen, de stroming en sedimentatie in een gebied veranderen. Dit heeft invloed op de soorten die in het gebied leven en kan ook de hydromorfologische kenmerken van het gebied veranderen. Sommige zeewiersoorten bevatten stoffen die zeer schadelijk zijn voor vissen die van het zeewier eten. Bij andere soorten verloopt het afbraakproces van de planten dusdanig snel dat verzuring optreedt en het zuurstofgehalte in het water sterk daalt. Dit gebeurt met name in afgesloten binnenwateren. Doordat de waterkwaliteit hierdoor verslechtert heeft dit een negatief effect op het bereiken van de KRW doelstellingen. Als het zuurstofgehalte te laag wordt, leidt dit bovendien tot sterfte bij allerlei soorten. Vooral soorten die op en in de bodem leven en voedingsstoffen uit het sediment halen of het water filteren, zoals wormen en schelpdieren, zijn hier gevoelig voor.

In het algemeen geldt dat uitheemse zeewiersoorten een negatieve impact hebben op de in een gebied voorkomende inheemse zeewieren. Ook inheemse diersoorten kunnen een negatieve impact van de zeewieren ondervinden. Onder de soorten die schade kunnen ondervinden van uitheemse zeewiersoorten bevinden zich ook kenmerkende soorten voor habitattypen in de Zeeuwse Delta en Waddenzee, die als kwaliteitsindicator dienen voor deze Natura-2000 gebieden. In sommige gevallen hebben uitheemse zeewiersoorten echter juist een positief effect op de inheemse diersoorten, bijvoorbeeld wanneer het zeewier beschutting biedt tegen predatoren en stromingen, of wanneer er door het zeewier extra vestigingsmogelijkheden ontstaan.

Niet alle uitheemse zeewiersoorten hebben een impact op de natuur. Uitheemse zeewiersoorten die voor teelt of wildvangst in aanmerking komen, zijn echter meestal snel groeiende soorten. Veel van deze soorten zullen daarom waarschijnlijk een negatieve impact op de natuur hebben. Doordat uitheemse zeewiersoorten die in open water geteeld worden zich bijvoorbeeld via stromingen kunnen verspreiden, kan er niet alleen een impact zijn op de natuur in het gebied waar het zeewier wordt geteeld, maar ook op gebieden die verder weg gelegen zijn. Als uitheems zeewier op een grotere schaal geteeld gaat worden, kan het zeewier zich mogelijk over grotere afstanden verspreiden en zich in grotere hoeveelheden vestigen, waardoor het risico voor de natuur toeneemt.

Uitheemse soorten in de teelt

In 2019 zijn bij tien Nederlandse zeewierboerderijen (inclusief wildvangst van zeewier) en één kweker van uitgangsmateriaal de aanwezige soorten geïnventariseerd. In totaal zijn 64 zeewiersoorten, waarvan 15 uitheems, aangetroffen. Daarnaast zijn 61 diersoorten aangetroffen, waarvan 20 uitheems. De zeewier- en diersoorten die uitheems zijn voor Nederland, zijn vrijwel allemaal ook uitheems voor andere delen van Europa. Alleen *Palmaria palmata* (palmwier) is inheems in andere delen van Noordwest-Europa. Voor zowel de aangetroffen uitheemse zeewiersoorten als de aangetroffen uitheemse diersoorten (waaronder een aantal zakpijpen, kreeftachtigen en weekdieren) geldt dat ze een impact hebben op de Nederlandse natuur. Onder de aangetroffen zeewiersoorten bevinden zich invasieve uitheemse zeewiersoorten als *Undaria pinnatifida* (Wakame), *Sargassum muticum* (Japans bessenwier), *Gracilaria vermiculophylla* en *Grateloupia turuturu* die allemaal een ecosysteem sterk kunnen veranderen. De aangetroffen

uitheemse zeewiersoorten hadden zich al gevestigd in het gebied waar het zeewier werd geteeld. Vijf van de 15 aangetroffen uitheemse zeewiersoorten werden geteeld: stijf priemwier (*Agardhiella subulata*), Japans bessenwier (*Sargassum muticum*), geperforeerde zeesla (*Ulva australis),* wakame (*Undaria pinnatifida*) en palmwier (dulse) (*Palmaria palmata)* (alleen aangetroffen in een quarantaine bak bij een kweker van uitgangsmateriaal). Daarnaast zijn door Stichting North Sea Farmers soorten voorgesteld die mogelijk interessant zijn om op de Noordzee binnen windmolenparken te telen. Bij de soorten die mogelijk binnen vijf jaar geteeld kunnen worden, waren vier uitheemse soorten: de eerder genoemde wakame en palmwier, en vleugelkelp (gevleugelde kelp) (*Alaria esculenta*) en riemwier (*Himanthalia elongata*).
Met uitzondering van wakame zijn deze soorten inheems in andere delen van Noordwest-Europa. Stichting North Sea Farmers stelde ook twee 'soortgroepen' voor: *Ulva* met wereldwijd 388 soorten en *Gracilaria* met 285 soorten. Deze twee groepen zijn niet meegenomen in de risicobeoordeling. De soorten binnen deze groepen verschillen sterk van elkaar waardoor het niet mogelijk is om het risico van deze groepen als één geheel te beoordelen.

Alle zeven uitheemse zeewiersoorten die al geteeld worden of zijn voorgesteld voor teelt in windmolenparken op de Noordzee, hebben in Nederland, maar ook elders een negatieve impact op inheemse zeewiersoorten. Daarnaast kunnen zij ook een negatieve impact op inheemse diersoorten hebben. Wakame, Japans bessenwier, vleugelkelp en riemwier vormen grote planten die de stroming en sedimentatie in een gebied veranderen en daarmee indirect een effect hebben op de soorten die er voorkomen. Ook kunnen de hydromorfologische kenmerken van het gebied hierdoor veranderen. Geperforeerde zeesla groeit dermate snel dat het andere soorten verdringt. Ditzelfde geldt voor stijf priemwier, dat de sedimentbodem bedekt en de daar levende soorten verdringt. Bovendien sterven de planten van stijf priemwier aan het einde van het groeiseizoen af en verrotten dan snel. Vooral in afgesloten binnenwateren kan het zuurstofgehalte in het water daardoor sterk dalen. Als het zuurstofgehalte te laag wordt, leidt dit tot sterfte bij allerlei soorten.

Alle zeven uitheemse zeewiersoorten hebben een negatieve impact op andere soorten die in een gebied voorkomen en vormen daarmee een risico voor de natuur. Of zeewierteeltactiviteiten de impact doen toenemen en daarmee een additioneel risico voor de natuur vormen, hangt van de specifieke situatie af.

Palmwier, vleugelkelp en riemwier zijn inheems in andere delen van Noordwest-Europa en spoelen aan de Noordzeekust regelmatig aan, maar er zijn in Nederland nog geen gevestigde, vastzittende exemplaren aangetroffen. Hieruit blijkt dat deze soorten zich niet (makkelijk) kunnen vestigen in Nederlandse wateren. Mogelijk komt dit doordat de Nederlandse kust geen rotsachtige plekken met een sterke stroming heeft. Doordat deze soorten zich hier niet goed kunnen vestigen, is de kans klein dat deze soorten een impact op de natuur zullen hebben wanneer zij in windmolenparken op de Noordzee geteeld zouden worden. Bovendien zouden deze soorten zich ook op natuurlijke wijze in windmolenparken kunnen vestigen. Teelt van deze soorten in windmolenparken vormt daarmee geen additioneel risico voor de natuur wanneer er gebruik wordt gemaakt van lokaal of zeestroomopwaarts verzameld uitgangsmateriaal.

Japans bessenwier en geperforeerde zeesla komen al algemeen langs de hele Nederlandse kust en in de Zeeuwse delta voor. Stijf priemwier komt in de Oosterschelde wijd verspreid voor. Omdat deze soorten zich al gevestigd hebben in de gebieden waar zij geteeld worden en daar algemeen voorkomen, zal de impact van deze soorten door de huidige zeewierteeltactiviteiten naar alle waarschijnlijkheid niet toenemen. De teelt van deze soorten vormt daarmee geen additioneel risico voor de natuur mits er gebruik wordt gemaakt van lokaal verzameld uitgangsmateriaal.

Wakame komt op enkele plekken in Nederland voor, maar groeit hier alleen op relatief beschut gelegen plaatsen. Wakame komt zeer algemeen voor in de Oosterschelde. De teelt van wakame in de Oosterschelde zal de impact die deze soort op de natuur heeft daarom naar alle waarschijnlijkheid niet doen toenemen zolang gebruik wordt gemaakt van uitgangsmateriaal uit de directe omgeving van de teelt. Wanneer wakame in windmolenparken op de Noordzee geteeld zou worden, zal de soort zich naar verwachting niet over grote afstanden verspreiden, omdat wakame meestal wordt geoogst voordat er sporen zijn gevormd, en de sporen en bladeren van wakame vrij

snel zinken. Hoewel enkele individuen de Waddenzee zouden kunnen bereiken, zal dit de impact op de natuur naar alle waarschijnlijkheid niet verhogen, omdat zich nabij de jachthaven van Terschelling al een wakame populatie bevindt en wakame ook al noordelijker in de Waddenzee voorkomt. De teelt van wakame in de Oosterschelde of in windmolenparken op de Noordzee levert daarmee geen additioneel risico voor de natuur op mits het uitgangsmateriaal voor de teelt uit de directe omgeving afkomstig is en daarom alleen op relatief beschutte plaatsen groeit.

Uitgangsmateriaal

De teelt van uitheemse zeewiersoorten met een impact op de Nederlandse natuur, vormt dus niet altijd een additioneel risico. Of een uitheemse zeewiersoort zich al heeft gevestigd in het gebied waar men deze wil gaan telen en de mate waarin de soort daar voorkomt, bepaalt in sterke mate of de teelt een additioneel risico voor de natuur vormt. Als een uitheemse zeewiersoort al wijdverspreid over het gebied voorkomt en daar een algemene soort is, zal teelt de impact van het zeewier op de natuur over het algemeen niet doen toenemen. Hierbij is het wel belangrijk dat het uitgangsmateriaal lokaal is verzameld. Als dit niet het geval is, kan het geteelde zeewier andere eigenschappen en een grotere impact op de natuur hebben dan het al in het gebied aanwezige zeewier en zou de teelt wel een additioneel risico voor de natuur kunnen opleveren.

Uitgangsmateriaal afkomstig van andere locaties, cultivars of hybriden, kan andere eigenschappen hebben dan de zeewierpopulatie in het gebied zelf. Omdat bepaalde eigenschappen gunstig zijn voor de zeewierteelt wordt er bewust gezocht naar zeewierpopulaties met deze eigenschappen en geprobeerd om cultivars of hybriden met deze eigenschappen te ontwikkelen. Eigenschappen die ervoor zorgen dat het zeewier sneller groeit, zich op andere plaatsen kan vestigen, of beter bestand is tegen de omstandigheden op volle zee zijn gunstig voor de zeewierteelt, omdat zij de productie verhogen of ervoor zorgen dat het zeewier op meer plaatsen geteeld kan worden. Tegelijkertijd kunnen deze eigenschappen ervoor zorgen dat het risico voor de natuur toeneemt. Deze situatie kan zich bijvoorbeeld bij wakame voordoen. Het wakame dat in Nederland voorkomt, groeit alleen op relatief beschut gelegen plaatsen. Er bestaan echter ook populaties, cultivars en een hybride tussen vleugelkelp en wakame, die zich wel op plaatsen met veel stroming en golfslag kunnen vestigen. Als dit als uitgangsmateriaal voor de teelt gebruikt zou worden, zou de impact van wakame en daarmee het risico voor de natuur sterk toenemen, omdat het op meer plaatsen kan groeien en daarmee op meer plaatsen een impact zal hebben dan het wakame dat nu in Nederland voorkomt. Ook wanneer bij de teelt van palmwier, vleugelkelp en riemwier uitgangsmateriaal gebruikt zou worden van populaties of cultivars die zich wel in Nederlandse wateren kunnen vestigen, zal de teelt het risico voor de natuur sterk verhogen.

In 2019 werd het uitgangsmateriaal dat door Nederlandse zeewierboerderijen werd gebruikt lokaal verzameld. In 2025 is gekeken of dit nog steeds het geval is. Er zijn diverse aanwijzingen dat uitgangsmateriaal inmiddels ook van andere plaatsen afkomstig is. Zo worden op internet zeewiersoorten te koop aangeboden die in de Oosterschelde geteeld of daar geoogst (wildvangst) zouden worden, maar daar eerder niet voorkwamen. Ook is de sterke toename van het aantal nieuwe uitheemse zeewiersoorten een indicatie dat er uitgangsmateriaal uit het buitenland wordt gebruikt. Sinds 1996 werden er in Nederland per vijf jaar steeds twee of drie nieuwe uitheemse zeewiersoorten gevonden. In de afgelopen vier jaar zijn er echter al 15 nieuwe uitheemse zeewiersoorten gevonden. Hoewel er sinds 2009 steeds intensiever wordt gezocht naar nieuwe uitheemse soorten, biedt intensievere monitoring geen goede verklaring voor deze toename. Het aantal nieuwe uitheemse zeewiersoorten is pas recent sterk gestegen en bovendien veel sterker gestegen dan andere groepen organismen. Ook scheepvaart biedt geen goede verklaring voor de plotselinge toename van het aantal nieuwe zeewiersoorten, omdat andere groepen organismen die net als zeewier via aangroei op scheepshuiden verspreid kunnen worden niet in dezelfde mate zijn toegenomen. Bovendien is het opvallend dat negen van deze soorten behoren tot groepen waarvan bekend is dat zij geteeld worden: zeesla (*Ulva* spp.) en nori (*Porphyra* spp., *Neopyropia* spp. en *Pyropia* spp.). Doordat deze uitheemse soorten nu in Nederland zijn aangetroffen, is er bij eventuele teelt van deze soorten geen vergunning meer vereist onder de Verordening uitheemse soorten en aquacultuur. *Ulva*-soorten worden in Nederland geteeld en de mogelijkheden voor teelt

in Nederland van soorten die als nori gebruikt kunnen worden, wordt onderzocht. Bij beide groepen zijn de soorten binnen de groep op basis van hun uiterlijk moeilijk uit elkaar te houden en komen in Nederland ook inheemse soorten voor. Bij groepen waarvan de soorten morfologisch moeilijk van elkaar te onderscheiden zijn, zoals *Ulva* spp., *Porphyra* spp./*Neopyropia* spp./*Pyropia* spp. en *Gracilaria* spp., is het zonder DNA-determinatie vaak niet duidelijk welke soort geteeld wordt, waardoor het niet uitgesloten is dat onbedoeld een (invasieve) uitheemse soort wordt geteeld.

Wanneer uitgangsmateriaal niet lokaal wordt verzameld, maar van een andere plaats wordt gehaald, kunnen ook andere (uitheemse) soorten met het zeewier meeliften en zich zo verspreiden. Hierdoor kunnen nieuwe uitheemse soorten in Nederland geïntroduceerd worden en zich hier vestigen. Ook kunnen uitheemse soorten zich hierdoor binnen Nederland verder verspreiden. Het hangt van de specifieke situatie af of dit een risico voor de natuur oplevert. Bij de in 2019 uitgevoerde inventarisatie werden bij het geteelde zeewier en de wildvangst diverse uitheemse organismen (een aantal zakpijpen, kreeftachtigen en weekdieren) en uitheemse zeewiersoorten aangetroffen. Al deze uitheemse soorten hadden zich al gevestigd in het gebied waar het zeewier werd geteeld, waardoor de zeewierteeltactiviteiten geen additioneel risico opleverden voor de natuur. Als echter uitheemse soorten die een nadelige impact op de natuur hebben, in een gebied worden geïntroduceerd, levert dit wel degelijk een risico voor de natuur op.

Conclusies

Volksgezondheid - voedselveiligheid

Risico's voor de volksgezondheid (voedselveiligheid) kunnen veroorzaakt worden door chemische, microbiologische of fysische gevaren in voedsel. Alle drie typen gevaren kunnen op of in zeewier aanwezig zijn. De mate van aanwezigheid van de gevaren in zeewier kan verschillen en hangt onder andere af van het soort zeewier, de teeltlocatie, het oogstseizoen. De bewerkings- en/of verwerkingsstappen die zeewier voor consumptie ondergaat, kunnen de aanwezigheid van de gevaren verder verlagen. In welke mate dat gebeurt is onduidelijk.

In Nederland geteeld en onderzocht zeewier (zeesla en suikerwier) bevat jodium, zware metalen en andere contaminanten. Uitgaande van de gemeten gehaltes in vers, onbewerkt zeewier en de zeewierconsumptie van Nederlandse consumenten concludeert BuRO dat de dagelijkse consumptie van dit zeewier in grote porties van ruim 90 gram natgewicht of ruim 13 gram drooggewicht mogelijk leidt tot een risico voor de gezondheid van de consument door de aanwezigheid van jodium, lood, anorganisch arseen en PFAS. Bewerking en verwerking van zeewier kan de gehaltes van de contaminanten verlagen. Met name door het wassen van zeewier lijkt er een aanzienlijke reductie te zijn van de gehaltes van jodium, lood en anorganisch arseen. Omdat het zeer aannemelijk is dat ook het Nederlandse zeewier gewassen wordt voor consumptie, worden risico's van de consumptie van bewerkt en verwerkt zeewier als laag ingeschat. Uit een Europese studie van EFSA naar voedingsmiddelen gebaseerd op zeewier blijkt dat de consumptie van zeewier, op zeewier gebaseerde producten en consumptie van halofyten door zeewierconsumenten een grote bijdrage kan leveren aan de inname van jodium en zware metalen (met name cadmium). Er is nog geen Europese wetgeving met maximum gehalten voor jodium en contaminanten in zeewier(producten). De Europese Commissie werkt inmiddels aan het vaststellen van maximumgehalten voor jodium en metalen in zeewier(producten).

Op zeewier komt een grote verscheidenheid aan micro-organismen voor, waaronder pathogenen die van nature voorkomen in zeewater of de zeebodem (met name *Vibrio* spp, *B. cereus* en zeer waarschijnlijk *C. botulinum*) of pathogenen die afkomstig zijn van mens en/of dier (met name *Salmonella*, STEC, *L. monocytogenes* en norovirus). De belangrijkste introductieroute van deze laatste groep micro-organismen is de nabijheid van een rioolwaterlozingspunt of -overstort bij het teelt- of oogstgebied. Zeewier lijkt geen rol te spelen in de blootstelling van de mens aan parasieten en virussen (uitgezonderd norovirus). Er is nog veel nog onduidelijk over wat het kiemreducerende effect is van verschillende bewerkings- en verwerkingsstappen die zeewier kan ondergaan voor consumptie. De enkele in de literatuur beschreven uitbraken betreffen vooral

besmetting door pathogenen afkomstig van mens en/of dier (onder andere *Salmonella*, STEC, norovirus). Zeewier lijkt –net als vis– in het algemeen geen micro-organismen te accumuleren, zoals filtervoedende schelpdieren dat wel kunnen. Bij gebrek aan voldoende gegevens over zeewier, is er een relatieve risicoschatting gemaakt ten opzichte van het risico van de consumptie van vis, schaal- en schelpdieren. Geconcludeerd is dat de kans op het oplopen van een infectie door pathogene micro-organismen via consumptie van zeewier zeer waarschijnlijk lager zal zijn dan het risico op een infectie door deze pathogenen via consumptie van schelpdieren (oester, mosselen) en waarschijnlijk te vergelijken is met het risico van deze pathogenen via consumptie van rauwe vis. De kans voor het oplopen van een infectie via consumptie van zeewier is daarmee laag tot zeer laag.

Basis voor de risicobeoordeling van de fysische gevaren veroorzaakt door vreemde voorwerpen is dat de producten vrij moeten zijn van vreemde voorwerpen. Het is echter niet zo is dat een vreemd voorwerp in een levensmiddel ook direct een risico oplevert voor de consument. Dit is gerelateerd aan omvang en vorm van de voorwerpen. De belangrijkste fysische gevaren in zeewier zijn (stukjes van) schaal- en schelpdieren en kleine steentjes waaraan de sporen van zeewier zich hechten om te groeien. De belangrijkste methode om de vreemde voorwerpen die bij de oogst van het zeewier zijn meegekomen te verwijderen, is spoelen, hoewel het verwijderen van de zeepokken veelal mechanisch zal moeten gebeuren. Er is geen beeld van het voorkomen van vreemde voorwerpen in Nederlands geteeld zeewier.

Natuur – uitheemse soorten

Uitheemse zeewiersoorten vormen een risico voor de natuur. Uitheemse zeewiersoorten die grote planten vormen, kunnen het ecosysteem ingrijpend veranderen doordat hun aanwezigheid invloed heeft op de stromingen en sedimentatie in een gebied. Dit heeft een effect op de soorten die in het gebied aanwezig zijn, maar ook op de hydromorfologische kenmerken van het gebied. Ook zijn er soorten die dusdanig dominant aanwezig zijn dat zij andere soorten verdringen en er zijn soorten die dermate snel worden afgebroken dat het zuurstofgehalte van het water daalt wat met name bij afgesloten binnenwateren bij allerlei soorten sterfte kan veroorzaken. Dit alles kan ook negatieve gevolgen hebben voor het bereiken van de doelen die gesteld zijn voor Natura-2000 gebieden, en voor de doelstellingen van de KRW.

De uitheemse zeewiersoorten die voor teelt in aanmerking komen, zijn meestal snel groeiende soorten. Veel van deze soorten zullen daarom waarschijnlijk een negatieve impact op de natuur hebben. Omdat zeewier zich via stromingen kan verspreiden, kan er niet alleen een impact zijn op het gebied waar het zeewier geteeld wordt, maar ook op verder weg gelegen gebieden. Het is echter niet zo dat alle uitheemse zeewiersoorten een impact op de natuur hebben. Daarnaast hangt het ook van het gebied en de daar al voorkomende soorten af of en welke impact een uitheemse zeewiersoort zal hebben. Een uitheemse zeewiersoort hoeft niet in alle gebieden in Nederland dezelfde impact te hebben. Ook kan de impact van een uitheemse zeewiersoort in nabijgelegen landen anders zijn dan de impact in Nederland.

Er is regelgeving voor het gebruik van uitheemse soorten in de aquacultuur, waardoor uitheemse soorten die nog niet in Nederland voorkomen alleen in een open aquacultuurvoorziening geteeld mogen worden wanneer dit een ‘gering’ risico oplevert en er een vergunning is afgegeven.

Deze regelgeving is echter niet van toepassing op uitheemse soorten die al in Nederland voorkomen. Ook niet wanneer deze uitheemse soorten niet of nauwelijks voorkomen in het gebied waar men wil gaan telen en teelt daardoor een risico voor de natuur kan opleveren. Zodra een soort in Nederland is aangetroffen, is er geen vergunning meer nodig op basis van de Verordening uitheemse soorten en aquacultuur. Er is wel een vergunningplicht voor de teelt van uitheemse soorten die in Nederland nog niet voorkomen, maar is het onduidelijk wie in het geval van zeewier verantwoordelijk is voor de vergunningverlening. Ook houdt de NVWA of een ander toezichthouder op dit moment geen toezicht op het naleven van deze regelgeving.

Voor vergunningverlening in algemene zin geldt dat het belangrijk is om de specifieke Latijnse naam te vermelden van de soort(en) die geteeld mogen worden. Wanneer de gangbare Nederlandse namen of Latijnse namen voor soortgroepen worden gebruikt, bestaat de kans dat binnen een vergunning onbedoeld ook uitheemse soorten geteeld mogen worden.

Er zijn verschillende uitheemse zeewiersoorten (stijf priemwier, Japans bessenwier, geperforeerde zeesla en wakame) die in delen van Nederland geteeld worden (inclusief wildvangst). Deze uitheemse soorten hebben een impact op de Nederlandse natuur. De huidige zeewierteeltactiviteiten met deze soorten verhogen de impact van deze zeewiersoorten op de natuur echter niet, omdat de uitheemse soorten al algemeen voorkomen in de gebieden waar zij geteeld worden. De teelt van deze zeewiersoorten levert in deze gebieden dus geen additioneel risico voor de natuur op zolang er lokaal verzameld uitgangsmateriaal wordt gebruikt.

Ook de uitheemse zeewiersoorten (palmwier, vleugelkelp, riemwier en wakame) die potentieel geschikt zijn voor teelt in windmolenparken leveren geen additioneel risico voor de natuur op wanneer het uitgangsmateriaal uit de directe omgeving van het windmolenpark komt. Japans bessenwier en geperforeerde zeesla komen al algemeen langs de hele Nederlandse kust voor, en palmwier, vleugelkelp en riemwier kunnen zich in Nederland niet goed vestigen. Wakame komt op enkele plekken in Nederland voor. Het groeit hier alleen op relatief beschut gelegen plaatsen. Zolang voor de teelt gebruik is gemaakt van uitgangsmateriaal dat lokaal is verzameld en daarom alleen op relatief beschutte plaatsen groeit, zullen eventuele individuen van wakame die vanuit een windmolenpark de Waddenzee zouden kunnen bereiken, de impact op de natuur naar alle waarschijnlijkheid niet verhogen, onder andere omdat zich nabij de jachthaven in Terschelling al een wakame populatie bevindt en wakame ook al noordelijker in de Waddenzee voorkomt.

Wanneer er voor de teelt van bovenstaande soorten echter uitgangsmateriaal wordt gebruikt dat niet lokaal verzameld is, kan het geteelde uitheemse zeewier mogelijk over andere eigenschappen beschikken dan het al in het gebied aanwezige uitheemse zeewier. Het geteelde zeewier zou dan wel een grotere impact op het gebied kunnen hebben. Het telen van uitgangsmateriaal uit een ander gebied levert daardoor een risico voor de natuur op. Ook cultivars en hybriden kunnen andere eigenschappen hebben dan de (inheemse of uitheemse) soorten die voor hun ontwikkeling zijn gebruikt. Er wordt bewust gezocht naar zeewier met eigenschappen die gunstig zijn voor de zeewierteelt, omdat zij de productie verhogen of ervoor zorgen dat het zeewier op meer plaatsen geteeld kan worden. Deze eigenschappen kunnen het risico voor de natuur echter doen toenemen.

Het gebruik van uitgangsmateriaal uit een ander gebied levert ook een risico voor de natuur op, doordat andere uitheemse soorten met dit uitgangsmateriaal kunnen meeliften. Deze uitheemse soorten kunnen via het uitgangsmateriaal in Nederland geïntroduceerd worden of zich binnen Nederland verder verspreiden en zelf ook een nadelige impact op de Nederlandse natuur hebben.

Door zeewiertelers werd eerder aangegeven dat het uitgangsmateriaal voor de teelt lokaal werd verzameld. De opvallende recente stijging van het aantal uitheemse zeewiersoorten dat voor het eerst in Nederland wordt gevonden, is een aanwijzing dat dit niet altijd (meer) het geval is. Hieronder bevinden zich relatief veel soorten uit groepen die elders geteeld worden. Het is mogelijk dat er onbedoeld uitgangsmateriaal van uitheemse soorten is geïmporteerd, omdat soorten uit deze groepen op basis van hun uiterlijk niet of nauwelijks te onderscheiden zijn van inheemse zeewiersoorten.