Quickscan ecologische nut en noodzaak: Aanwijzen wisselgebied bij de eilanden van Caribisch Nederland

Bureau Risicobeoordeling en onderzoek,
Nederlandse Voedsel en Warenautoriteit

A. Gittenberger

GiMaRIS

GiMaRIS rapport 2018_73 v2

Datum:
versie 1: december 2018
versie 2: november 2020

Rapport nr.:
GiMaRIS 2018_73 v2

Voorkant foto:
Tubastraea coccinea (Gittenberger, 2010)

Titel:
Quickscan ecologische nut en noodzaak: Aanwijzen wisselgebied bij de eilanden van Caribisch Nederland

Auteur:
Dr. A. Gittenberger

Adres / opdrachtnemer:
GiMaRIS,
Rijksstraatweg 75
2171 AK Sassenheim
Info@GiMaRIS.com
www.GiMaRIS.com

In opdracht van:
Bureau Risicobeoordeling en onderzoek, Nederlandse Voedsel en Warenautoriteit

Opdrachtgever:
Drs. A.A.J. Smolders (BuRO, NVWA)

GiMaRIS is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit de toepassing van de gegevens in dit rapport. De opdrachtgever vrijwaart GiMaRIS voor aanspraken van derden in verband met de gegevens in dit rapport.
Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden weergegeven, gepubliceerd, gekopieerd of op enige andere manier gebruik worden zonder schriftelijke toestemming van de auteur of de opdrachtgever.
Het kwaliteitsmanagementsysteem van GiMaRIS is NEN-EN-ISO 9001:2015 gecertifieerd door NCK voor het Nationaal en Internationaal plegen van onderzoek, het geven van adviezen en beleid maken voor bedrijven, semioverheid en overheid (NCK.2015.364.ISO9001). GiMaRIS is lid van het Netwerk Groene Bureaus (NGB).

Inhoud

1. Samenvatting p. 4
2. Inleiding p. 5
3. Risicoreductie bij ballastwater wisselgebied 12 zeemijl uit de kust p. 6
   - 3.1. Eilanden van Caribisch Nederland en hun buureilanden p. 6
   - 3.2. Eilanden van Caribisch Nederland p. 9
     - 3.2.1 Saba en Saba Bank p. 9
     - 3.2.2. St. Eustatius p. 10
     - 3.2.3. Bonaire p. 10
4. Mariene uitheemse soorten in het Caribisch gebied p. 12
   - 4.1. Uitheemse mariene macro fauna en flora p. 13
   - 4.2. Uitheemse pathogenen waaronder virussen, bacteriën en overige micro-organismen p. 16
5. Conclusies p. 18
6. Literatuur p. 21

1. Samenvatting

De huidige quickscan richt zich op de vraag van Bureau Risicobeoordeling en onderzoek van de Nederlandse Voedsel en Warenautoriteit, of er extra maatregelen genomen kunnen of moeten worden om de introductie van invasieve soorten door lozing van ballastwater rondom Caribisch Nederland te voorkomen. Het gaat om eisen die verder gaan dan het IMO Ballastwaterverdrag voorschrijft. Hierbij is specifiek gekeken naar de mogelijkheid om ballastwaterwisselgebieden aan te wijzen, die 12 zeemijl uit de kust gelegen zijn van de eilanden van Caribisch Nederland: Bonaire, Saba en St. Eustatius. Binnen de huidige quickscan kan niet worden aangetoond dat een dergelijk wisselgebied voor een reële reductie zou kunnen zorgen van het risico op introductie, verspreiding en vestiging van mariene exoten, voor schepen die de havens van deze eilanden aandoen. Aanvullend onderzoek naar de lokale stroomrichtingen en snelheden op de 12 zeemijlgrens ten noorden van Saba, zou mogelijk alsnog een optie kunnen geven. Meer kennis van vooral de stroomrichting ter plekke over het jaar heen, beïnvloed door de getijdestromingen en wind, is hierbij nodig om met zekerheid vast te kunnen stellen dat een wisselgebied op die locatie niet het risico zou verhogen dat invasieve soorten zich vestigen in het natuurgebied "de Saba Bank". Gezien de in de literatuur ingeschatte en gemeten stroomsnelheden rondom Caribisch Nederland kan een afstand van 12 zeemijl over het algemeen binnen een dag, en soms zelfs al binnen 4 uur worden afgelegd. Hierbij speelt dat geschikte vestigingslocaties zoals ondieptes en koraalriffen, waaronder de Saba Bank op minder dan 12 zeemijl liggen vanaf de 12 zeemijlgrens rondom de eilanden. Aangezien de meeste mariene soorten levensstadia hebben waarbij ze dagen tot weken of zelfs maanden in de waterkolom aanwezig zijn, is het aantal soorten waarvoor een wisselgebied op 12 zeemijl een risicoreductie zou kunnen opleveren erg beperkt. Invasieve soorten die korter in de waterkolom aanwezig zijn betreffen vooral "fouling" organismen zoals zakpijpen en mosdiertjes, die bekend staan als organismen die zich op scheepshuiden kunnen vasthechten en zo wijd verspreid worden. Aangezien er rondom Caribisch Nederland slechts weinig studies zijn uitgevoerd waarbij uitheemse mariene soorten werden geregistreerd, is de kennis beperkt. Zo konden tijdens een literatuurstudie in 2011 slechts 8 invasieve soorten macro-fauna en -flora worden vastgesteld die ooit waren waargenomen bij en rondom de drie eilanden van Caribisch Nederland en de Saba Bank. Zoals een recentere koraalrifexpeditie in 2015 naar St. Eustatius ook aantoonde, is dit overzicht van bij Caribisch Nederland aanwezige uitheemse mariene soorten vermoedelijk erg incompleet. Bij geen van deze soorten kon worden geconcludeerd dat een ballastwaterwisselgebied op 12 zeemijl uit de kust de kans op hun introductie zou kunnen reduceren. Ook bij de invasieve soorten die bekend zijn van de kust van Venezuela en in de rest van het Caribisch gebied konden geen duidelijke voorbeelden gevonden worden van soorten waar een dergelijk wisselgebied naar verwachting een reële risicoreductie op introductie zou betekenen. Veel is hierbij ook afhankelijk van de oceaanstromingen rondom Caribisch Nederland en de variaties hierop veroorzaakt door de getijdestromingen en de wind. De beschikbare kennis hiervan is beperkt op een schaal van slechts 12 zeemijl. Tenslotte bestaat er een risico dat soorten zich vestigen bij een benedenstrooms buureiland nadat ze bij een wisselgebied 12 zeemijl uit de kust van een eiland van Caribisch Nederland in het water terecht zijn gekomen. De kans hierop is vermoedelijk kleiner als het ballastwater dichter bij de kust van een van de eilanden van Caribisch Nederland gewisseld zou worden omdat de stroomsnelheden daar meestal zwakker zijn dan verder uit de kust.

2. Inleiding

Van het eiland Bonaire heeft de beleidsafdeling van de directie Maritieme Zaken (IenW) verzocht om te onderzoeken of er extra maatregelen genomen kunnen of moeten worden om de introductie van invasieve soorten door lozing van ballastwater te voorkomen. Hierbij gaat het om eisen die verder gaan dan het IMO Ballastwaterverdrag voorschrijft. Zo is het bijvoorbeeld volgens dit verdrag niet verplicht om ballastwater te wisselen als de reis logischerwijs volledig binnen 50 nautische mijlen van de kust plaatsvindt omdat de duur van de reis te kort is om alle ballastwatertanks volledig gewisseld te hebben. Dit heeft als gevolg dat bijvoorbeeld de scheepvaart tussen Venezuela en de eilanden van Caribisch Nederland uitgezonderd zijn van de verplichtingen zoals vastgelegd in onderdeel D-1 (ballastwaterwisseling) in het ballastwaterverdrag. Verder zijn schepen die een ballastwaterschoonmaakinstallatie geïnstalleerd hebben verplicht om volgens onderdeel D-2 hun ballastwater te behandelen. De verwachting is echter dat het tot 2024 duurt voordat alle schepen die onder het verdrag vallen ook daadwerkelijk een ballastwaterinstallatie geïnstalleerd zullen hebben.

Op verzoek van directie Maritieme Zaken is binnen dit kader aan Bureau Risicobeoordeling en onderzoek (BuRO) gevraagd om te onderzoeken wat de ecologische gevolgen zijn wat betreft uitheemse soorten en exoten, van het wisselen van ballastwater in speciaal daarvoor aangewezen gebieden die meer dan 12 zeemijl uit de kust gelegen zijn van de eilanden Bonaire, Saba en St. Eustatius. Hierbij dient het onderzoek zich vooral te richten op soorten die via ballastwater worden verspreid, waarbij “fouling” organismen die zich bijvoorbeeld op scheepshuiden kunnen vasthechten, geen deel uit dienen te maken van het onderzoek.

Deze studie betreft een verkorte risicobeoordeling, ofwel “quickscan” die gebaseerd is op een korte literatuurstudie en de “expert judgement” van de auteur. Deze “expert judgement” is opgesteld in overleg met Dr. B.W. Hoeksema van het Naturalis Biodiversity Center, gezien zijn uitgebreide onderzoekservaring op het gebied van koraalrifsystemen in het algemeen en meer specifiek bij Caribisch Nederland. Zo coördineerde hij een expeditie in 2015 naar St. Eustatius waarbij meerdere uitheemse mariene soorten, nieuw voor het gebied, werden ontdekt (Hoeksema, 2015).

De hier uitgevoerde quickscan heeft zich op de volgende onderzoeksvragen gericht:

- Levert het aanwijzen van (verplichte) wisselgebieden bij de eilanden van Caribisch Nederland, binnen de EEZ, een reële risicoreductie op van de introductie, verspreiding en vestiging van mariene exoten, voor die schepen die de havens van deze eilanden aandoen?

- Is er een ecologisch voordeel te verwachten van ballastwater wisselen op maximaal 12 zeemijl uit de kust, maw zijn organismen die op deze (relatief) korte afstand van de kust gewisseld worden in staat om de resterende afstand zelfstandig te overbruggen?

- Is er een kwantitatief of kwalitatieve uitspraak mogelijk of de baten in termen van risicoreductie in verhouding staan tot de kosten, bijvoorbeeld voor de scheepvaart? Zo ja, beschrijf de risicoreductie die hiermee gepaard kan gaan.

- Is er een aantoonbaar effect te verwachten op de koraalriffen rondom de eilanden van Caribisch Nederland indien een dergelijk gebied aangewezen gaat worden en daarmee de verplichting geldt een volledige ballastwaterwisseling plaats te laten vinden in dit aangewezen gebied? Zo ja, beschrijf zo mogelijk de impact op de natuurdoelen.

- Zo ja, om welke mariene exoten/uitheemse soorten gaat het dan vooral?

Om deze vragen te behandelen is eerst ingeschat of een verplicht ballastwaterwisselgebied 12 zeemijl uit de kust een reële risicoreductie zou betekenen wat betreft de introductie, verspreiding en vestiging van mariene exoten rondom de eilanden van Caribisch Nederland. Hierbij is vooral rekening gehouden met de zeestromingen. Verder zijn de kosten en baten in acht genomen, waaronder bijvoorbeeld een mogelijk verhoogd risico voor koraalrifgebieden bij benedenstrooms gelegen buureilanden. Vervolgens wordt in meer detail ingegaan op de uitheemse mariene soorten die bekend zijn van de Nederlandse Antillen en daarbinnen de eilanden Bonaire, Sint Eustatius en Saba. Daarbij wordt ingeschat in hoeverre de introductie van deze soorten voorkomen had kunnen worden door het instellen van een verplicht ballastwaterwisselgebied 12 zeemijl uit de kust. Tenslotte is voor de volledigheid gekeken naar een overzicht van mariene uitheemse soorten die nog niet bekend zijn van de Nederlandse Antillen maar wel van Venezuela, en de rest van het Caribisch gebied. Hierbij richt deze studie zich vooral op uitheemse macro-flora en -fauna. Potentieel uitheemse pathogenen (virussen en bacteriën), en soorten fytoplankton en zoöplankton worden kort behandeld.

3 Mogelijke risicoreductie bij een ballastwaterwisselgebied 12 zeemijl uit de kust

3.1 Eilanden van Caribisch Nederland en hun buureilanden

Om tot een reële risicoreductie van ballastwatertransporten te komen zou een beleid in samenspraak met de buureilanden van de eilanden van Caribisch Nederland vermoedelijk noodzakelijk zijn aangezien deze eilanden relatief dicht bij elkaar in de buurt liggen (Fig. 1). Hierbij kunnen de stromingen ervoor kan zorgen dat het lozen van ballastwater in een gebied 12 zeemijl uit de kust van een eiland mogelijk het risico voor dat eiland wel verkleint, maar dit risico juist verhoogd voor eilanden die benedenstrooms van dit wisselgebied liggen. Zo kunnen met de in het gebied bekende stroomsnelheden soorten binnen 1 tot enkele dagen in theorie van het ene eiland het volgende eiland bereiken, vooral in westelijke richting (Fig. 1; Tabel 1; Candy, 2018). Het wisselen van ballastwater 12 zeemijl uit de kust van Bonaire zou bijvoorbeeld het risico kunnen verhogen dat de hierbij vrijgekomen invasieve soorten zich rondom Curaçao zouden vestigen (Fig. 3). Op het eerste gezicht, rekening houdend met de stromingen (Candy, 2018), lijkt het op een afstand van 12 zeemijl van Bonaire, Saba en Sint Eustatius niet goed mogelijk om wisselgebieden aan te wijzen waarbij het risico voor Caribisch Nederland zou worden verlaagd zonder dat dit een mogelijk verhoogd risico zou betekenen voor buureilanden. Een goede afstemming tussen Caribisch Nederland en de buureilanden zou vermoedelijk noodzakelijk zijn als dergelijke wisselgebieden zouden worden aangewezen. Vaas *et al.* (2017) geven echter aan dat er grote verschillen zijn in het invasieve soorten beleid wat wordt gehanteerd op de Britse, Franse en Nederlandse eilanden in het Caribisch gebied. Hierbij lijkt Guadeloupe vooruit te lopen en geven Vaas *et al.* (2017) aan dat het invasieve soorten beleid in St. Eustatius meer “ad hoc” lijkt te zijn.

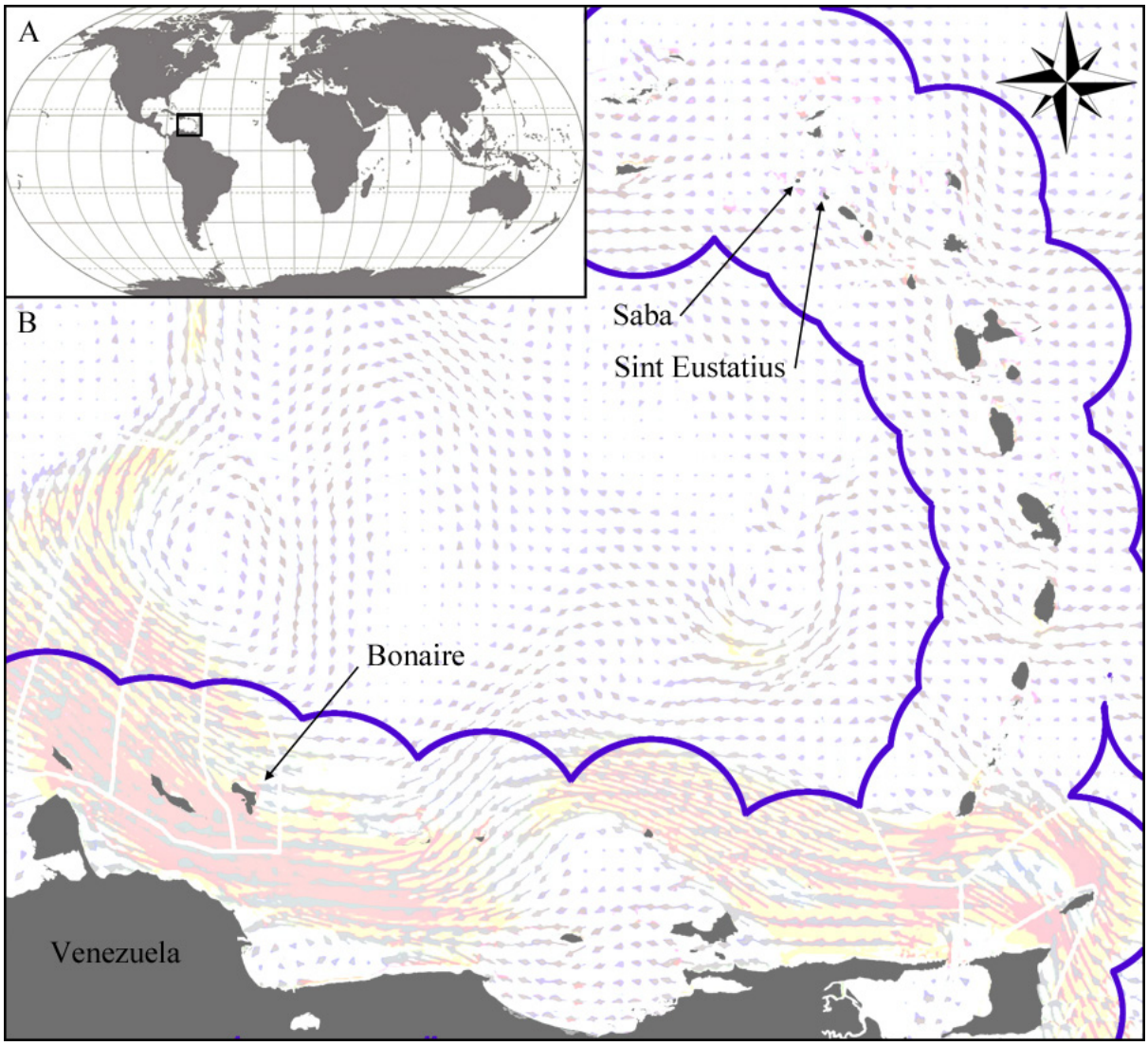
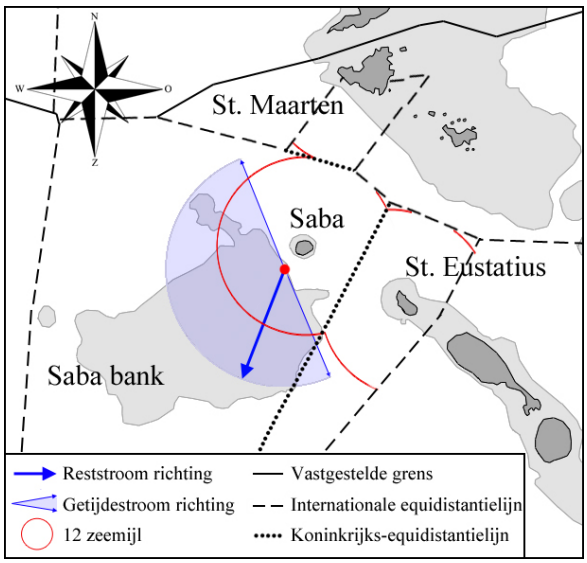


Fig. 1. Ligging van de eilanden van Caribisch Nederland: Bonaire, Saba en Sint Eustatius in het Caribisch gebied. De blauwe lijn geeft de 50-zeemijl-zone weer. Als de reis van een schip volledig binnen 50 nautische mijlen van de kust plaatsvindt, is het niet verplicht om ballastwater te wisselen volgens het IMO Ballastwaterverdrag. Het getoonde stromingspatroon betreft een voorspelling voor 1-1-2019 zoals geïllustreerd door Candy (2018). De roze kleur geeft weer waar de snelste zeestromingen voorspelt worden (> 1 m / s). Hoewel stromings-richtingen lokaal over de tijd heen variëren, heeft de algemene reststroom in het gebied een westelijke richting (Candy, 2018).



<<<

Fig. 2. De eilanden van Caribisch Nederland Saba en St. Eustatius en het buureiland St. Maarten. De rode lijnen geven de 12-zeemijl-zones rondom de eilanden weer. De blauwe pijlen geven de richtingen van de getijdenstromingen weer zoals deze op de Saba Bank werden vastgesteld tijdens de studie van Kadison et al. (2009) waarbij de stroomrichting elke 12 uur van NNW naar ZZO draaide. De reststroom tijdens deze studie had een ZZW richting (blauwe pijl). Grenzen zijn gebaseerd op de kaart van de Dienst der Hydrografie van de Koninklijke Marine (Bleker, 2010).

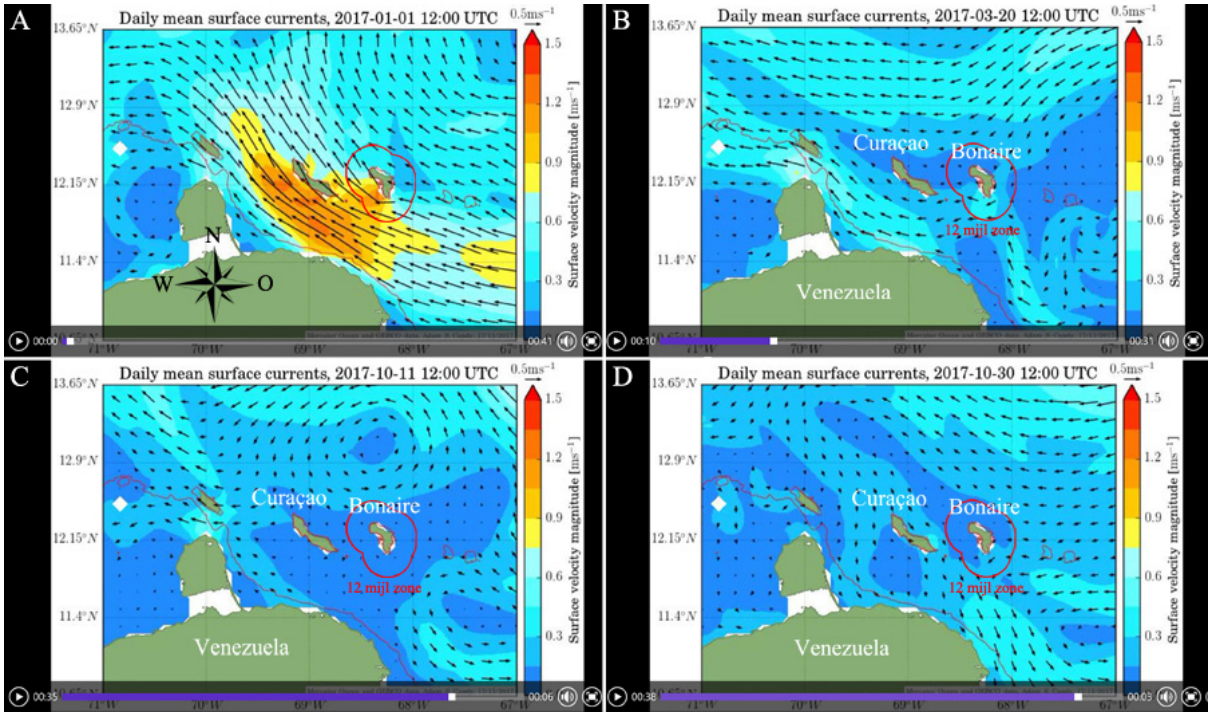


Fig. 3. Het eiland Bonaire van Caribisch Nederland, het buureiland Curaçao en het vaste land van Zuid-Amerika (Venezuela). A-D. Stromingen in het gebied zoals deze zijn gemodelleerd door Candy (2018) voor [A] 1 januari 2017; [B] 3 maart 2017; [C] 11 oktober 2017; [D] 30 oktober 2017. Stromingen vergelijkbaar met die in [A] lijken het grootste gedeelte van het jaar voor te komen. De stromingen geïllustreerd in [B], [C], en [D] zijn subjectief geselecteerd om de variatie aan mogelijke stroomrichtingen binnen het gebied weer te geven. De rode lijnen geven de 12-zeemijl-zone rondom Bonaire weer (Beek, 2016).

3.2 Eilanden van Caribisch Nederland

Los van het mogelijke risico voor de buureilanden bij een ballastwaterwisselgebied 12 zeemijl uit de kust van een eiland van Caribisch Nederland, wordt het risico voor Caribisch Nederland zelf mogelijk ook niet gereduceerd bij het aanwijzen van een dergelijk gebied. Zo zijn de stroomrichtingen rondom de eilanden van Caribisch Nederland erg variabel en bestaat de kans dat organismen in ballastwater wat 12 zeemijl uit de kust gewisseld wordt (Figs. 2-3), alsnog de kusten van deze eilanden bereiken. Hierbij wordt de 12-zeemijl-zone gemeten vanaf de kust en niet vanaf het punt waar de desbetreffende mariene organismen zich in theorie al zouden kunnen vestigen, bijvoorbeeld op de riffen en ondieptes die voor de kust liggen (Beek, 2016). Daarmee is de afstand tot een geschikt vestigingsgebied voor potentieel risicovolle uitheemse organismen die 12 zeemijl uit de kust in het buitenwater terecht komen, minder dan 12 zeemijl. Hoewel de oceaan reststroom richting in de gebieden rondom de eilanden van Caribisch Nederland een westelijke richting heeft (Fig. 1; Candy, 2018), is dit meer lokaal op een straal van 12 zeemijl rondom de eilanden, niet altijd het geval. De reststroom richting en snelheid worden lokaal vooral ook bepaald door de getijdestromingen in combinatie met de wind-richting en -kracht (Beek & Meesters, 2013; Kadison *et al.,* 2009).

3.2.1. Saba en Saba Bank

Tijdens een studie van Kadison *et al.* (2009) bleek dat de stromingen over de Saba Bank gedomineerd worden door de getijdestromingen en wind met als gevolg een zuid tot zuidwestelijke dominante stroomrichting (Fig. 2). Uitheemse koraalrifbewondende soorten die 12 zeemijl ten noorden van Saba bij een potentieel ballastwaterwisselgebied in het buitenwater terecht zouden komen, zouden zich uitgaande van deze stromingen dan ook kunnen vestigen op de Saba Bank of op de koraalriffen rondom Saba. Met de stroomsnelheden en richtingen die bij de Saba Bank zijn gemeten en ingeschat (Tabel 1; Figs 2-3; Beek & Meesters, 2013; Kadison *et al.,* 2009) zou dit betekenen dat organismen 12 zeemijl uit de kust binnen 4 tot 12 uur passief met de stromingen meedrijvend, de kust al zouden kunnen bereiken. Zo werd bij een expeditie op de Saba Bank door Beek & Meesters (2013) vastgesteld dat de onderzoeksboot met een snelheid van meer dan 1.5 m/s wegdreef, wat zou betekenen dat deze boot in minder dan 4 uur tijd een afstand van 12 zeemijl zou overbruggen (Beek & Meesters, 2013). De Saba Bank en de koraalriffen rondom Saba liggen nog iets dichter bij de 12 zeemijl grens dan de kust van Saba. Organismen zouden die mogelijke vestigingsgebieden dus nog eerder kunnen bereiken. Dat

Tabel 1. Maximale stroomsnelheden gemeten / ingeschat rondom eilanden van Caribisch Nederland in de literatuur. Gebaseerd op de stroomsnelheden is de tijdsduur berekend, afgerond op uren, om 12 zeemijl te overbruggen.

Stroomsnelheid (cm / sec)	**Tijdsduur om 12 zeemijl te overbruggen (afgerond op uren)**	**Waarneming en bron**
150	4	Tijdens een Saba Bank expeditie dreef de boot met snelheden van meer dan 1.5 m/s met de stromingen mee (Beek & Meesters, 2013)
100	6	Stromingen gemeten op de Saba Bank waren soms meer dan 1 m/s tijdens een studie van Beek & Meesters (2013)
70	9	Langs de Nederlandse Antillen en aangelegen kust van Zuid Amerika worden deze stroomsnelheden gemeten (Beek, 2016)
50	12	Stromingen rondom Bonaire zijn onvoorspelbaar, bij uitzondering sneller dan 50 cm/sec (Bak, 1977)
21	29	Maximum stroomsnelheden op 23 m diepte op de Saba Bank tijdens een studie van Kadison *et al.* (2009)
20	31	Maximale sublitorale stroomsnelheid rondom St. Eustatius, in noordelijke richting (Slijkerman *et al.,* 2011)
10	62	Ingeschatte sublitorale stroomsnelheid rondom St. Eustatius, in noordelijke richting (Slijkerman *et al.,* 2011)

dit een reëel risico lijkt te zijn, wordt bevestigd door een studie gericht op de voortplanting van de Rode baars *Epinephelus guttatus* op de Saba Bank. Daarbij werd vastgesteld dat de stroomrichting bij de rode punt op Figuur 2 tussen december 2005 en februari 2006 elke 12 uur wisselde van noord-noord-westelijke richting tot zuid-zuid-oostelijke richting, met een reststroom in zuid-zuid-westelijke richting (Fig. 2). Indien uitheemse soorten zich op de Saba Bank zouden vestigen, zou vervolgens de kans groot zijn dat ze zich van daaruit met de stromingen mee naar andere gebieden zouden verspreiden. Zo staat de Saba Bank gezien haar locatie en de gangbare stromingen bekend als een belangrijke bron van larven van koraalrifgerelateerde soorten voor de volledige regio (IMO, 2016). IMO (2016) geeft hierbij aan dat de oceaanstromingen rondom de Saba Bank voornamelijk een westelijke richting hebben, maar dat er ook situaties bekend zijn waarbij deze stromingen een noordelijke, zuidelijke of zelfs oostelijke richting hebben. Aangezien de reststroom richting en stroomsnelheden exact op de 12-zeemijlgrens ten noorden van Saba in geen van de gebruikte publicaties gemeten lijkt te zijn, is het in theorie mogelijk dat er lokaal een plek op deze grens bestaat met het jaar rond een westelijke dominerende stroomrichting. Een ballastwaterwisselgebied op een dergelijke plek ten noord-noord-westen van Saba, zou dan mogelijk voor een risicoreductie kunnen zorgen omdat de larven weg zouden drijven van Saba en de Saba Bank. Voordat een dergelijk gebied zou worden aangewezen, is een aanvullend onderzoek naar de stroomrichting op de desbetreffende plek aan te raden om er zeker van te zijn dat er geen risico bestaat dat organismen ter plekke over de Saba Bank heen worden verspreid. Een dergelijk gebied zou verder kunnen betekenen dat er een grotere kans bestaat dat invasieve soorten in het daar geloosde ballastwater bij de Britse en Amerikaanse Maagdeneilanden terecht zouden komen, ongeveer 70 zeemijl benedenstrooms ten westen van Saba.

3.2.2. St. Eustatius

Nog los van het punt dat er weinig bekend is over de exacte stroomsnelheden en richting ten noorden en ten zuiden van St. Eustatius (Slijkerman *et al.,* 2011), lijkt het aanwijzen van een ballastwaterwisselgebied bij de 12 zeemijlgrens ten noorden of ten zuiden van dit eiland geen reële optie. Uit de literatuur is niet eenduidig te concluderen of de sublitorale reststroom ten zuiden en noorden van St. Eustatius een oostelijke of westelijke richting heeft. Ongeacht de exacte stroomrichting betreft de afstand slechts enkele zeemijlen vanaf een mogelijk ballastwaterwisselgebied op 12 zeemijl uit de kust van St. Eustatius tot aan een mogelijk geschikt vestigingsgebied op de ondieptes en riffen rondom Sint-Bartholomeus in het noorden en de Saba Bank in het zuiden (Fig. 2). Die afstand zal naar verwachting met de stromingen mee binnen een dag overbrugd kunnen worden rekening houdend met de in de literatuur ingeschatte stroomsnelheden in het gebied (Tabel 1). Het aanwijzen van een ballastwaterwisselgebied 12 zeemijl uit de kust van St. Eustatius lijkt daarom geen reële optie.

3.2.3. Bonaire

Rondom Bonaire zou het aanwijzen van een ballastwaterwisselgebied op 12 zeemijl uit de kust, waar dan ook gekozen mogelijk het risico voor het buureiland Curaçao verhogen, gezien de overheersende westelijke reststroom (Fig. 1, 3A). Los van deze westelijke reststroom, zijn de stromingen rondom Bonaire zelf zeer onvoorspelbaar en variëren deze sterk in richting en sterke (Bak, 1977; Fig. 3A-D). Figuur 3B toont bijvoorbeeld een stroming waarbij pelagische organismen niet alleen vanaf het noorden richting de kust van Bonaire zouden drijven, maar ook vanuit het zuid-oosten. Daarbij zouden in theorie ook organismen van de kust van Venezuela Bonaire kunnen bereiken. Hoewel de stroom relatief zwak is, toont figuur 3C verder aan dat

het zelfs mogelijk is dat organismen via een oostelijke stroomrichting Bonaire zouden kunnen bereiken vanuit Curaçao. Zo lijkt er rondom Bonaire geen duidelijke plek aan te wijzen waar een ballastwaterwisselgebied op een afstand van 12 zeemijl over het jaar heen een reële risicoreductie zou betekenen. Daarbij lijkt het ook mogelijk dat de pelagische stadia van soorten gevestigd langs de kust van Venezuela ten oosten van Bonaire op natuurlijke wijze Bonaire al zouden kunnen bereiken.

In het algemeen wordt binnen studies gericht op het vaststellen van de connectiviteit binnen het Caribisch gebied, aangenomen dat de "Southern Caribbean" gezien moet worden als een van de 10 "ecoregions" binnen het Caribisch gebied waarbinnen de populaties in verbinding met elkaar staan (Schill *et al.,* 2015). Binnen de ecoregion "Southern Caribbean" vallen het vaste land van Venezuela en alle eilanden vanaf Aruba tot aan Trinidad, waaronder dus ook Bonaire. In dit kader wijzen Schill *et al.* (2015) erop dat bij het aanwijzen van beschermde gebieden binnen het Caribisch gebied rekening gehouden moet worden met het feit dat riffen binnen deze ecoregions met elkaar in verbinding staan. Zo betreft het aanwijzen van een ballastwaterwisselgebied door middel van stromingen op 12 zeemijl vanuit de kust van Bonaire vermoedelijk geen reële risicoreductie als het gaat om invasieve mariene soorten die langs de kust van Venezuela al voorkomen. De connectiviteit binnen deze ecoregio wordt verder nog bevestigd door de in 2017 gebarsten olie-opslagtank in Trinidad. Een maand nadat deze olie in de zee terecht was gekomen, spoelde deze ongeveer 430 zeemijl verder, aan op de kust van Bonaire (https://www.infobonaire.com/trinidadian-oil-spill-reaches-bonaires-east-coast/). Veel koraalrifgeassocieerde soorten hebben larvale stadia van een maand of meer en zouden deze 430 zeemijl dus ook afgelegd kunnen hebben, aangenomen dat ze passief met de stromingen mee zouden drijven. Zo gaan Kendall *et al.* (2013) in hun modellering van connectiviteit tussen koraalrif geassocieerde soorten rondom de eilanden in de Samoan Archipelago uit van pelagische larvale stadia van 10, 20, 30, 50 en 100 dagen. Dit was gebaseerd op de bekende duur van larvale stadia van tropische vissen en koralen in die regio. Vergelijkbare pelagische stadia van meer dan 30 dagen zijn ook van toepassing bij veel soorten in het Caribisch gebied waaronder zachte koralen (bijv. Coelho & Lasker, 2016) en vissen (bijv. Cowen, 2006; Sponaugle & Cowen, 1994). Binnen hun larvale stadia leggen de meeste soorten vissen in een connectiviteitsstudie uitgevoerd door Cowen (2006) voor het Caribisch gebied, een afstand af van 50-100 km (~27-54 zeemijl). Vanzelfsprekend bestaan er ook soorten met een korter pelagisch levensstadium. Aangezien een afstand van 12 zeemijl mogelijk al binnen 12 uur overbrugd kan worden (Tabel 1), zal echter voor verreweg de meeste invasieve soorten een verplicht ballastwaterwisselgebied op 12 zeemijl uit de kust van Bonaire niet voor een reële risicoreductie zorgen. Hierbij speelt, net als bij de andere eilanden van Caribisch Nederland, dat geschikte vestigingslocaties voor de potentieel in het ballastwater aanwezige invasieve mariene soorten vermoedelijk al op kortere afstanden dan 12 zeemijl aanwezig zijn omdat de koraalriffen al op enige afstand voor de kust beginnen. In het hierop volgende hoofdstuk wordt dieper ingegaan op de uitheemse mariene soorten die reeds bij eilanden van Caribisch Nederland en nabij gelegen gebieden gevonden zijn. Hierbij wordt bediscussieerd of er desondanks toch nog mariene invasieve soorten in het gebied bekend zijn, waarbij een reële risicoreductie bereikt zou kunnen worden bij een ballaswaterwisselgebied op een afstand van 12 zeemijl uit de kust van een eiland van Caribisch Nederland.

4. Mariene uitheemse soorten in het Caribisch gebied

Over het algemeen en vooral rondom de eilanden van Caribisch Nederland lijkt relatief weinig bekend te zijn over de mariene uitheemse soorten die aanwezig zijn. Er lijken dan ook geen op uitheemse soorten gerichte monitoringsprojecten uitgevoerd te zijn. Verschillende review-studies gericht op invasieve soorten rondom de eilanden van Caraibisch Nederland in het Caribisch gebied concluderen dat dergelijke monitoring nodig is om tot een degelijk invasieve soortenbeleid te komen (Debrot *et al.,* 2011; Vaas *et al.,* 2017). Hierbij benadrukt Smith *et al.* (2014) dat rekening gehouden moet worden met het feit dat invasieve soorten zich in eerste instantie in havens vestigen. Specifieke, op invasieve soorten in havens gerichte monitoring langs de Nederlandse kust heeft in hetzelfde kader ook al een groot aantal waarnemingen van uitheemse soorten opgeleverd die voorheen bijvoorbeeld uit de Westerschelde of de Waddenzee niet bekend waren (Gittenberger *et al.,* 2014; 2017a;Wijnhoven *et al.,* 2017). Gebaseerd op een betere kennis van de invasieve soorten die reeds aanwezig zijn kan vervolgens een meer effectief invasieve-soortenbeleid opgesteld worden. De enige studie gericht op het geven van een overzicht van mariene uitheemse soorten gevonden rondom de Nederlandse Antillen (Saba Bank en de eilanden Aruba, Bonaire, Curacao, Saba, St. Eustatius en St. Maarten) betreft die van Debrot *et al.* (2011). Hierbij werden 15 uitheemse mariene soorten vastgesteld, waarvan er slechts 8 nabij de eilanden van Caribisch Nederland (Saba Bank, Saba, St. Eustatius en Bo-

Tabel 2. Uitheemse mariene soorten waarvan levende individuen in buitenwater zijn aangetroffen binnen de Nederlandse Antillen (eilanden in de Caraïbische Zee die tot het Koninkrijk der Nederlanden behoren), waaronder eilanden van Caribisch Nederland: Bonaire, Sint Eustatius en Saba. Deze lijst is gebaseerd op de lijst van mariene uitheemse soorten opgesteld door Debrot *et al.* (2011) waarbij soorten waarvan de determinatie (volgens Debrot *et al.*, 2011) onzeker is en soorten die alleen in afgesloten aquaria en/of kweek installaties op land zijn waargenomen, niet worden meegenomen. Uitheemse pathogenen zijn niet in deze lijst opgenomen.

Soort	**Auteur**	**Hoofdgroep**	**Oorsprong**	**Aruba**	**Bonaire**	**Curacao**	**Saba Bank**	**Saba**	**St. Eustatius**	**St. Maarten**
Caulerpa serrulata	(Forsskål) J.Agardh, 1837	Algae (Chlorophyta)	Indian ocean				1			
Dictyota hamifera	Setchell, 1926	Algae (Ochrophyta)	Central Pacific				1			
Halophila stipulacea	(Forsskål) Ascherson, 1867	Algae (Tracheophyta)	Red Sea		1					1
Ficopomatus miamiensis	(Treadwell, 1934)	Annelida	Amphi-American			1				
Hydroides dianthus	(Verrill, 1873)	Annelida	NE Atlantic			1				
Hydroides elegans	(Haswell, 1883)	Annelida	Indian ocean			1				
Trididemnum solidum	(Van Name, 1902)	Ascidiacea	Cryptogenic	1	1	1	1	1	1	1
Bugula neritina	(Linnaeus, 1758)	Bryozoa	Cryptogenic			1				
Tubastraea coccinea	Lesson, 1829	Cnidaria	Indo-Pacific	1	1	1	1		1	
Aplysia cervina	(Dall & Simpson, 1901)	Mollusca	Cosmopolitan			1				
Aplysia dactylomela	Rang, 1828	Mollusca	Cosmopolitan			1				
Aplysia parvula	Mörch, 1863	Mollusca	Cosmopolitan			1				
Oreochromis mossambicus	(Peters, 1852)	Pisces	Africa	1	1	1				1
Pterois miles	(Bennet, 1828)	Pisces	Pacific	1	1	1	1	1	1	1
Pterois volitans	(Linnaeus, 1758)	Pisces	Pacific	1	1	1	1	1	1	1

naire) werden gevonden (Tabel 2). Tijdens één enkele expeditie in 2015, georganiseerd vanuit Naturalis gericht op koraalrifgerelateerde soorten rondom St. Eustatius (Hoeksema, 2015), konden al meerdere uitheemse soorten aan deze lijst worden toegevoegd. Deze inventarisatie toont vooral aan dat er nog veel onbekend is van de invasieve soorten die aanwezig zijn bij en rondom de eilanden van Caribisch Nederland. Dit bemoeilijkt de huidige quickscan en daarbij meer in het algemeen de mogelijke ontwikkeling van een effectief beleid om het risico van mariene invasieve soorten rondom de eilanden van Caribisch Nederland te reduceren. Desondanks wordt in de onderstaande paragrafen, gebaseerd op uitheemse soorten die al wel bekend zijn van deze eilanden, dieper ingegaan op de vraag of het aanwijzen van ballastwaterwisselgebieden op 12 zeemijl van de kust naar verwachting een reële risicoreductie zou kunnen betekenen voor Caribisch Nederland.

4.1 Uitheemse mariene macro-fauna en -flora

Debrot *et al.* (2011) hebben een lijst opgesteld van alle uitheemse mariene soorten die bekend zijn van de Nederlandse Antillen opgesplitst in de Saba Bank en de eilanden Aruba, Bonaire, Curacao, Saba, St. Eustatius en St. Maarten. In totaal werden slechts 15 uitheemse macro-flora en -fauna soorten (Tabel 2) vastgesteld waarvan 8 rondom de eilanden van Caribisch Nederland. Dit is een erg laag aantal als dit vergeleken wordt met bijvoorbeeld de Nederlandse kust waar volgens een recent overzicht 178 uitheemse mariene soorten zijn waargenomen (Gittenberger *et al.,* 2017b). Verder is het bij de door Debrot et al. (2011) genoemde soorten niet altijd duidelijk of ze daadwerkelijk uitheems zijn. De zakpijp *Trididemnum solidum* is bijvoorbeeld alleen uit de Cariben bekend en wordt door andere auteurs als inheems voor het gebied gezien (http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=1654). Bij de 15 soorten die Debrot *et al.* (2011) heeft vastgesteld zijn drie kalkkokerwormen (Annelida), de zakpijp *Trididemnum solidum*, het mosdiertje *Bugula neritina* en het koraal *Tubastraea coccinea*. Dit zijn alle bekende fouling organismen die vooral verspreid kunnen worden vastgehecht op scheepshuiden (Debrot *et al.,* 2011; Hoeksema & ten Hove, 2017). Dit betreft vermoedelijk ook de transport vector waarmee de uitheemse zakpijp *Styela plicata* in St. Eustatius is ingevoerd. Deze solitaire zakpijp soort werd door Debrot *et al.* (2011) nog niet vermeld, maar in 2015 tijdens een Naturalis expeditie bij St. Eustatius aangetroffen (Schrieken, 2016). Terwijl zijn oorsprong niet bekend is, is deze soort tegenwoordig wereldwijd verspreid, hoogst waarschijnlijk doordat hij zich goed kan vasthechten op scheepshuiden (Pineda *et al.,* 2011) wat meer in het algemeen wordt gezien als de manier waarop invasieve zakpijpen zich verspreiden (Gittenberger *et al.,* 2017a). De drie invasieve algen/planten (Algae) die door Debrot *et al.* (2011) worden vermeld worden vermoedelijk verspreid vastgehecht aan een scheepshuid, hangend aan een anker of op natuurlijke wijze met de stromingen meedrijvend. Dit wordt bevestigd door bijvoorbeeld een recente studie gericht op de verspreiding van het bruinwier *Dictyota cyanoloma*, een soort die algemeen vastgehecht aan scheepshuiden wordt aangetroffen (Steen *et al.,* 2017). Dit betreft een zustersoort van het invasieve bruinwier *Dictyota hamifera* wat door Debrot *et al.* (2011) alleen voor de Saba Bank wordt vermeld, maar tijdens de Naturalis expeditie in 2015 ook bij St. Eustatius werd aangetroffen (Loos *et al.,* 2017). Wat betreft invasieve mariene planten is vooral de uit de West Indische Oceaan en Rode zee afkomstige zeegrassoort *Halophila stipulacea* zich recentelijk snel in het Caribisch gebied aan het uitbreiden. Deze soort die sinds 2002 in het Caribisch gebied bekend is, wordt door Debrot *et al.* (2011) alleen voor Bonaire en St. Maarten vermeld, maar werd bijvoorbeeld in 2015 tijdens de Naturalis expeditie ook bij St. Eustatius aangetroffen (Loos *et al.*, 2016; 2017). De uitbreiding van

deze soort in het Caribisch gebied naar St. Eustatius en vele van de omliggende eilanden wordt door Wilette *et al.* (2014) in detail beschreven. De verspreiding wordt hierbij vooral in verband gebracht met plezierjachten aangezien nieuwe waarnemingen van de soort bij de verschillende eilanden vaak werden gedaan direct naast een aanlegplaats voor de plezierjachtvaart. De drie uitheemse vissoorten die door Debrot *et al.* (2011) vermeld worden zijn mogelijk primair in het Caribisch gebied ingevoerd met ballastwater. Bij de verdere verspreiding binnen het Caribisch gebied is het onduidelijk in hoeverre ballastwater een grote rol heeft gespeeld. Zo kunnen deze vissoorten zich ook op natuurlijke wijze verspreiden door bijvoorbeeld met de stromingen mee te zwemmen. Hierbij toonde Cowen (2006) al aan dat de meeste vissen in het Caribisch gebied alleen al in hun larvale stadia een afstand van 50-100 km (~27-54 zeemijl) afleggen. Voor de drie uitheemse zeehaassoorten (*Aplysia* spp.) op de lijst van Debrot *et al.* (2011) zou het naar verwachting ook geen probleem moeten zijn om 12 zeemijl te overbruggen. Gezien het feit dat zij een larvaal planktonisch stadium hebben van >100 dagen, kunnen zij zich vermoedelijk gemakkelijk op natuurlijke wijze verspreiden naar alle eilanden in het gebied (Kempf, 1981). Het is dan ook waarschijnlijk dat zij op veel meer eilanden voorkomen dan alleen Curaçao (Kempf, 1981). Dit geldt vermoedelijk ook voor de uit de oostelijke Stille Oceaan afkomstige zeenaaktslak *Doriprismatica sedna*. Deze uitheemse soort stond nog niet in het overzicht van Debrot *et al.* (2011), maar werd in 2015 tijdens de Naturalis expeditie ook bij St. Eustatius aangetroffen (Leeuwen & Hewitt, 2016).

Bij geen van de uitheemse soorten bekend van de eilanden van Caribisch Nederland (Tabel 2) lijkt ballastwatertransport de meest logische vector te zijn waarmee ze op de eilanden van Caribisch Nederland zijn gearriveerd. Mocht ballastwatertransport wel een rol hebben gespeeld, dan is het vervolgens onwaarschijnlijk dat dit risico significant zou zijn gereduceerd door het aanwijzen van een verplicht ballastwaterwisselgebied 12 zeemijl uit de kust aangezien een afstand van 12 zeemijl binnen enkele uren tot een dag overbrugd kan worden. Hierbij hebben de meeste mariene soorten aanzienlijk langere pelagische larvale stadia. In het algemeen lijkt er weinig bekend te zijn van de uitheemse soorten die bij de eilanden van Caribisch Nederland voorkomen. Zo kon tijdens de huidige quickscan geen studie vastgesteld worden waarbij specifiek gezocht was naar uitheemse, scheepvaartgerelateerde, soorten die aanwezig zijn bij de eilanden van Caribisch Nederland. Een studie gericht op havens en artificiële harde structuren zou mogelijk een beter beeld kunnen geven.

Hoewel de oorspronkelijke introductie van uitheemse soorten bekend van de eilanden van Caribisch Nederland vanuit de Stille Oceaan in het Caribisch gebied mogelijk wel met ballastwater geweest zou kunnen zijn, hebben deze soorten de eilanden van Caribisch Nederland waarschijnlijk bereikt aangegroeid op scheepshuiden, drijvend afval en/of op natuurlijke wijze drijvend of zwemmend met de zeestromingen mee. Nadat deze uitheemse soorten in het Caribisch gebied waren geïntroduceerd, lijken zij in hun lokale verspreiding niet afhankelijk te zijn geweest van ballastwatertransporten.

Om meer in algemene zin vast te stellen welke uitheemse mariene soorten in theorie bij de eilanden van Caribisch Nederland geïntroduceerd zou kunnen worden, is ook nog gekeken naar uitheemse soorten die bekend zijn van de kust van Venezuela, maar nog niet van de Nederlandse Antillen (Tabel 3; Debrot *et al.,* 2011; Perez *et al.,* 2007) en uitheemse mariene soorten die bekend zijn vanuit de rest van het Caribisch gebied (Appendix I) volgens de "Invasive alien species database for Caribbean region (Last updated April 25th, 2012" (Caribbean Invasive Alien Species Network welke vooral gebaseerd is op Kairo *et al.*, 2003 en Lopez & Krauss, 2006). Dit betreffen vooral uitheemse algen, zakpijpen, zeepokken en krabben waarvoor het

Tabel 3. Uitheemse mariene soorten die langs de kust van Venezuela zijn waargenomen, maar niet nog niet binnen de Nederlandse Antillen (Tabel 1). Deze lijst is gebaseerd op Debrot *et al.* (2011) en Perez *et al.* (2007).

Soort	**Auteur**	**Hoofdgroep**	**Oorsprong**
Dictyota canaliculata	De Clerck & Coppejans	Algae (Ochrophyta)	Central Pacific
Gracilaria textorii	(Suringar) De Toni	Algae (Rhodophyta)	W Pacific
Gymnogongrus crenulatus	(Turner) J.Agardh	Algae (Rhodophyta)	E Atlantic
Hincksia sandriana	(Zanardini) P.C.Silva	Algae (Ochrophyta)	NE Atlantic
Kappaphycus alvarezii	(Doty) Doty ex P.C.Silva	Algae (Rhodophyta)	E Pacific
Laurencia decumbens	Kützing	Algae (Rhodophyta)	W. Pacific
Lithophyllum corallinae	(P.Crouan & H.Crouan) Heydrich	Algae (Rhodophyta)	E Atlantic
Neosiphonia tongatensis	(Harvey ex Kützing) Kim & Lee	Algae (Rhodophyta)	W. Pacific
Osmundea pinnatifida	(Hudson) Stackhouse, 1809	Algae (Rhodophyta)	E Atlantic
Palisada intermedia	(Yamada) K.W.Nam, 2007	Algae (Rhodophyta)	W Pacific
Palisada perforata	(Bory de Saint-Vincent) K.W.Nam	Algae (Rhodophyta)	W Pacific
Predaea pusilla	(Berthold) Feldmann	Algae (Rhodophyta)	Mediterranean
Pterocladia media	E.Y.Dawson	Algae (Rhodophyta)	N Pacific
Rhodymenia pacifica	Kylin	Algae (Rhodophyta)	NE Pacific
Sargassum desfontainesii	(Turner) C.Agardh	Algae (Ochrophyta)	NE Atlantic
Sphacelaria fusca	(Hudson) S.F.Gray	Algae (Ochrophyta)	NE Atlantic
Sphacelaria novae-hollandiae	Sonder	Algae (Ochrophyta)	Pacific
Stilophora tenella	(Esper) P.C.Silva	Algae (Ochrophyta)	NE Atlantic
Botrylloides niger	Herdman, 1886	Ascidiacea	W Atlantic
Clavelina oblonga	Herdman, 1880	Ascidiacea	W Atlantic
Diplosoma listerianum	(Milne Edwards, 1841)	Ascidiacea	W Atlantic
Distaplia bermudensis	Van Name, 1902	Ascidiacea	W Atlantic
Microcosmus exasperatus	Heller, 1878	Ascidiacea	W Atlantic
Styela clava	Herdman, 1881	Ascidiacea	Central Pacific
Amphibalanus amphitrite	(Darwin, 1854)	Crustacea	Indo-Pacific
Balanus trigonus	Darwin, 1854	Crustacea	Indo-Pacific
Callinectes arcuatus	Ordway, 1863	Crustacea	Pacific
Charybdis (Charybdis) hellerii	(A. Milne-Edwards, 1867)	Crustacea	Indo Pacific
Cycloxanthops sexdecimdentatus	(H. Milne Edwards & Lucas, 1843)	Crustacea	NE Pacific
Daira americana	Stimpson, 1860	Crustacea	E Pacific
Gaudichaudia tridentatus	(Lenz, 1902)	Crustacea	E Pacific
Geograpsus lividus	(H. Milne Edwards, 1837)	Crustacea	E Pacific
Grapsus grapsus	(Linnaeus, 1758)	Crustacea	NE Pacific
Microphrys platysoma	(Stimpson, 1860)	Crustacea	E Pacific
Pilumnus spinohirsutus	(Lockington, 1877)	Crustacea	E Pacific
Pilumnus stimpsonii	Miers, 1886	Crustacea	NE Pacific
Pyromaia tuberculata	(Lockington, 1877)	Crustacea	NE Pacific
Rhithropanopeus harrisii	(Gould, 1841)	Crustacea	central-north America
Omobranchus punctatus	(Valenciennes, 1836)	Pisces	Indo Pacific
Sparisoma frondosum	(Agassiz, 1831)	Pisces	SW Atlantic

naar inschatting waarschijnlijker is dat deze bij de eilanden van Caribisch Nederland worden geïntroduceerd omdat ze te vinden zijn in de aangroeigemeenschappen die op scheepshuiden voorkomen, dan dat ze met ballastwater bij de eilanden van Caribisch Nederland worden geïntroduceerd. Sommige van deze soorten zijn naar verwachting al aanwezig bij de Nederlandse Antillen, maar niet eerder opgemerkt omdat er niet specifiek naar gezocht is. Voor soorten die een langer pelagisch stadium hebben waarbij het waarschijnlijker is dat ze via ballastwater worden verspreid, is het gezien de zeestromingen waarschijnlijk dat zij ook op natuurlijke wijze vanuit bijvoorbeeld de "oostelijke" kust van Venezuela met de westelijke reststroom bij de eilanden van Caribisch Nederland kunnen komen of al zijn aangekomen. Een soort die nog niet in de "Invasive alien species database for Caribbean region" staat opgenomen betreft de kleine invasieve brokkelster *Ophiothela mirabilis* die zich recentelijk snel aan het uitbreiden is vanuit de kust van Brazilië tot aan de Caribische eilanden St. Vincent en Tobago, ten oosten van de eilanden van Caribisch Nederland. Gezien de westelijke reststroom in het gebied (Fig. 1) zal deze soort zich in de komende jaren mogelijk ook rondom de eilanden van Caribisch Nederland vestigen. Hierbij kan hij mogelijk via ballastwater verspreid worden, maar schatten Mantelatto *et al.* (2016) in dat deze verspreiding ook kan plaats vinden via brokkelsterren in fouling gemeenschappen op scheepshuiden. Tenslotte is natuurlijke verspreiding via oceaan stromingen niet uit te sluiten volgens Hendler & Brugneaux (2013). Het aanwijzen van een ballastwaterwisselgebied op 12 zeemijl uit de kust van de eilanden van Caribisch Nederland lijkt derhalve ook voor invasieve soorten zoals deze brokkelster geen reële risicoreductie te betekenen, ondanks het feit dat ze mogelijk via ballastwater verspreidt wordt.

4.2 Uitheemse pathogenen waaronder virussen, bacteriën en overige micro-organismen

Hoewel de huidige quickscan zich vooral heeft gericht op macro-flora en -fauna, worden door Debrot *et al.* (2011) vijf uitheems pathogenen vermeld voor Caribisch Nederland. Bij dit soort ziektes (veroorzaakt door bacteriën/virussen) van onder andere koralen en zee-egels is het niet altijd duidelijk of het om uitheemse of inheemse soorten gaat. Hierbij lijkt het IMO Ballastwaterverdrag en de daarbij verplichte ballastwaterschoonmaaksystemen (D-2 standaard van de conventie) voor deze soorten ook geen zekerheid te bieden. Zo worden *E. coli* en Enterococci, twee darmbacteriën, en *Vibrio cholerae*, een bacterie die vooral in brak water gevonden wordt, gebruikt als indicatoren voor de effectiviteit van ballastwaterschoonmaaksystemen. Deze humaan pathogenen worden in de literatuur niet gezien als goede indicatoren voor bacteriën en virussen die in het mariene milieu aanwezig zouden kunnen zijn, waardoor ze ook niet goed geschikt zijn om de effectiviteit van ballastwaterschoonmaaksystemen te bepalen. Hierbij houdt het IMO Ballastwaterverdrag geen rekening met de mogelijke groei van bacteriën na behandeling (Grob & Pollet, 2016). Zo kan een ballastwaterbehandeling (uitgevoerd volgens de richtlijnen van IMO) de groei van heterotrofe bacteriën zelfs bevorderen. Verder wordt binnen de conventie geen rekening gehouden met fytoplankton en zoöplankton wat kleiner dan 10 µm is (Stehouwer, 2018).

Wat betreft de mogelijke risicoreductie bij het aanwijzen van een ballastwaterwisselgebied is een afstand van 12 zeemijl vermoedelijk gemakkelijk te overbruggen voor mariene bacteriën/ virussen (Tabel 1). Cohen (2010) beschrijft voor een groot aantal mariene virussen en bacteriën die ziektes kunnen veroorzaken bij o.a. Caribische vissoorten en koralen, de potentiële overlevingsduur in ballastwatertanks. Hierbij

kunnen de meeste mariene bacterie- en virussoorten voor weken tot maanden in zeewater buiten hun gastheer infectieus blijven en is er slechts een klein aantal soorten met een kortere "overlevings"-duur van slechts enkele dagen heeft. Enkele dagen is echter al meer dan voldoende om, afhankelijk van de stroomrichting en snelheid 12 zeemijl te overbruggen (Tabel 1). Zo resulteert een ballastwaterwisselgebied op 12 zeemijl uit de kustzone naar verwachting dus geen reële risicoreductie voor deze ziektes. Een studie van Gollasch *et al.* (2002) waarbij de overleving van tropische (Indo-Pacifische) fytoplankton en zoöplankton soorten in twee ballastwatertanks werd gevolgd vanuit Singapore naar de Bremerhaven (Duitsland), laat zien dat het aantal soorten fyto- en zoö-plankton in deze ballastwatertanks pas na 3-4 dagen sterk begint af te nemen waarbij ongeveer 10 tot 15% van de soorten de volledige 23 dagen durende reis overleeft. Ook voor deze soorten is het daarom te betwijfelen of een wisselgebied op 12 zeemijl uit de kust voor een reële risicoreductie zou zorgen. Deze afstand zou immers binnen 4 tot 62 uur overbrugd kunnen worden afhankelijk van de stroomrichting en -snelheid (Tabel 1), waarbij een geschikt vestigingsgebied mogelijk al op kortere afstand bereikt kan worden.

5. Conclusies

- Levert het aanwijzen van (verplichte) ballastwaterwisselgebieden op maximaal 12 zeemijl uit de kust bij de eilanden van Caribisch Nederland een reële risicoreductie op van de introductie, verspreiding en vestiging van mariene exoten, voor schepen die de havens van deze eilanden aandoen?

Rondom St. Eustatius en Bonaire lijken er geen mogelijkheden te zijn voor het aanwijzen van een wisselgebied op 12 zeemijl afstand van de kust waarbij er een reële risicoreductie bereikt wordt wat betreft de introductie, verspreiding en vestiging van mariene exoten. Ten noorden van Saba op de 12 zeemijlgrens, zou er in theorie een mogelijk gebied aan te wijzen kunnen zijn indien met aanvullend onderzoek kan worden aangetoond dat de reststroom ter plekke het jaar rond een westelijke richting heeft. Daarmee zou voorkomen kunnen worden dat invasieve soorten in het daar geloosde ballastwater de Saba Bank of de kust van Saba kunnen bereiken. Voor deze exacte locatie op de 12 zeemijlgrens konden binnen de huidige quickscan geen stromingsgegevens gevonden worden. De stromingsgegevens die net ten zuiden van het gebied bekend zijn, nabij de Saba Bank, geven echter aanleiding om te vermoeden dat de stroomrichting soms ook een oostelijk richting kan hebben waarbij organismen juist richting St. Maarten en Saba zouden drijven. Verder, vanwege de getijdestromingen en de wind, lijkt de reststroom nabij de Saba Bank een zuid-zuid-westelijke richting te hebben. Bij deze stroomrichting zou het aanwijzen van een ballastwaterwisselgebied 12 zeemijl ten noorden van Saba, mogelijk het risico verhogen dat invasieve soorten uit het ballastwater worden geïntroduceerd op de Saba Bank. Soorten die zich op de Saba Bank kunnen vestigen zouden zich vervolgens door de volledige regio heen kunnen verspreiden vanwege de ligging en de gangbare stromingen die bekend zijn uit het gebied (IMO, 2016). Voor de meeste uitheemse organismen die met de stroom mee richting de eilanden van Caribisch Nederland of de Saba Bank kunnen drijven, is een afstand van 12 zeemijl naar verwachting onvoldoende groot om het risico reëel te reduceren dat deze zich daar vestigen. Gezien de stroomsnelheden en richtingen die bekend zijn rondom de eilanden van Caribisch Nederland, zou een afstand van 12 zeemijl immers al binnen een dag overbrugd kunnen worden en onder bepaalde omstandigheden zelfs al binnen 4 uur. Hierbij hebben de meeste mariene soorten een pelagisch (in de waterkolom) stadium van weken tot maanden en een selectie van soorten pelagische stadia van hooguit enkele dagen. Voor al deze soorten is een afstand van 12 zeemijl gemakkelijk te overbruggen. Hierbij zou zelfs in bepaalde gevallen het risico dat deze soorten zich vestigen verhoogd kunnen worden door een wisselgebied aan te wijzen op 12 zeemijl uit de kust. De kans dat een organisme een locatie vindt die geschikt is voor de initiële vestiging is dan mogelijk groter, omdat de larven op 12 zeemijl uit de kust vermoedelijk over een groter gebied verspreid worden dan als ze nabij de kust in het water terecht zouden komen. Daar zijn de stromingen over het algemeen minder sterk. Ongeacht of dit het geval is, kan worden geconcludeerd dat een ballastwaterwisselgebied 12 zeemijl uit de kust voor slechts een zeer klein gedeelte van de mariene invasieve soorten, die voor hun transport afhankelijk zijn van ballastwater, een theoretisch mogelijke risicoreductie zou opleveren. Voor soorten waarvan het levensstadium in de waterkolom relatief kort (<een dag) duurt, zou het overbruggen van 12 zeemijl lastiger zijn. Bij de meeste eilanden liggen de koraalriffen, waaronder de Saba Bank en andere ondieptes op enige afstand voor de kust waarbij de afstand tot het wisselgebied dus minder dan 12 zeemijl zou zijn. Hierbij zouden zelfs soorten met een zeer kort pelagische levensstadium de afstand tot een geschikte vestigingslocatie zelfstandig kunnen overbruggen. De voornaamste invasieve soortengroepen met een kort pelagischs levensstadium betreffen zakpijpen (Ascidiacea) en mosdiertjes (Bryozoa). Dit zijn “fouling” organismen die vooral bekend staan om hun verspreiding via scheepshuiden waarop

ze zich hebben vastgehecht.
Tenslotte bestaat er een risico dat soorten die bij een ballastwaterwisselgebied in het water terecht komen 12 zeemijl uit de kust, en wegstromen van het desbetreffende eiland van Caribisch Nederland, zich vestigen bij een koraalrif rondom een benedenstrooms buureiland: Curaçao in het geval van Bonaire, en de Amerikaanse en Britse Maagdeneilanden in het geval van Saba. Het risico dat deze soorten bij benedenstroomse eilanden zouden aankomen, is vermoedelijk groter indien het ballastwater verder uit de kust gewisseld wordt omdat de stromingen daar overwegend sterker zijn dan dicht bij de kust.

- Is er een kwantitatief of kwalitatieve uitspraak mogelijk of de baten in termen van risicoreductie in verhouding staan tot de kosten, bijvoorbeeld voor de scheepvaart? Zo ja, beschrijf de risicoreductie die hiermee gepaard kan gaan.

Aangezien in de huidige quickscan geen duidelijke risicoreductie kon worden vastgesteld bij het aanwijzen van een ballastwaterwisselgebied op 12 zeemijl uit de kust van de eilanden van Caribisch Nederland, lijken de baten van het aanwijzen van een dergelijk gebied met de huidige kennis van zaken, niet in verhouding te liggen met de kosten. Wat betreft de huidige kennis van zaken, is er weinig bekend over de lokale stroomsnelheden en richtingen op de 12 zeemijlgrenzen rondom de eilanden van Caribisch Nederland. Verder lijkt de kennis over het voorkomen van mariene invasieve exoten rondom deze eilanden onvolledig, gezien het feit dat Debrot et al. (2011) het voorkomen van slechts 8 uitheemse mariene soorten vermeld rondom Bonaire, Saba en St. Eustatius, en er bij een enkele koraalrifexpeditie naar St. Eustatius in 2015 al verschillende soorten aan deze lijst worden toegevoegd.

- Is er een aantoonbaar effect te verwachten op de koraalriffen rondom de eilanden van Caribisch Nederland indien een dergelijk gebied aangewezen gaat worden en daarmee de verplichting geldt een volledige ballastwaterwisseling plaats te laten vinden in dit aangewezen gebied? Zo ja, beschrijf zo mogelijk de impact op de natuurdoelen.

Een ballastwaterwisselgebied aanwijzen op de 12 zeemijl grens van Saba en/of St. Eustatius zou het risico kunnen verlagen, maar in theorie ook het risico juist kunnen verhogen dat invasieve soorten in het natuurpark “de Saba Bank” worden geïntroduceerd. Uitgaande van stromingsgegevens nabij en op de Saba Bank zou dit mogelijk kunnen zijn. Om dit risico en daarbij het effect op de koraalriffen rondom de eilanden van Caribisch Nederland vast te stellen, is een meer uitgebreide studie nodig gebaseerd op stromingsmodellen in het gebied. Zo zijn binnen de huidige studie geen lokale gegevens gevonden over de stroomsnelheden en richtingen over de jaren heen voor de locaties waar potentiële ballastwaterwisselgebieden zouden kunnen worden aangewezen op de 12 zeemijlgrens bij Saba en St. Eustatius.

- Zo ja, om welke mariene exoten/uitheemse soorten gaat het dan vooral?

Voor geen van de mariene invasieve soorten die reeds bekend zijn van de Nederlandse Cariben en daarbij de eilanden Bonaire, Sint Eustatius en Saba van Caribisch Nederland, kon worden geconcludeerd dat een ballastwaterwisselgebied 12 zeemijl uit de kust de kans op hun introductie in het verleden zou hebben gereduceerd. Verder kon binnen de huidige quickscan ook geen duidelijk voorbeeld worden vastgesteld van een soort, bekend uit Venezuela of de rest van het Caribisch gebied, waarbij een dergelijk wisselgebied het risico op introductie duidelijk zou minimaliseren. De huidige risicoschatting betreft een quickscan waarbij het mogelijk is

dat bepaalde kenmerken van mariene invasieve soorten zijn gemist. Voor enkele van deze soorten zou een ballastwaterwisselgebied op 12 zeemijl afstand van de kust van de eilanden van Caribisch Nederland mogelijk wel een reële risicoreductie voor Caribisch Nederland kunnen betekenen. Voor een meer gedegen risicoschatting dient rekening gehouden te worden met het punt dat uit de huidige studie blijkt dat de kennis van uitheemse soorten gevestigd rondom de eilanden van Caribisch Nederland zeer beperkt is, aangezien er nog geen op uitheemse soorten gerichte inventarisaties hebben plaats gevonden. Een dergelijke inventarisatie specifiek gericht op het vaststellen van de aanwezigheid van uitheemse soorten zou meer duidelijkheid kunnen geven. Na een op uitheemse soorten gerichte inventarisatie kan vervolgens onderzocht worden wat de meest logische importvectoren van de vastgestelde soorten zijn geweest. Hierop gebaseerd kan vanuit een kosten/baten perspectief bepaald worden met welke maatregelen het risico op introductie van vergelijkbare uitheemse soorten bij de eilanden van Caribisch Nederland in de toekomst zo effectief mogelijk gereduceerd kan worden. Hierbij zal ook met meer zekerheid vastgesteld kunnen worden of het aanwijzen van een ballastwaterwisselgebied 12 zeemijl uit de kust van een van deze eilanden, het risico op invasieve exoten reëel zou kunnen reduceren.

6. Literatuur

Bak, R.P.M., 1977. Coral reefs and their zonation in the Netherlands Antilles. Studies in Geology 4:3-16.

Beek, I.J.M. & E.H.W.G. Meesters, 2013. Saba Bank research expedition 2011- Progress Report. IMARES Wageningen UR report number C018/13”46 pp.

Beek, I.J.M., 2016. Ecological values of the 12 miles zone of Bonaire. IMARES Wageningen UR report number C026/16: 35 pp.

Bleker, 2010. Regeling van de Staatssecretaris van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie van 15 december 2010, nr. 169929, houdende aanwijzing van de Saba Bank als natuurpark. Staatscourant 20424.

Candy, S.C., 2018. Caribbean Watch reporting current ocean conditions in the Caribbean Sea, inferred from the Mercator Ocean reanalysis dataset. https://candylab.org/caribbeanwatch/ accessed on 18-12-2018.

Cohen, A.N., 2010. Non-native Bacterial and Viral Pathogens in Ballast Water: Potential for Impacts to ESA-listed Species under NOAA’s Jurisdiction. A report prepared for the National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, Endangered Species Division, Silver Spring, MD. Center for Research on Aquatic Bioinvasions (CRAB), Richmond, CA.

Cowen, R.K., Paris, C.B. & A. Srinivasan, 2006. Scaling of connectivity in marine populations. Science 311: 522-527.

Debrot, A.O., Buurt, G. van & M.J.A. Vermeij, 2011. Preliminary overview of exotic and invasive marine species in the Dutch Caribbean. Imares WUR Reppport C188/11. I.o.v. Ministerie ELI. 31 pp.

Gittenberger, A., Rensing, M., Dekker, R., Niemantsverdriet, P, Schrieken, N. & H. Stegenga , 2014. Native and non-native species of the Dutch Wadden Sea in 2014. GiMaRIS rapport 2014_32: 96 pp. i.o.v. Office of risk assessment and research, The Netherlands Food and Customer Product Safety Authority of the Ministry of Economical Affairs.

Gittenberger, A., Wesdorp, K.H. & M. Rensing, 2017a. Biofouling as a transport vector of non-native marine species in the Dutch Delta, along the North Sea coast and in the Wadden Sea. GiMaRIS rapport 2017_09: 45 pp. i.o.v. Office for Risk Assessment and Research, Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority.

Gittenberger, A., Rensing M. & K.H.Wesdorp, 2017b. Uitheemse mariene soorten in Nederland. GiMaRIS rapport 2017_19: 38 pp. i.o.v. Directie Natuur & Biodiversiteit, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit & Bureau Risicobeoordeling en onderzoeksprogrammering, Nederlandse Voedsel en Waren Autoriteit.

Gollasch, S., Lenz, J., Dammer, M. & H.-G. Andres, 2000. Survival of tropical ballast water organisms during a cruise from the Indian Ocean to the North Sea. Journal of plankton research 22(5): 923-937.

Grob, C. & B.G. Pollet, 2016. Regrowth in ship’s ballast water tanks: Think again! Marine Pollution Bulletin 109: 46-48.

Hoeksema, B.W. (ed.), 2015. Marine biodiversity survey of St. Eustatius, Dutch Caribbean. Naturalis Biodiversity Center, Leiden, and ANEMOON Foundation, Bennebroek.

Hoeksema, B.W. & H.A. ten Hove, 2017. The invasive sun coral *Tubastraea coccinea* hosting a native Christmas tree worm at Curaçao, Dutch Caribbean. Marine Biodiversity 47: 59-65.

IMO, 2016. Resolution MEPC.226(64). Saba bank as a particularly sensitive sea area Permalink: http://puc.overheid.nl/doc/PUC_2582_14

Kadison, E., Nemeth, R.S. & J.E. Blondeau, 2009. Assessment of an unprotected red hind (*Epinephelus guttatus*) spawning aggregation on Saba Bank in the Netherlands Antilles. Bulletin of marine science 85(1): 101-118.

Kairo, M., Ali, B., Cheesman, O., Haysom, K. & S. Murphy, 2003. Invasive species threats in the Caribbean Region. Report to The Nature Conservancy. CABI: 134 pp.

Leeuwen. S. van & S.J. Hewitt, 2016. Mollusca of St. Eustatius. In: Hoeksema, B.W. (ed.) Marine biodiversity survey of St. Eustatius, Dutch Caribbean, 2015. Naturalis Biodiversity Center, Leiden, and ANEMOON Foundation, Bennebroek, pp. 83–112.

Loos, L.M. van der & W.F. Prud'homme van Reine, 2016. Macro algae of Statia. Marine biodiversity survey of St. Eustatius, Dutch Caribbean, 2015. Naturalis Biodiversity Center, Leiden, and ANEMOON Foundation, Bennebroek, pp. 17-22.

Loos, van der L.M., Prud'homme van Reine. W.F. van, Stokvis, F.R., Speksnijder, A.G.C.L. & B.W. Hoeksema, 2017. Beta diversity of macroalgal communities around St. Eustatius, Dutch Caribbean. Marine Biodiversity 47: 123–138.

Lopez, V. & U. Krauss, 2006. National and Regional Capacities and Experiences on Marine Invasive Species, Including Ballast Waters, Management Programmes in the Wider Caribbean Region - a Compilation of Current Information. United Nations Environment Programme. CAB International Caribbean and Latin America Regional Centre (CLARC): 106 pp.

Mantelatto, M.C., Vidon, L.F., Silveira, R.B., Menegola, C., Da Rocha, R.M. & J.C. Creed, 2016. Host species of the non-indigenous brittle star Ophiothela mirabilis (Echinodermata: Ophiuroidea): an invasive generalist in Brazil? Marine Biodiversity Records 9 (8): 1–7.

Perez, J.E., Alfonsi, C., Salazar, S.K., Macsotay, O., Barrios, J. & R. Martinez-Escarbassiere, 2007. Especies marinas exoticas y criptogenicas en las costas de Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, 46 (1): 79-96.

Schill, S.R., Raber, G.T., Roberts, J.J., Treml, E.A., Brenner, J. & P.N. Halpin, 2015. No reef is an island: integrating coral reef connectivity data into the design of regional-scale marine protected area networks. Plos ONE DOI: 10.1271/journal.pone.0144199: 24 pp.

Schrieken, N. 2016. Tunicates of St. Eustatius. In: Hoeksema, B.W. (ed.) Marine biodiversity survey of St. Eustatius, Dutch Caribbean, 2015. Naturalis Biodiversity Center, Leiden, and ANEMOON Foundation, Bennebroek, pp. 56–59.

Slijkerman, D., Maren, B. van, Debrot, D., Stapel, J., Meesters, E., Davaasuren, N. & J. van Dalfsen, 2011. Quick scan environmental impact assessment of the St. Eustatia harbour extension. Deltares project 1205206-000. Ref. 1205206-000-ZKS-000: 42 pp.

Smith, S.R., Burg, W.J. van der, Debrot, A.O., Buurt, G. van & J.A. de Freitas, 2014. Key Elements Towards a Joint Invasive Alien Species Strategy for the Dutch Caribbean. IMARES Wageningen UR report number C020/14. PRI report number 550: 102 pp.

Steen, F., Aragay, J., Zuljevic, A., Verbruggen, H., Mancuso, F.P., Bunker, F., Vitales, D., Gómez-Garreta, A. & O. De Clerck, 2017. Tracing the introduction history of the brown seaweed *Dictyota cyanoloma* (Phaeophyceae, Dictyotales) in Europe, European Journal of Phycology, DOI: 10.1080/09670262.2016.1212998

Stehouwer, P.P., 2016. Effects of various ballast water treatment methods on the survival of phytoplankton and bacteria. PhD thesis University of Groningen; Research carried out at Department of Biological Oceanography Royal Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ): 102 pp.

Vaas, J., Driessen, P.P.J., Giezen, M., Laerhoven, F. van & M.J. Wassen, 2017. Who's in charge here anyway? Polycentric governance configurations and the development of policy on invasive alien species in the semisovereign Caribbean. Ecology and Society 22(4):1. https://doi.org/10.5751/ES-09487-220401

Wijnhoven, S., Gittenberger A., Faasse M., & T. Schellekens, 2017. Overview alien species monitoring in the Western Scheldt: Current status of monitoring efforts and presence of alien species among macrofauna and algae. Commisioned by the Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority (NVWA) of the Netherlands Ministry of Economic Affairs (EZ). Ecoauthor Report Series 2017 - 01, 55 pp.

Willette, D.A., Chalifour, J., Debrot, A.O., Engel, S., Miller, J., Oxenford, H.A., Short, F.T., Steiner, S.C.C., Védie, F. 2014. Continued expansion of the trans-Atlantic invasive marine angiosperm Halophila stipulacea in the eastern Caribbean. Aquatic Botany 112: 98-102.

Appendix I.

Uitheemse mariene soorten die in het Caribisch gebied zijn waargenomen, maar niet nog niet binnen de Nederlandse Antillen of langs de kust van Venezuela (Tabellen 1-2). Deze lijst is gebaseerd op de "Invasive alien species database for Caribbean region (Last updated April 25th, 2012" (Caribbean Invasive Alien Species Network: http://www.ciasnet.org/wp-content/uploads/2012/11/IAS-in-the-Caribbean-Database-.pdf) welke et name gebaseerd is op Kairo *et al.* (2003) en Lopez & Krauss (2006).

Soort	Auteur	Hoofdgroep
Asterionella glacialis	Castracane, 1886	Algae (Ochrophyta)
Chaetoceros glandazi	Mangin, 1910	Algae (Ochrophyta)
Chaetoceros messanense	Castracane, 1875	Algae (Ochrophyta)
Chaetoceros tortissimus	Gran, 1900	Algae (Ochrophyta)
Dictyocha polyactis	Ehrenberg	Algae (Ochrophyta)
Ditylum brightwellii	(T.West) Grunow, 1885	Algae (Ochrophyta)
Eucheuma	J.Agardh, 1847	Algae (Rhodophyta)
Fragilariopsis doliolus	(Wallich) Medlin & P.A.Sims, 1993	Algae (Ochrophyta)
Grateloupia turuturu	Yamada, 1941	Algae (Rhodophyta)
Hemidiscus cuneiformis	Wallich, 1860	Algae (Ochrophyta)
Nannochloropsis oculata	(Droop) D.J.Hibberd, 1981	Algae (Ochrophyta)
Odontella aurita	(Lyngbye) C.Agardh, 1832	Algae (Ochrophyta)
Paralia sulcata	(Ehrenberg) Cleve, 1873	Algae (Ochrophyta)
Sargassum muticum	(Yendo) Fensholt, 1955	Algae (Ochrophyta)
Spartina alterniflora	Loisel.	Algae (Tracheophyta)
Ulva reticulata	Forsskål, 1775	Algae (Chlorophyta)
Boccardiella ligerica	(Ferronnière, 1898)	Annelida
Ficopomatus enigmaticus	(Fauvel, 1923)	Annelida
Botrylloides perspicuus	(Herdman, 1886)	Ascidiacea
Botryllus schlosseri	(Pallas, 1766)	Ascidiacea
Didemnum perlucidum	Monniot F., 1983	Ascidiacea
Polyandrocarpa zorritensis	(Van Name, 1931)	Ascidiacea
Styela plicata	(Lesueur, 1823)	Ascidiacea
Pelagodiscus	Dall, 1908	Brachiopoda
Sundanella sibogae	(Harmer, 1915)	Bryozoa
Victorella pavida	Saville-Kent, 1870	Bryozoa
Chrysaora quinquecirrha	(Desor, 1848)	Cnidaria
Cordylophora caspia	(Pallas, 1771)	Cnidaria
Diadumene lineata	(Verrill, 1869)	Cnidaria
Drymonema dalmatinum	Haeckel, 1880	Cnidaria
Phyllorhiza punctata	Lendenfeld, 1884	Cnidaria
Amphibalanus reticulatus	(Utinomi, 1967)	Crustacea
Callinectes bocourti	A. Milne-Edwards, 1879	Crustacea
Callinectes sapidus	Rathbun, 1896	Crustacea
Clytemnestra	Dana, 1847	Crustacea
Eriocheir sinensis	H. Milne Edwards, 1853	Crustacea
Eucalanus elongatus elongatus	(Dana, 1848)	Crustacea
Euterpina acutifrons	(Dana, 1847)	Crustacea
Lucicutia clausi	(Giesbrecht, 1889)	Crustacea
Lucifer typus	H. Milne Edwards, 1837	Crustacea
Neocalanus	Sars G.O., 1925	Crustacea
Oithona hebes	Giesbrecht, 1891	Crustacea
Oithona plumifera	Baird, 1843	Crustacea
Palaemon africanus	(Balss, 1916)	Crustacea
Penaeus monodon	Fabricius, 1798	Crustacea
Penaeus vannamei	Boone, 1931	Crustacea
Pseudocalanus	Boeck, 1872	Crustacea
Pseudodiaptomus	Herrick, 1884	Crustacea
Pullosquilla litoralis	(Michel & Manning, 1971)	Crustacea