



ONDERZOEKRAAD
VOOR VEILIGHEID

Veilig containertransport ten noorden van de Waddeneilanden

Lessen na het containerverlies van de MSC ZOE



Veilig containertransport ten noorden van de Waddeneilanden

Lessen na het containerverlies van de MSC ZOE

Den Haag, juni 2020

Foto cover: Marjan Veenendaal - Staatsbosbeheer

De rapporten van de Onderzoeksraad voor Veiligheid zijn openbaar en beschikbaar op www.onderzoeksraad.nl.

De Onderzoeksraad voor Veiligheid

Als zich een ongeval of ramp voordoet, onderzoekt de Onderzoeksraad voor Veiligheid hoe dat heeft kunnen gebeuren, met als doel daar lessen uit te trekken. Op die manier draagt de Onderzoeksraad bij aan het verbeteren van de veiligheid in Nederland. De Raad is onafhankelijk en besluit zelf welke voorvallen hij onderzoekt. Daarbij richt de Raad zich in het bijzonder op situaties waarin mensen voor hun veiligheid afhankelijk zijn van derden, bijvoorbeeld van de overheid of bedrijven. In een aantal gevallen is de Raad verplicht onderzoek te doen. De onderzoeken gaan niet in op schuld of aansprakelijkheid.

Onderzoeksraad

Voorzitter: ir. J.R.V.A. Dijsselbloem
prof. dr. ir. M.B.A. van Asselt
prof. dr. mr. S. Zouridis

Secretaris-directeur: mr. C.A.J.F. Verheij

Bezoekadres: Lange Voorhout 9
2514 EA Den Haag

Postadres: Postbus 95404
2509 CK Den Haag

Telefoon: 070 333 7000

Website: onderzoeksraad.nl
E-mail: info@onderzoeksraad.nl

| | |
|--|-----------|
| Samenvatting | 6 |
| Beschouwing | 10 |
| Aanbevelingen | 13 |
| Lijst van afkortingen | 17 |
| 1 Inleiding | 17 |
| 1.1 Aanleiding | 17 |
| 1.2 Focus onderzoek | 19 |
| 1.3 Andere onderzoeken..... | 20 |
| 1.4 Opbouw van het rapport | 23 |
| 2 Referentiekader | 24 |
| 2.1 Containerverlies in de natuur | 24 |
| 2.2 Veiligheidsmanagement door betrokken bedrijven..... | 25 |
| 2.3 Verantwoordelijkheden van de kapitein en bemanning van een schip | 26 |
| 2.4 De rol van de Nederlandse overheid..... | 28 |
| 3 Containertransport op de Noordzee..... | 29 |
| 3.1 Containertransport..... | 29 |
| 3.2 Vaarroutes | 37 |
| 3.3 Ruimtelijk gebruik Noordzee..... | 43 |
| 4 Routespecifieke risico's..... | 49 |
| 4.1 Inleiding..... | 49 |
| 4.2 Scenario voorval MSC ZOE | 49 |
| 4.3 Fenomenen met risico's voor verlies van containers..... | 60 |
| 4.4 Vergelijking noordelijke en zuidelijke vaarroute | 67 |
| 4.5 Kennis over de risico's | 72 |
| 5 Beheersing van het risico op containerverlies..... | 73 |
| 5.1 Inleiding..... | 73 |
| 5.2 Internationale context | 75 |
| 5.3 Nederlandse aanpak | 76 |
| 5.4 Aanpak scheepvaartsector..... | 83 |
| 6 Conclusies | 89 |
| 7 Aanbevelingen | 93 |

| | |
|---|------------|
| Bijlage A. Onderzoeksverantwoording | 96 |
| Bijlage B. Reacties op het conceptrapport..... | 103 |
| Bijlage C. Tussentijdse waarschuwing Onderzoeksraad | 104 |
| Bijlage D. Uitgangspunten voor het veiligheidsmanagement | 106 |
| Bijlage E. Impact van verloren lading op organismen..... | 108 |
| Bijlage F. Technisch onderzoek Deltares | 111 |
| Bijlage G. Technisch onderzoek MARIN..... | 112 |

SAMENVATTING

In de nacht van 1 op 2 januari 2019 verloor de MSC ZOE 342 containers ten noorden van de Waddeneilanden. Het containerschip voer bij een stormachtige noordwestenwind in het verkeersscheidingsstelsel *Terschelling–German Bight* (de zuidelijke vaarroute) richting het Duitse Bremerhaven. De toedracht van dit zeer ernstige scheepvaartongeval is onderzocht door een internationaal onderzoeksteam, bestaande uit de *Panama Maritime Authority* (PMA), de Duitse *Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung* (BSU) en de Onderzoeksraad voor Veiligheid. Het onderzoeksrapport hiervan gaat in op de oorzaken van het voorval en wat hiervan geleerd kan worden.

Het voorval is voor de Onderzoeksraad ook aanleiding geweest om daarnaast een onderzoek uit te voeren naar de routespecifieke risico's op de vaarroutes ten noorden van de Waddeneilanden, welke zouden kunnen leiden tot containerverlies op schepen zoals de MSC ZOE. De bevindingen uit de twee onderzoeken naar aanleiding van het voorval met de MSC ZOE zijn uitgewisseld en de rapportages (inclusief aanbevelingen) zijn op elkaar afgestemd.

Modellering risicovolle situatie zoals in het ongevalsscenario van de MSC ZOE

De Onderzoeksraad heeft de kennis- en onderzoeksinstituten Deltares en MARIN gevraagd om vanuit hun expertise een bijdrage te leveren aan het onderzoek van de Onderzoeksraad om meer inzicht te krijgen in de mate waarin de omgevingsomstandigheden op de vaarroutes ten noorden van de Waddeneilanden bijdragen aan het risico op het verliezen van containers door grote schepen. Deltares heeft op basis van meetgegevens en modellen de stroming, waterstand, wind- en golfcondities voor referentieposities op de zuidelijke en noordelijke vaarroute berekend ten tijde van het voorval met de MSC ZOE. De optredende stormachtige noordwestenwind zoals tijdens het voorval komt gemiddeld jaarlijks één tot enkele keren voor in dit gebied. Golven hebben op de Noordzee bij een noordwestelijke wind de tijd en ruimte om op te bouwen in hoogte en piekperiode tot aan de Nederlandse en Duitse Waddenkust. De golfrichting is in die omstandigheden dwars op de zuidelijke en noordelijke vaarroute. MARIN heeft berekeningen en bassinproeven met een scheepsmodel van een groot containerschip uitgevoerd om meer inzicht te krijgen in de scheepsbewegingen onder die omstandigheden. Uit de bassinproeven blijkt dat juist grote en brede containerschepen onder deze omstandigheden heftige bewegingen kunnen maken. Het gaat hier om schepen met een hoge stabiliteit, die in beginsel moeilijker uit hun evenwichtstoestand worden gebracht, maar daardoor ook weer sneller naar hun evenwichtstoestand bewegen. Dit gezamenlijke onderzoek geeft nieuw inzicht in de omstandigheden, scheepsbewegingen en fenomenen die zich voordoen in het onderzochte gebied.

Routespecifieke risico's op containerverlies op de zuidelijke vaarroute

De Duitse containerhavens kunnen via twee routes op de Noordzee bereikt worden: de zuidelijke route die dicht in de buurt van de Waddeneilanden ligt en de noordelijke route die verder uit de kust ligt. Uit het onderzoek blijkt dat zich op beide routes specifieke risico's kunnen voordoen. Deze risico's zijn het gevolg van hoge dwarsscheepse golven, de beperkte diepte van de vaarroute en de hoge stabiliteit van grote, brede containerschepen.

In de bassinproeven zijn vier hydrodynamische fenomenen gemeten en geobserveerd, die individueel en in combinatie kunnen leiden tot het verlies van containers:

- extreme scheepsbewegingen, resulterend in grote versnellingen en krachten op sjorsystemen en containers;
- bodemcontact met de zeebodem door een combinatie van de slingerbeweging van het schip met grote verticale bewegingen in de golven;
- groenwater, waarbij massief water van golven met hoge snelheid langs de zijkant van het schip omhoog spuit en tegen de containers slaat;
- impulsieve golfklappen tegen de zijkant van het schip.

Het kunnen optreden van extreme scheepsbewegingen hangt samen met de ontwikkeling dat containerschepen groter en breder zijn geworden en varen met een hoge stabiliteit. De eigen slingerperiode van deze schepen komt dicht in de buurt van de golfperiode die op de Noordzee kan heersen. Bij dwarsscheepse golven met een golfperiode dicht bij de eigen slingerperiode van een schip reageert het schip als gevolg van resonantie sterk op de golven, resulterend in heftige slingerbewegingen. Dit leidt tot grote versnellingen op het schip, containers en sjormateriaal. Het optreden van bodemcontact, groenwater en golfklappen kunnen de versnellingen en/of krachten nog verder versterken. Uit de bassinproeven blijkt dat de versnellingen dicht in de buurt van de ontwerpplimietwaarden van sjorsystemen en containers komen. Een groot, breed containerschip dat onder de genoemde omstandigheden in de zuidelijke route vaart, komt deze fenomenen en combinaties van deze fenomenen tegen. Daardoor worden er grote krachten uitgeoefend op het schip, de containers en de sjorsystemen. Als de ontwerpwaarden worden overschreden, kunnen sjorsystemen en/of containers het begeven, waardoor containers overboord kunnen vallen.

De Onderzoeksraad heeft lopende het onderzoek in oktober 2019 een tussentijdse waarschuwing uitgebracht ten aanzien van het risico dat bij bepaalde wind- en golfcondities containerschepen met vergelijkbare afmetingen als de MSC ZOE op de zuidelijke vaarroute contact of bijna-contact kunnen maken met de zeebodem. Reden voor het uitbrengen van deze waarschuwing was om dit niet eerder onderkende risico versneld onder de aandacht te brengen bij gebruikers van de zuidelijke vaarroute.

Vergelijking routespecifieke risico's van de zuidelijke en noordelijke vaarroute

De noordelijke vaarroute kent voor een groot deel vergelijkbare routespecifieke risico's voor grote containerschepen als de zuidelijke route. Uit het onderzoek naar meteorologische en maritieme omstandigheden ten tijde van het voorval met de MSC ZOE is gebleken dat de golfcondities in de noordelijke vaarroute vergelijkbaar waren met die op de zuidelijke route. De noordelijke vaarroute is dieper dan de zuidelijke, maar op beide vaarroutes komen golven voor die typerend zijn voor ondiep water.

Daarnaast krijgen schepen op beide vaarroutes bij een stormachtige noordwestenwind te maken met dwarsscheepse golven. Dit betekent dat grote, brede containerschepen op de noordelijke vaarroute ook extreme scheepsbewegingen, groenwater en golfklappen zullen kunnen ondervinden, al wijzen de bassinproeven erop dat deze twee laatste fenomenen vaker voorkomen op de zuidelijke vaarroute.

Een belangrijk verschil is dat op de noordelijke vaarroute vanwege de extra meters waterdiepte ten opzichte van de zuidelijke route, de kans op het raken van de zeebodem verwaarloosbaar klein is en er meer mogelijkheden zijn om met behulp van manoeuvres en koerswijzigingen de risico's op heftige slingerbewegingen te verkleinen. De noordelijke route is daarom bij stormachtige noordwestenwind geen veilige, maar hooguit in vergelijking tot de zuidelijke vaarroute een gunstigere route ten aanzien van het risico op containerverlies. Bij andere windrichtingen kan de zuidelijke vaarroute veiligere vaarcondities hebben vanwege het afscherpende effect van het land op deze vaarroute dicht langs de kust.

Geconcludeerd wordt dat zowel op de zuidelijke als de noordelijke vaarroute grote, brede containerschepen zoals de MSC ZOE bij stormachtige noordwestenwind het risico lopen dat sjorsystemen en containers het begeven en dat de schepen hierdoor containers kunnen verliezen. Voor beide routes geldt dat het verlies van containers zal leiden tot vervuiling van de Noordzee en afhankelijk van de wind- en stromingsrichting van het kwetsbare Waddengebied.

Risicobeheersing door schepen op de vaarroutes

In de (containerscheepvaart)sector is tot nu toe geen verband gelegd tussen de consequenties van containerverlies en de aantasting van natuurwaarden van het Waddengebied. Voor containerschepen gelden geen specifieke richtlijnen, beperkingen of eisen bij het gebruikmaken van de noordelijke of zuidelijke vaarroute boven de Waddeneilanden. De zuidelijke route is korter en daarmee spelen in de routekeuze economische factoren, zoals tijd en brandstofverbruik, nadrukkelijk een rol.

De beheersing van het risico op verlies van containers bij slechte weersomstandigheden hangt in de huidige situatie af van wat kapitein en bemanning doen. De kapitein moet handelen en keuzes maken vanuit goed zeemanschap, zoals tijdig aanpassen van de koers of vaarroute. Dit is kwetsbaar, aangezien de bemanning op dit moment geen inzicht heeft in de optredende krachten en versnellingen op containers en sjormateriaal.

Bescherming van kwetsbaar natuurgebied in een internationale context

De zuidelijke en noordelijke vaarroute zijn door de *International Maritime Organization* (IMO, organisatie van de Verenigde Naties voor maritieme zaken) vastgestelde scheepvaarroutes. Nederland heeft geen zelfstandige bevoegdheden om bindende voorschriften op te stellen ten aanzien van het gebruik van deze vaarroutes of om de ligging van routes aan te passen. Alleen besluiten van de IMO kunnen leiden tot verplichtingen of voorschriften voor schepen op deze vaarroutes.

De erkenning van de Waddenzee als kwetsbaar natuurgebied (*Particularly Sensitive Sea Area*) door de IMO schept voor de betrokken kuststaten Nederland, Duitsland en Denemarken wel mogelijkheden om aanvullende (beperkende) maatregelen voor de scheepvaart voor te stellen bij de IMO. Bovendien hebben de betreffende kuststaten vanwege de internationaal erkende status van dit gebied (UNESCO-werelderfgoed, Natura 2000) de verplichting om aantasting van de natuurwaarden te voorkomen. Op dit moment zijn er voor de vaarroutes ten noorden van de Waddeneilanden geen specifieke maatregelen getroffen met als doel het Waddengebied te beschermen tegen vervuiling als gevolg van overboord geslagen containers. De kuststaten van de Waddenzee moeten daarom de bevindingen uit het internationale onderzoek en het voorliggende onderzoek met betrekking tot de aan het licht gebrachte risico's delen in IMO-verband en een voorstel ontwikkelen voor passende maatregelen. Verbetermaatregelen via de IMO zijn meerjarige trajecten en zullen dus pas op langere termijn van invloed kunnen zijn op de risicobeheersing van containerverlies nabij de Waddenzee.

Handelingsperspectief Nederlandse overheid

Na het voorval met de MSC ZOE is het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat een aantal onderzoeken gestart, waaronder onderzoek naar de mogelijkheden van het chippen van containers, onderzoek door ILT naar het slobberen van containers en aanvullende bassinproeven met onder meer andere scheepstypen. Eerder geuite zorgen, onder meer door de Waddengemeenten, hadden tot dusver niet geleid tot een gerichte aanpak voor het beheersen van de risico's op containerverlies of het uitvoeren van specifieke risicoanalyses voor de vaarroutes boven de Nederlandse Waddeneilanden.

De Nederlandse Kustwacht heeft op dit moment geen formele rol in het bepalen van routes die containerschepen ten noorden van de Waddeneilanden nemen. Wel kan de Kustwacht schepen die in oostelijke richting varen, adviseren over de keuze voor de zuidelijke of noordelijke vaarroute. Sinds de tussentijdse waarschuwing van de Onderzoeksraad gebeurt dat ook actief door te wijzen op het risico op bodemcontact bij hoge golven op de zuidelijke vaarroute, maar dit is slechts één van de routespecifieke risico's. Schepen die vanuit Duitse wateren in westelijke richting op de noordelijke of zuidelijke vaarroute varen, ontvangen op dit moment geen waarschuwing; de Duitse autoriteiten zijn in afwachting van de eindresultaten van het internationale onderzoek door PMA, BSU en de Onderzoeksraad voor Veiligheid.

Containerverlies op de vaarroutes ten noorden van de Waddeneilanden kan leiden tot aantasting van een uniek en kwetsbaar natuurgebied. Het ongeval met de MSC ZOE op 1 en 2 januari 2019 en de daaropvolgende grootschalige plasticvervuiling hebben dit op indringende wijze duidelijk gemaakt.

De lessen uit dit ongeval moeten leiden tot een betere risicobeheersing van het containertransport over de vaarroutes op de Noordzee ten noorden van het Waddengebied. De bevindingen uit het internationale onderzoek naar de toedracht van het ongeval met de MSC ZOE en het voorliggende onderzoek naar risico's op de vaarroutes, vormen de basis om tot een aanpak te komen waarmee containerverlies nabij het Waddengebied op korte en langere termijn wordt voorkomen.

Voorzorg ter bescherming van de natuur van het Waddengebied

Op de vaarroutes ten noorden van de Waddeneilanden is het verlies van containers een reëel risico dat – ongeacht de precieze aard van de inhoud – leidt tot vervuiling van de Noordzee. Afhankelijk van wind- en stromingsrichting zullen de container en de inhoud het Waddengebied vervuilen. De ernst van deze vervuiling mag niet worden onderschat. Nog afgezien van de eventuele lange termijnschade op organismen, bijvoorbeeld door verspreiding van moeilijk afbreekbare microplastics, zijn verloren containers een directe aantasting van de natuurwaarde van het Waddengebied met zijn unieke variëteit aan flora en fauna. Het ongeval met de MSC ZOE is een omslagpunt in de perceptie van containerverlies op de vaarroutes en moet leiden tot het besef bij alle betrokken partijen dat elke verloren container in dit gebied er één te veel is en dat containerverlies dus vermeden moet worden.

Containerverlies voorkomen vergt kennis van de risico's van containerverlies op vaarroutes ten noorden van de Waddeneilanden. Dit onderzoek heeft risico's op containerverlies voor grote, brede containerschepen bij specifieke weerscondities, namelijk een stormachtige noordwestenwind, op de vaarroutes boven de Waddeneilanden aan het licht gebracht. Verder onderzoek is nodig om voor de vaarroutes nabij de Waddeneilanden ook de risico's bij andere omstandigheden en/of andere scheepsgrootten en scheepstypen in kaart te brengen. Het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft al een belangrijke stap gezet door aanvullend onderzoek op te starten.

De nieuwe inzichten in de risico's en de onderkenning van de onwenselijkheid van aantasting van de natuurwaarde van het Waddengebied als gevolg van containerverlies moeten aanleiding zijn voor de containerscheepvaartsector, de Nederlandse overheid en de *International Maritime Organization* (IMO, organisatie van de Verenigde Naties voor maritieme zaken) om maatregelen te treffen om containerverlies op deze plek te voorkomen. De status van de Waddenzee als UNESCO Werelderfgoed en *Particularly Sensitive Sea Area* (PSSA) van de IMO onderstreept de noodzaak hiervan en biedt mogelijkheden om deze verantwoordelijkheid waar te maken.

Internationale aanpak om containerverlies te voorkomen

De twee vaarroutes ten noorden van de Waddeneilanden zijn in internationaal verband vastgelegd door de IMO. Op dit moment gelden op geen van beide vaarroutes routeringsmaatregelen voor containerschepen met als doel verlies van containers tegen te gaan. Eventuele aanpassingen van de routes of andere maatregelen voor (een bepaalde categorie) containerschepen op deze routes kunnen alleen in IMO-verband worden vastgesteld op initiatief van een of meer lidstaten.

Nederland is nu aan zet om – samen met Waddenstaten Duitsland en Denemarken – de kennis van routespecifieke risico's die uit dit onderzoek naar voren komen en mogelijk nog andere te identificeren risicovolle scenario's op de twee vaarroutes, te vertalen naar een uitgewerkt voorstel voor maatregelen in IMO-verband. Doel van dit voorstel moet zijn het minimaliseren van containerverlies ten noorden van de Waddeneilanden en bescherming van het Waddengebied. Hierbij kan gedacht worden aan beperkende maatregelen voor (een bepaalde categorie) containerschepen en zo nodig het aanpassen van de twee vaarroutes ten noorden van de Waddeneilanden. In dat kader kan ook overwogen worden het gebied van PSSA Waddenzee nog verder uit te breiden naar bijvoorbeeld de zuidelijke vaarroute.

De coalitie van Waddenstaten wordt nog versterkt indien ook Panama wordt betrokken. Panama had als vlaggenstaat van de MSC ZOE de leiding over het internationale toedrachtsonderzoek. Bovendien vaart circa een kwart van de wereldhandelsvloot onder Panamese vlag. Verder kan Nederland zijn invloed laten gelden via zijn zetel in het dagelijks bestuur van de IMO; deze zetel werd eind 2019 met nog eens twee jaar verlengd. De minister van Infrastructuur en Waterstaat stelde op de IMO-conferentie in november 2019 dat Nederland veiligheid hoog op de agenda wil houden en hierover wereldwijd goede afspraken wil maken. Zij benadrukte het Nederlandse belang met verwijzing naar het containerverlies voor de Waddenkust in januari 2019. Het is nu aan Nederland om deze ambitie waar te maken en tot actie over te gaan. De voorliggende onderzoeken en de daaraan ontleende inzichten in de risico's op containerverlies in het Waddengebied bieden een goede basis.

Aanpak op korte termijn

Het traject om de risico's met maatregelen via de IMO beter te beheersen gaat zeker een aantal jaren duren. Daarom is het belangrijk dat de Nederlandse overheid ook kijkt naar wat er nu direct gedaan kan worden om containerverlies op de vaarroutes ten noorden van de Waddeneilanden te voorkomen. Een goede mogelijkheid is om de adviserende rol van de Kustwacht uit te breiden ten opzichte van de advisering omtrent het risico op bodemcontact die nu al plaatsvindt. De Kustwacht kan in staat worden gesteld om containerschepen van relevante informatie te voorzien en concrete adviezen te geven over de vaarroute of benodigd manoeuvreren, zodat ze onder alle golf- en weersomstandigheden veilig varen langs de Waddeneilanden. Belangrijk is hierbij ook om intensief samen te werken met Duitsland en Denemarken om tot een eenduidige grensoverschrijdende aanpak te komen.

Niet minder belangrijk is dat de containerscheepvaartsector zelf snel lering trekt uit het voorval met de MSC ZOE. Het voorkomen van containerverlies is in de eerste plaats een verantwoordelijkheid van rederijen en kapiteins van containerschepen. Voor de invulling van deze verantwoordelijkheid is van belang dat zij bij het varen op zowel de noordelijke als de zuidelijke vaarroute ten noorden van de Waddeneilanden zich bewust zijn van de complexe relatie tussen omgevingsomstandigheden, scheepsbewegingen, scheepsstabiliteit en limieten van sjorsystemen en containers.

Per direct kunnen en moeten zowel rederijen als kapiteins van containerschepen in de reisvoorbereiding en tijdens de reis anticiperen op de routespecifieke risico's van de vaarroutes boven de Waddeneilanden. Dit houdt in dat kapiteins beschikken over informatie en kennis van zowel alle routespecifieke weer- en golfcondities, als de interactie daarvan met de kenmerken en ontwerpcriteria van hun schip en de belading. Verder bieden conclusies en aanbevelingen van het internationale onderzoek concrete aanknopingspunten voor het invullen van de verantwoordelijkheid van rederijen en kapiteins. Een belangrijk voorbeeld hiervan is het ontwikkelen en gebruiken van instrumenten om versnellingen tijdens het varen te meten.

Gezien de aantasting van de natuurwaarde, de onzekerheden over de ecologische schade en de kwetsbaarheid van het Waddengebied is voorzorg noodzakelijk. Dat betekent dat in dit gebied containerverlies voorkomen moet worden. De Nederlandse overheid kan en moet zowel zelfstandig als in samenwerking met de Duitse, Deense en Panamese overheid het voortouw nemen om dit doel te bereiken. Ook de container- en scheepvaartsector kan en moet daartoe stappen zetten. De Nederlandse container- en scheepvaartsector kan een rol spelen – zowel verbindend als aanjagend – door initiatief te nemen om verbeteringen in gang te zetten in de internationale wereld van het containervervoer.

AANBEVELINGEN

Het minimaliseren van de risico's van containerverlies op de twee vaarroutes ten noorden van de Waddeneilanden vergt een integrale aanpak door de betrokken partijen: de containerscheepvaartsector, de IMO en de Nederlandse overheid. In het internationale onderzoek naar de toedracht van het voorval met de MSC ZOE en dit onderzoek naar risico's op de vaarroutes ten noorden van de Waddeneilanden worden aanbevelingen gedaan om containerverlies nabij het Waddengebied te voorkomen. De aanbevelingen van beide onderzoeken moeten in samenhang worden beschouwd.

Aanbevelingen internationaal onderzoeksrapport

In het internationale rapport¹ worden aanbevelingen gedaan aan de Panamese, Duitse en Nederlandse overheden om in IMO-verband de technische eisen die gesteld worden aan containerschepen te herzien. Meer specifiek gaat het dan om:

1. de ontwerpeisen die gesteld worden aan sjorsystemen en containers,
2. de eisen ten aanzien van belading en stabiliteit van containerschepen,
3. verplichtingen ten aanzien van instrumenten die inzicht bieden in slingerbewegingen en versnellingen, en
4. de technische mogelijkheden tot het detecteren van containerverlies.

Ook worden aanbevelingen gedaan aan de Duitse en Nederlandse overheden om in samenwerking met Denemarken de noodzaak van aanvullende maatregelen op deze vaarroutes dan wel aanpassingen aan de routes te onderzoeken en op basis daarvan een voorstel in te dienen bij de IMO. Daarnaast krijgt de reder van de MSC ZOE de opdracht om bemanning die in dit gebied vaart nadrukkelijk te attenderen op de routespecifieke risico's, en om hun schepen zo uit te rusten dan wel te beladen dat containerverlies wordt tegengegaan. Tenslotte wordt de internationale maritieme sector, via de *World Shipping Council* en de *International Chamber of Shipping*, opgeroepen om de veiligheidslessen uit het onderzoek actief te communiceren en het voortouw te nemen in het opstellen van veiligheidseisen en in het innoveren in zowel scheepsontwerp als containertransport zodat het risico op containerverlies ook in de omstandigheden zoals nabij het Waddengebied wordt geminimaliseerd.

De onderstaande aanbevelingen die volgen uit het onderzoek naar de vaarroutes zijn specifiek gericht aan Nederlandse partijen.

¹ De aanbevelingen staan in het toedrachtsrapport dat het resultaat is van het internationale onderzoek. Het complete rapport staat op de website van de Onderzoeksraad en van de BSU.

Initiatief tot internationale aanpak om containerverlies te voorkomen

In het gebied ten noorden van het Waddengebied gelden er op dit moment geen beperkingen voor de containerscheepvaart met betrekking tot de twee internationaal vastgelegde vaarroutes: de zuidelijke en de noordelijke vaarroute. Aanvullende routeringsmaatregelen voor (een bepaalde categorie) containerschepen kunnen alleen door IMO worden vastgesteld op initiatief van een of meer lidstaten.

Aan de minister van Infrastructuur en Waterstaat

1. Neem in samenwerking met de Waddenstaten Duitsland en Denemarken het initiatief voor een concreet voorstel aan de IMO met maatregelen voor de internationale containerscheepvaart om containerverlies op beide vaarroutes ten noorden van de Waddeneilanden te voorkomen. Dat kan bijvoorbeeld door herziening van technische standaarden, het instellen van beperkingen, aanbevolen routes, voorzorgsgebieden (*precautionary areas*), verkeersbegeleiding en/of informatievoorziening. Benut daarbij de status van de Waddenzee als *Particularly Sensitive Sea Area* (PSSA) en de mogelijkheden van de IMO-standaarden voor het treffen van maatregelen ter bescherming van een PSSA. Maak gebruik van de uitkomsten van dit onderzoek en andere onderzoeken naar routespecifieke risico's (zie ook aanbeveling 5).

Aanpak op korte termijn

Besluitvorming bij de IMO is een langdurig proces. Daarom dient Nederland vanuit voorzorg ter bescherming van de Waddenzee, parallel aan dat proces zelf binnen de bestaande wettelijke kaders direct maatregelen te nemen om risico's op containerverlies te minimaliseren. Bovenal heeft de containerscheepvaartsector zelf een maatschappelijke verantwoordelijkheid om containerverlies te voorkomen, zeker nabij de Waddeneilanden maar ook elders.

Aan de minister van Infrastructuur en Waterstaat

2. Informeer rederijen en kapiteins van grote containerschepen op structurele wijze over de vier in dit onderzoek naar voren gekomen hydrodynamische fenomenen die zich bij dwarsscheepse hoge golven kunnen voordoen op de beide vaarroutes ten noorden van de Waddeneilanden. Vermeld hierbij dat deze fenomenen en combinaties van deze fenomenen bij grote, brede en stabiele containerschepen krachten veroorzaken die kunnen leiden tot verlies van containers. Indien uit andere onderzoeken nog andere routespecifieke risico's naar voren komen, dienen rederijen en kapiteins ook hierover direct te worden geïnformeerd.
3. Geef de Kustwacht de taken, bevoegdheden en middelen die nodig zijn om containerschepen te begeleiden zodat schepen onder alle golf- en weersomstandigheden veilig varen langs de Waddeneilanden. Onderzoek hiervoor de mogelijkheden voor verkeersbegeleiding van containerschepen, zoals het instellen van een VTS-gebied, actieve verspreiding van waarschuwingen aan de scheepvaart over heersende weers- en golfcondities in het Nederlandse deel van de Noordzee en innoveren in de manier waarop dergelijke informatie wordt aangereikt. Betrek de Kustwacht en Rijkswaterstaat bij het vormgeven van deze rol en verantwoordelijkheid. Zoek hierbij ook samenwerking en/of afstemming met Duitsland over de beoogde taken.

Aan Nederland Maritiem Land en de Koninklijke Vereniging van Nederlandse Reders

4. Communiceer actief de lessen uit dit onderzoek en het internationale toedrachtsonderzoek en neem in uw nationale en internationale netwerken een voortrekkersrol in het overeenkomen en uitdragen van principes en industriestandaarden die de veiligheid van containervervoer in de nabijheid van de Wadden bevorderen.

Inzicht in routespecifieke risico's ten noorden van de Waddeneilanden

De risico's die door dit onderzoek aan het licht zijn gebracht hebben betrekking op een scenario voor grote, brede en stabiele containerschepen. Verder onderzoek is nodig om ook de risico's bij andere omstandigheden en andere type (container)schepen dan een groot containerschip als de MSC ZOE in kaart te brengen. De eerste stappen voor dit vervolgonderzoek zijn al gezet door het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Dit verdient verdere opvolging.

Aan de minister van Infrastructuur en Waterstaat

5. Onderzoek in hoeverre de in dit rapport genoemde routespecifieke risico's op containerverlies op de vaarroutes nabij de Waddeneilanden kunnen optreden bij verschillende type containerschepen en bij verschillende meteorologische en maritieme omstandigheden. Betrek in dit onderzoek alle incidenten en andere signalen die mogelijk duiden op andere nog niet onderkende risico's van containerverlies op genoemde vaarroutes.
6. Maak een periodieke risicoanalyse van de routespecifieke risico's die tot containerverlies kunnen leiden op de vaarroutes nabij de Waddeneilanden met het oog op de veiligheid van de scheepvaart en bescherming van de Noordzee en het Waddengebied en maak deze analyse tot een vast onderdeel van het Noordzeebeleid. Maak hierbij in ieder geval gebruik van een systeem van monitoring en analyse van zeescheepvaartvoorvallen en bijna-voorvallen op deze vaarroutes. Betrek hierin ook de ontwikkelingen in de scheepvaart zoals schaalvergroting, veranderingen in het verkeersbeeld van de scheepvaart en (toekomstige) wijzigingen in infrastructuur en gebiedsactiviteiten op de Noordzee.

ir. J.R.V.A. Dijsselbloem
Voorzitter van de Onderzoeksraad

mr. C.A.J.F. Verheij
Secretaris-directeur

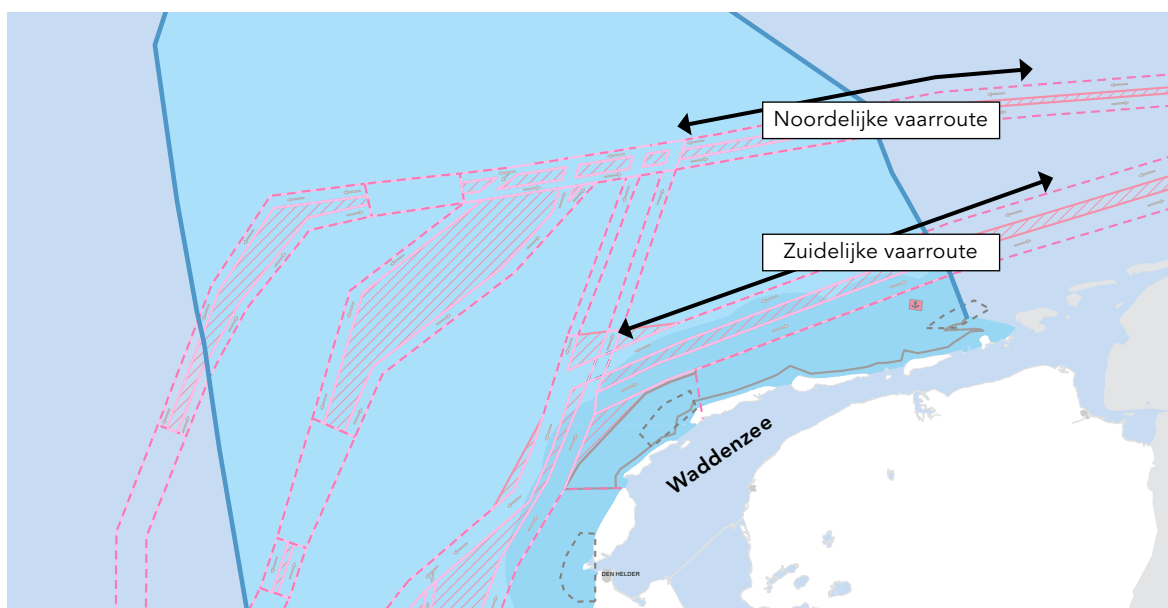
LIJST VAN AFKORTINGEN

| | |
|--------------|---|
| BSU | <i>Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung</i> , scheepvaartongevalsonderzoeksinstantie van Duitsland |
| EEZ | Exclusieve Economische Zone |
| IDON IenW | Interdepartementaal Directeuren Overleg Noordzee (Ministerie van) Infrastructuur en Waterstaat |
| IMO | <i>International Maritime Organization</i> , de maritieme organisatie van de Verenigde Naties |
| LNV | (Ministerie van) Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit |
| MARIN | <i>Maritime Research Institute Netherlands</i> |
| MSC | <i>Mediterranean Shipping Company</i> , reder van het schip MSC ZOE |
| NIOZ | Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee |
| PMA | <i>Panama Maritime Authority</i> , scheepvaartongevalsonderzoeksinstantie van Panama |
| PSSA | <i>Particularly Sensitive Sea Area</i> , bijzonder kwetsbaar zeegebied |
| SOLAS | <i>Safety Of Life At Sea</i> , Internationaal Verdrag voor de beveiliging van mensenlevens op zee |
| TEU | <i>Twenty Foot Equivalent Unit</i> , aanduiding voor de afmetingen van containers. 1 TEU is een container van 20 voet lang |
| TUHH | <i>Technische Universität Hamburg</i> , Technische Universiteit van Hamburg |
| ULCS | <i>Ultra Large Container Ship</i> , een veel gehanteerde benaming voor een zeer groot containerschip. In dit rapport wordt hieronder verstaan een containerschip met een capaciteit van meer dan 10.000 TEU |
| UNESCO | <i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation</i> , een gespecialiseerde organisatie van de Verenigde Naties |
| VDR | <i>Voyage Data Recorder</i> , reisgegevensrecorder, gebruikt in de scheepvaart |
| WUR | Wageningen University & Research |

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

De Noordzee is een van de drukst bevaren zeegebieden in de wereld.² Om het scheepvaartverkeer in goede banen te leiden, gelden op de Noordzee diverse routeringsmaatregelen. Ten noorden van de Waddeneilanden loopt een verkeersscheidingsstelsel dicht langs de Nederlandse kust en er loopt een verkeersscheidingsstelsel meer noordelijk. Deze zogenoemde zuidelijke en noordelijke vaarroutes worden veel bevaren door schepen met onder meer bestemming Bremerhaven, Hamburg of Kielerkanaal en in omgekeerde richting door schepen met bestemming Rotterdam, Antwerpen of verder zuidelijk.



Figuur 1: Locatie noordelijke en zuidelijke vaarroute ten noorden van de Waddeneilanden.

De Waddenzee, het zeegebied tussen de Waddeneilanden en het Nederlandse vasteland, is een uniek natuurgebied en staat op de UNESCO Werelderfgoedlijst.³ Daarnaast is de Waddenzee door de *International Maritime Organization* (IMO), de maritieme organisatie van de Verenigde Naties, aangewezen als een *Particularly Sensitive Sea Area*, een bijzonder kwetsbaar zeegebied. Op initiatief van het Verenigd Koninkrijk, Duitsland en Nederland heeft de IMO ook (al eerder) beschermingsmaatregelen

² Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Ministerie van Economische Zaken, *Beleidsnota Noordzee 2016-2021*, december 2015.

³ De Waddenzee is de binnenzee tussen de Waddeneilanden en de Noordzee aan de ene kant, en aan de andere kant het vasteland van Nederland, Duitsland en Denemarken.

genomen door olietankers te verplichten de noordelijke vaarroute te gebruiken.⁴ Niet omdat de noordelijke route inherent veiliger is dan de zuidelijke route, maar omdat er dan tijd is om bij een calamiteit verloren olie op te ruimen, voordat deze de Waddenzee en kust van de Waddeneilanden bereikt.

De Waddenzee staat in open verbinding met de Noordzee. Daarmee is het Waddengebied ook kwetsbaar voor vervuiling die ontstaat op de Noordzee. Als containerschepen lading verliezen, kan die aanspoelen op de stranden. Naast de eventuele lange termijnschade aan organismen, is vervuiling op zich al een aantasting van de natuurwaarde. Dit werd zichtbaar toen de MSC ZOE in de nacht van 1 op 2 januari 2019 342 containers verloor. De stranden van de Nederlandse en Duitse Waddeneilanden en de Fries-Groningse kust werden bezaaid met de inhoud van de containers. Nog maanden na het voorval spoelde lading van de MSC ZOE aan.⁵

De MSC ZOE, gebouwd in 2014, heeft een capaciteit van 19.224 20-voet containers (TEU)⁶ en had ten tijde van het voorval 2.659 20-voet en 5.403 40-voet containers (omgerekend 13.465 TEU) aan boord. De omvang van de MSC ZOE is exemplarisch voor de enorme schaalvergroting die de containerbranche in de afgelopen decennia heeft ondergaan. Waar het grootste schip in 2005 ongeveer 10.000 TEU vervoerde, kan het grootste schip dat in 2019 in de vaart is genomen, 23.756 TEU vervoeren.⁷ De containerschepen worden nog steeds groter.

Vanwege de impact op het milieu is het voorval met de MSC ZOE geclassificeerd als een 'zeer ernstig' scheepvaartongeval.⁸ De toedracht van het voorval met de MSC ZOE is onderzocht door een internationaal onderzoeksteam. Conform de IMO-standaarden voor scheepvaartongevalsonderzoek⁹ had de *Panama Maritime Authority* (PMA) de leiding, omdat Panama de vlaggenstaat is van het betreffende schip. Nederland en Duitsland zijn vanwege de locatie en de impact van het voorval betrokken bij het onderzoek als staten met aanmerkelijk belang. PMA, de Duitse *Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung* (BSU) en de Onderzoeksraad voor Veiligheid hebben dit voorval gezamenlijk onderzocht. Het eindrapport met de conclusies uit dit onderzoek is separaat gepubliceerd.

Bij het voorval van de MSC ZOE was er geen Nederlandse betrokkenheid, anders dan dat de MSC ZOE zich op het moment van het overboord gaan van de containers in het Nederlandse deel van de Noordzee bevond. Nederland heeft, samen met Duitsland, bij dit ongeval wel te kampen gehad met de gevolgen, namelijk de vervuiling van het Waddengebied. De vraag is wat Nederland kan doen om dit soort ongevallen te voorkomen en indien ze zich toch voordoen de schadelijke gevolgen ervan zoveel

4 Kamerstukken II 2002/03, 28 816, nr.1.

5 Bron: <https://www.trouw.nl/nieuws/onderhandelen-de-reder-van-de-msc-zoe-moet-gewoon-betalen-b27901a8/> (geraadpleegd op 16 april 2020).

6 TEU (ook wel teu). De afkorting TEU staat voor Twenty Foot Equivalent Unit en wordt gebruikt als aanduiding voor de afmetingen van containers. 1 TEU is een container van 20 voet lang, 8 voet breed en meestal 8,6 voet hoog (in meters: 6,10 x 2,44 x 2,62 m). Een container van 40-voet lang geldt als 2 TEU.

7 Bron: <https://www.maritiemnederland.com/nieuws/rotterdam-ontvangt-grootste-containerschip-te-wereld>.

8 Classificatie conform de Casualty Investigation Code (CI-CODE) van de IMO. Dit zijn internationale standaarden voor veiligheidsonderzoeken naar ongevallen en incidenten op zee.

9 Casualty Investigation Code (CI-CODE) van de IMO.

mogelijk te beperken. Deze vraag is urgent aangezien de potentiële schade toeneemt als gevolg van steeds groter wordende containerschepen. De Onderzoeksraad heeft daarom een aanvullend onderzoek uitgevoerd gericht op de vaarroutes boven de Nederlandse Waddeneilanden.

In het kader van dit onderzoek heeft de Onderzoeksraad de risico's op containerverlies op de zuidelijke vaarroute nader onderzocht. Een bevinding uit dit onderzoek is dat brede, grote containerschepen in zware weersomstandigheden op de zuidelijke vaarroute boven de Waddeneilanden kans lopen op bodemcontact, waarbij grote krachten kunnen optreden op het schip en de lading. Om die reden heeft de Onderzoeksraad in oktober 2019 een tussentijdse waarschuwing uitgebracht. Deze betrof het risico voor schepen met vergelijkbare afmetingen als de MSC ZOE op contact of bijna contact met de zeebodem op de zuidelijke vaarroute bij bepaalde wind- en golfcondities.¹⁰

Op het moment van de tussentijdse waarschuwing was het onderzoek nog in volle gang. Met dit rapport worden de resultaten van het gehele onderzoek publiek gemaakt. De bevindingen die relevant waren voor het onderzoek naar de toedracht van het ongeval met de MSC ZOE zijn conform internationale afspraken ingebracht in het internationale onderzoek.

1.2 Focus onderzoek

Het onderzoek van de Onderzoeksraad richt zich op de risico's op grootschalig verlies van containers op de vaarroutes ten noorden van de Waddeneilanden door grote containerschepen. Doel van het onderzoek van de Onderzoeksraad is een bijdrage te leveren aan een betere risicobeheersing van het containertransport over de vaarroutes op de Noordzee ten noorden van het Waddengebied. Hiervoor is het nodig om te kijken naar de routespecifieke risico's op containerverlies door grote containerschepen. De focus ligt hierbij op de omstandigheden die mogelijk kunnen leiden tot onveilige situaties bij grote containerschepen in de vaarroutes boven de Waddeneilanden. Hierbij zijn de omstandigheden ten tijde van het voorval met de MSC ZOE gekozen als uitgangspunt, aangezien dit een bewezen risicovolle situatie voor grote containerschepen betreft.

In het onderzoek staan de volgende hoofdvragen centraal:

Wat zijn voor grote containerschepen zoals de MSC ZOE de routespecifieke risico's op containerverlies op de zuidelijke vaarroute ten noorden van de Waddeneilanden?

In hoeverre zijn deze routespecifieke risico's ook van toepassing op de noordelijke vaarroute?

Op welke manier wordt bij containervervoer over zee rekening gehouden met de routespecifieke risico's van de vaarroutes boven de Waddeneilanden?

¹⁰ Zie Bijlage C voor de volledige tekst van de tussentijdse waarschuwing.

Afbakening

Directe aanleiding voor dit onderzoek is het voorval met de MSC ZOE, een zeer groot containerschip (*Ultra Large Container Ship*).¹¹ De toedracht van het voorval met de MSC ZOE is onderwerp van het internationale onderzoek onder verantwoordelijkheid van de PMA. De Onderzoeksraad heeft deelgenomen aan dit onderzoek en relevante informatie uit het onderzoek van de Onderzoeksraad is verwerkt in het internationale onderzoek. Zie paragraaf 1.3 voor verdere toelichting op het internationale onderzoek.

Dit onderzoek van de Onderzoeksraad richt zich specifiek op de routespecifieke risico's op containerverlies op de vaarroutes in de Noordzee ten noorden van de Waddeneilanden voor een zeer groot containerschip zoals de MSC ZOE. Vanwege de focus op de vaarroutes richt het onderzoek zich niet op de technische ontwerpcriteria en certificatie van containerschepen, containers en bevestigingsmechanismen/sjormaterialen. Vanwege de focus op zeer grote containerschepen zoals de MSC ZOE zal dit onderzoek wel nuttig maar geen nauwkeurig inzicht geven in risico's op containerverlies door andere type (container)schepen.

Scheepsbewegingen brengen ook risico's voor de bemanning met zich mee, maar dit onderwerp valt buiten de scope van dit onderzoek met nadruk op het risico containerverlies. De navolgende onderwerpen met betrekking tot de effecten van containerverlies vallen ook buiten de scope van het onderzoek:

- Uitvoering van het incidentenmanagement en de crisisbeheersing direct na het voorval met de MSC ZOE.¹²
- (Lange termijn) effecten van plasticvervuiling in zee- en kustgebieden rond de Waddeneilanden als gevolg van het voorval met de MSC ZOE.

De Onderzoeksraad heeft wel kennis genomen van onderzoeken naar de effecten van plasticvervuiling om een beeld te krijgen van de ernst van verlies van containers in het algemeen met plastic(producten) in het bijzonder. Ook heeft de Onderzoeksraad experts op het gebied van mariene ecologie en (micro)plasticvervuiling geraadpleegd.

Een uitgebreide toelichting op de opzet en uitvoering van het onderzoek staat in bijlage A.

1.3 Andere onderzoeken

Internationaal onderzoek naar de toedracht

Het voorval met de MSC ZOE is conform de *Casualty Investigation Code* van de IMO en de Europese Richtlijn 2009/18/EG geclassificeerd als een 'zeer ernstig ongeval op zee'. Dit verplicht de vlaggenstaat van de MSC ZOE tot het uitvoeren van een ongevalsonderzoek. De maritieme onderzoeksinstanties van de vlaggenstaat Panama en staten met een aanmerkelijk belang (Duitsland en Nederland) hebben overeenstemming bereikt over een samenwerkingsprocedure om het onderzoek uit te voeren.

¹¹ Ultra Large Container Ship (ULCS) is een veel gehanteerde benaming voor een zeer groot containerschip. In dit rapport wordt hieronder verstaan een containerschip met een capaciteit van meer dan 10.000 TEU.

¹² Het Instituut voor Fysieke Veiligheid heeft hier onderzoek naar gedaan. Zie paragraaf 1.3 voor verdere toelichting op dit onderzoek.

De *Panama Maritime Authority* (PMA) heeft als onderzoeksinstantie van de vlaggenstaat het voortouw genomen bij het onderzoek naar de toedracht van het verlies van containers van de MSC ZOE. Namens Duitsland en Nederland hebben respectievelijk de onderzoeksinstanties *Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung* (BSU) en de Onderzoeksraad voor Veiligheid deelgenomen aan het onderzoek.

Op 6 januari 2019 kwamen de veiligheidsonderzoekers van PMA, BSU en de Onderzoeksraad samen aan boord van de MSC ZOE in Bremerhaven en startten het ongevalsonderzoek. Tijdens het onderzoek ter plaatse zijn relevante gegevens en informatie veilig gesteld, waaronder verklaringen van de bemanning, gegevens van de *Voyage Data Recorder* (VDR), gegevens van de laadcomputer en het sjorprogramma, het stuwplan van de containers, het stabiliteitshandboek en logboekuittreksels. Bovendien werd de schade geïventariseerd.¹³

Om de (tussentijdse) resultaten af te stemmen en vervolgstappen te bepalen, hebben de PMA, BSU en de Onderzoeksraad gezamenlijke bijeenkomsten georganiseerd in Hamburg, Napels en Den Haag.

Zowel de BSU als de Onderzoeksraad hebben experts geraadpleegd over het gedrag van schepen in zeecondities en de omstandigheden langs de vaarroute ten noorden van de Waddeneilanden. Zo heeft de BSU de Technische Universiteit van Hamburg (TUHH, *Technische Universität Hamburg*) opdracht gegeven om berekeningen van de bewegingen van het schip MSC ZOE en de resulterende versnellingen uit te voeren. De Onderzoeksraad heeft de kennis- en onderzoeksinstituten Deltares en het *Maritime Research Institute Netherlands* (MARIN) gevraagd de meteorologische en golfomstandigheden langs de vaarroute tijdens de storm van 1 en 2 januari 2019 en het effect van deze omstandigheden op zeer grote containerschepen zoals de MSC ZOE te bepalen. De studies van Deltares en MARIN zijn geïnitieerd vanuit het onderzoek van de Onderzoeksraad en specifiek gericht op de vaarroutes boven de Waddeneilanden. De resultaten zijn ook benut in het internationale onderzoek naar de toedracht.

Strafrechtelijk onderzoek (Nederland)

Onder leiding van het Openbaar Ministerie is een strafrechtelijk onderzoek gestart naar het voorval. Het onderzoek wordt uitgevoerd door de Maritieme Politie en de Inspectie Leefomgeving en Transport.

Onderzoek crisisbeheersing

Het Instituut Fysieke Veiligheid heeft op verzoek van de veiligheidsregio's Fryslân, Groningen en Noord-Holland Noord en van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW), de crisisbeheersing na het voorval met de MSC ZOE geëvalueerd.¹⁴

¹³ Voorafgaand aan de start van het internationale ongevalsonderzoek vond op 3 januari de Port State Control inspectie plaats in Bremerhaven. Deze inspectie is een verplichting uit de Europese Richtlijn 2009/16/EG voor schepen waarbij onverwachte factoren zijn opgetreden, zoals problemen met de lading. Verdere toelichting op de uitgevoerde inspectie is gegeven in het internationale onderzoek.

¹⁴ Instituut voor Fysieke Veiligheid, *Containercalamiteit in het Noorden: de aanpak en impact. Een evaluatie ten behoeve van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat*, 13 juni 2019 en *Containercalamiteit: crisisbeheersing in het Waddengebied. Een evaluatie in opdracht van de veiligheidsregio's Fryslân, Groningen en Noord-Holland Noord*, 18 juni 2019.

Verder heeft TNO in opdracht van het ministerie van IenW een inventarisatie gemaakt van de technologische mogelijkheden voor het lokaliseren en het bepalen van de inhoud van containers.¹⁵

Onderzoek milieugevolgen

In opdracht van de minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) zijn twee onderzoeken uitgevoerd:

- Wageningen University & Research (WUR) heeft een quick scan uitgevoerd naar de mogelijke ecologische gevolgen.¹⁶
- WUR en Universiteit Utrecht hebben onderzoek gedaan naar de doodsoorzaak en de herkomst van de zeekoeten die massaal strandden op de Nederlandse kust in januari en februari 2019.¹⁷

Verder wordt in opdracht van Rijkswaterstaat en onder coördinatie van de Waddenacademie een meerjarig onderzoeks- en monitoringplan uitgevoerd dat gericht is op onderzoek naar de gevolgen op korte termijn (1-5 jaar) en op lange termijn (meer dan vijf jaar) van het verlies van de containers en hun inhoud – specifiek de effecten van (micro)plastics – op het ecosysteem van de Noordzeekustzone en de Waddenzee. Hieraan werken onder meer mee Wageningen Marine Research en het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ).¹⁸ In oktober 2020 wordt de eindrapportage verwacht met alle resultaten van de analyses, conclusies en indien van toepassing, een schets van de verdere ‘vinger aan de pols’ monitoring.¹⁹

De Rijksuniversiteit Groningen brengt in samenwerking met het NIOZ, WUR en de Radboud Universiteit Nijmegen de omvang en verspreiding van plastics in kaart na het voorval met de MSC ZOE. Daartoe is de website www.waddenplastic.nl en een webapplicatie gelanceerd. Hiermee helpen vrijwilligers korrels in het gebied te tellen; via de app kunnen ze hun tellingen samen met de vindlocatie doorgeven.

15 TNO Traffic & Transport, *Inventory of technologies for monitoring, tracking and identification of maritime containers and their cargo*, 25 september 2019.

16 M.J. Baptist e.a., *Mogelijke ecologische gevolgen containerramp MSC Zoe voor Waddenzee en Noordzee: een quickscan*, Wageningen University & Research | Wageningen Marine Research, maart 2019.

17 M.F. Leopold e.a., *De Zoe en de zeekoet - een onderzoek naar de doodsoorzaak en de herkomst van de zeekoeten die massaal strandden op de Nederlandse kust in januari en februari 2019*, Wageningen Marine Research, Universiteit Utrecht en Wageningen Bioveterinary Research, in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoek, maart 2019.

18 K. Philippart, L. Hanssen & J. van Dijk (2019), *Wat zijn de gevolgen van de door de MSC Zoe verloren lading voor de Noordzeekustzone en de Waddenzee? Onderzoeks- en monitoringplan voor de korte- en langetermijngevolgen van microplastics voor het Waddengebied en haar bewoners*. Position Paper 2019-01. Waddenacademie, Leeuwarden.

19 NIOZ WUR, *Notitie over de status van het onderzoek naar ecologische effecten van het MSC ZOE incident met focus op microplastics*, 30 januari 2020.

1.4 Opbouw van het rapport

In hoofdstuk 2 is het referentiekader opgenomen, dat de Onderzoeksraad heeft gebruikt in dit onderzoek. Hoofdstuk 3 bevat feitelijke informatie over containertransport, de vaarroutes boven de Waddeneilanden en het ruimtelijk gebruik van de Noordzee. Deze informatie is van belang voor goed inzicht in de routespecifieke risico's die in hoofdstuk 4 aan bod komen. Daarna volgt een analyse van de risicobeheersing bij containervervoer op vaarroutes ten noorden van de Waddeneilanden in Hoofdstuk 5. Het rapport sluit af met conclusies en aanbevelingen.

2 REFERENTIEKADER

De Onderzoeksraad voert ongevalsonderzoek uit gericht op het verbeteren van de veiligheid in Nederland en kijkt daarbij vooral naar die situaties waarbij burgers voor hun veiligheid afhankelijk zijn van de overheid, bedrijven of instellingen. Vanuit deze doelstelling onderzoekt de Raad naar aanleiding van het voorval met de MSC ZOE de risico's op containerverlies door grote containerschepen als gevolg van plaatselijke omstandigheden op de vaarroutes ten noorden van de Waddeneilanden. De Raad richt zich niet op schuld of aansprakelijkheid. Doel van zijn onderzoek is lering te trekken om de kans op een voorval als dat met de MSC ZOE in de toekomst te verkleinen, of de gevolgen ervan te beperken.

De Raad stelt per onderzoek een referentiekader vast. Dit kader schetst de uitgangspunten en normen waaraan de betrokken partijen zouden moeten voldoen om veiligheidsrisico's op een bepaald terrein te beheersen. Door afwijkingen ten opzichte van het referentiekader te identificeren, wordt inzichtelijk gemaakt op welke aspecten veiligheidswinst is te behalen.

Het referentiekader van het huidige onderzoek is gebaseerd op relevante wet- en regelgeving, algemene uitgangspunten en normen en de status die het Waddengebied nationaal en internationaal heeft. Het kader bestaat uit de volgende onderdelen:

- Containerverlies in de natuur,
- Veiligheidsmanagement door betrokken bedrijven,
- Verantwoordelijkheden van de kapitein en bemanning, en
- De rol van de Nederlandse overheid.

2.1 Containerverlies in de natuur

In het licht van het totaal aantal containers dat iedere dag vervoerd wordt, is het aantal op zee verloren containers relatief klein. Iedere container die in zee belandt, is echter in absolute zin vervuiling. Dit geldt des te meer voor containerverlies op vaarroutes door en nabij natuurgebieden.

De inhoud van containers kan zeer divers zijn, variërend van consumentengoederen tot chemicaliën. Logischerwijs is de ernst van de impact van containerverlies voor natuurgebieden afhankelijk van de inhoud van containers. Tegelijkertijd horen deze spullen uit containers niet in de natuurgebieden en tasten de natuurwaarde aan, ongeacht de schade aan organismen. In veel gevallen is het een grote of zelfs ondoenlijke opgave om een vervuild natuurgebied weer schoon te krijgen. Bovendien kan de inhoud ook lang nadat de containers overboord zijn gevallen nog aanspoelen en zich verder in zee verspreiden.

Op welke manier de natuur en het milieu schade ondervinden van de vervuiling als gevolg van containerverlies, is niet eenduidig vast te stellen op basis van de huidige kennis (zie Bijlage E). Duidelijk is wel dat plastic producten zeer langzaam worden afgebroken in de natuur. Dit maakt dat plasticvervuiling zowel cumulatief als onomkeerbaar is. Uit voorzorg zal gestreefd moeten worden om vervuiling ten gevolge van containerverlies in of nabij natuurgebieden zoveel mogelijk te vermijden.

2.2 Veiligheidsmanagement door betrokken bedrijven

Containervervoer over zee is een belangrijke vorm van transport in onze samenleving. Dit transport brengt ook risico's met zich mee. Ook al is de kans op het overboord vallen van een container relatief klein, de (milieu)gevolgen van een ongeval kunnen zeer groot zijn. Dat betekent dat alle bij het containervervoer per schip betrokken partijen de verantwoordelijkheid hebben de risico's op containerverlies adequaat te beheersen.

De Onderzoeksraad hanteert als uitgangspunt dat bedrijven primair zelf verantwoordelijk zijn voor de veiligheid en risicobeheersing van hun eigen bedrijfsprocessen. Een rederij die containers vervoert is primair verantwoordelijk voor de veiligheid van zijn activiteiten. Als vuistregel geldt dat de Onderzoeksraad meer verwacht van partijen naarmate zij meer voordeel hebben van een activiteit, het risico ervan groter is, hun vermogen het risico te beheersen groter is, of het vermogen van de burger om zichzelf te beschermen, geringer is. Dit geldt dus ook voor bedrijven die werken met stoffen of goederen (zoals containers en hun inhoud) waardoor hun werknemers, de omwonenden en het milieu verhoogde veiligheidsrisico's lopen.

De Raad gaat ervan uit dat bedrijven en organisaties die risicovolle activiteiten ontplooiën en/of faciliteren, een systematische benadering van veiligheidsmanagement toepassen om zo goed mogelijk risico's te identificeren en te beoordelen, en dat zij vervolgens passende maatregelen treffen om deze risico's te vermijden of zo ver als redelijkerwijs mogelijk is te beperken. Dat wil zeggen dat zij steeds de beschikbare maatregelen moeten nemen om risico's uit te sluiten of te verminderen, tenzij daaraan onredelijke kosten of andere negatieve gevolgen zijn verbonden.²⁰ Maatregelen kunnen zich richten op voorzorg, risicobeheersing of het beperken en mitigeren van de gevolgen mochten ongewenste gebeurtenissen zich toch voordoen.

Voor scheepvaart is via het Internationaal Verdrag voor de beveiliging van mensenlevens op zee (SOLAS-verdrag, *Safety Of Life At Sea*) verplicht gesteld dat aan boord van een schip een veiligheidsmanagementsysteem in werking is dat voldoet aan eisen die zijn vastgelegd in een daarvoor ontwikkelde *International Safety Management Code* (ISM-Code). De verantwoordelijkheid voor de invoering van het veiligheids- en milieuzorgbeleid voortkomend uit de ISM-Code ligt bij de eigenaar van een schip of in de praktijk de

²⁰ Dit uitgangspunt is afgeleid van het zogenoemde 'ALARP' principe (*As Low As Reasonably Practicable*), dat van betrokken partijen vraagt om risico's bewust en transparant af te wegen tegen de moeite, tijd en investeringen die nodig zijn om dat risico te verminderen en/of weg te nemen.

scheepsbeheerder als de eigenaar niet direct betrokken is bij de operationele bedrijfsvoering. De scheepsbeheerder is veelal de rederij.

De structuur en invulling van het veiligheidsmanagementsysteem spelen een cruciale rol bij het aantoonbaar beheersen en continu verbeteren van de veiligheid. Het naleven van wet- en regelgeving en (internationale) richtlijnen is hierbij een minimale vereiste voor het beheersen van veiligheidsrisico's. Gebaseerd op (inter)nationale wet- en regelgeving en een groot aantal breed geaccepteerde normen heeft de Onderzoeksraad hierbij een aantal aandachtspunten gedefinieerd, zie hiervoor bijlage D.

De manier waarop men aan boord van een schip omgaat met het verliezen van lading en de gevolgen daarvan voor veiligheid en het milieu, moet zijn opgenomen in het onder verantwoordelijkheid van de scheepsbeheerder opgestelde en geïmplementeerde veiligheidsmanagementsysteem. Voorbeelden hiervan zijn het ontwikkelen, implementeren en onderhouden van procedures, plannen en werkinstructies die de veiligheid van personeel, het schip en het milieu moeten waarborgen en waarbij taken moeten worden toegekend aan gekwalificeerd personeel.²¹

2.3 Verantwoordelijkheden van de kapitein en bemanning van een schip

In de scheepvaart is de kapitein eindverantwoordelijk voor de veiligheid van zijn schip, van de bemanning en de lading. Hij heeft daartoe de bevoegdheid om alle beslissingen te nemen die hij nodig acht om deze veiligheid te bereiken en te behouden. Van de rederij wordt verwacht dat de kapitein deze ruimte krijgt. De kapitein van het schip mag geen verbod of beperking worden opgelegd bij het nemen van bepaalde besluiten die, naar het professionele oordeel van de kapitein, nodig zijn voor de veiligheid van mensenlevens op zee en de bescherming van het mariene milieu.

Van de bemanning en in het bijzonder van de kapitein van een schip, wordt goed zeemanschap verwacht. Goed zeemanschap is een open norm die betrekking heeft op alle aspecten die van belang zijn om op een veilige manier een schip te behandelen. Het gaat dan onder meer om veilige navigatie, laden en lossen, manoeuvreren, zeewaardig maken van het schip en het uitvoeren van veiligheidsoefeningen. Volgens voorschrift 2 van de Internationale Bepalingen ter voorkoming van aanvaringen op zee (BVA)²² houdt deze verantwoordelijkheid onder meer in dat rekening gehouden moet worden met alle gevaren voor de navigatie en met bijzondere omstandigheden die het afwijken van BVA-voorschriften noodzakelijk maken om gevaar te vermijden.

²¹ Wat onder gekwalificeerd personeel wordt verstaan, staat beschreven in een internationaal IMO-verdrag betreffende de normen voor zeevarenden inzake opleiding, diplomering en wachtdienst, te weten het verdrag van de International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW).

²² Het Verdrag inzake de Internationale Bepalingen ter voorkoming van aanvaring op zee, BVA-verdrag (ook bekend als Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea, COLREG-verdrag) is opgesteld door de IMO. Dit verdrag omvat de internationale verkeersregels op zee, zoals de onderlinge uitwijkregels tussen schepen.

Voor het voorbereiden van een reis of keuze voor vaarroute in zwaar weer zijn verschillende regelingen en codes van kracht. De reisvoorbereiding wordt gemaakt met inachtneming van de geldende regelgeving en richtlijnen zoals vermeld in SOLAS (*International Convention for the Safety of Life at Sea*). Daarin staan onder meer voorschriften voor veilige navigatie (actueel kaartmateriaal, navigatieapparatuur, gediplomeerde en getrainde bemanning, bijhouden logboek). Verder moet de kapitein voor vertrek ervoor zorgen dat de voorgenomen reis is gepland met gebruikmaking van de juiste nautische kaarten en nautische publicaties voor het betrokken gebied, met inachtneming van de door de IMO opgestelde richtlijnen en aanbevelingen. Bij de reisplanning moet een zodanige route worden gekozen dat:

- rekening wordt gehouden met eventuele routeringsystemen voor schepen;
- gewaarborgd wordt dat er gedurende de gehele reis voldoende ruimte in het vaarwater is voor de veilige doorgang van het schip;
- geanticipeerd wordt op bekende navigatiegevaaren en slechte weersomstandigheden; en
- rekening wordt gehouden met de vigerende maatregelen voor de bescherming van het mariene milieu, en werkzaamheden en activiteiten die het milieu zouden kunnen aantasten zoveel mogelijk worden voorkomen.

Verder is voor de bemanning van een schip Circulaire 1228 van *The Maritime Safety Committee* van belang.²³ Dit betreft een richtlijn voor de kapitein voor het vermijden van gevaarlijke situaties in slechte weers- en zeeomstandigheden. Hierin wordt aan de kapitein aanbevolen om de beschreven procedures bij het navigeren in slechte weersomstandigheden te volgen en zodoende gevaarlijke situaties te vermijden. Er is specifiek aandacht voor bepaalde combinaties van golfhoogte en golflengte die leiden tot gevaarlijke situaties voor schepen. Onverminderd geldt dat de kapitein ook in minder zware omstandigheden redelijke maatregelen dient te nemen als dit nodig lijkt. Goed zeemanschap van de kapitein houdt in dat in alle situaties rekening wordt gehouden met specifieke eigenschappen en toestand van het schip, lading en bemanning.

Tot slot biedt de *Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing* (CSS) van de IMO richtlijnen voor het correct stuwen en vastzetten van lading. De code richt zich onder andere op:

- principes van veilig laden en zekeren;
- zware weersomstandigheden;
- schuivende ladingen.

²³ De *Maritime Safety Committee* (MSC) is een commissie van de International Maritime Organization (IMO) die zich bezighoudt met alle zaken die verband houden met de maritieme veiligheid en binnen de kaders van de IMO vallen. Dit betreft onder meer regelingen voor de navigatie, de bouw en uitrusting van schepen en de bemanningseisen vanuit veiligheidsstandpunt. De MSC maakt ook regels ter voorkoming van aanvaringen, het hanteren van gevaarlijke ladingen en de standaardisering van hydrografische informatie, logboeken en navigatierecords.

Het is van het grootste belang dat de kapitein en de bemanning van een schip grote zorg besteden aan het plannen van en toezicht houden op het stuwen en vastzetten van ladingen om te voorkomen dat lading overboord valt.

2.4 De rol van de Nederlandse overheid

De Nederlandse overheid draagt een verantwoordelijkheid voor de bescherming van het Waddengebied, dat een internationaal erkend uniek en kwetsbaar natuurgebied is. In die context heeft de Nederlandse overheid een verantwoordelijkheid in het waarborgen van de veiligheid op de vaarroutes ten noorden van de Waddeneilanden. De overheid dient actief invulling te geven aan beleid om de risico's van containertransport op de vaarroutes boven de Waddeneilanden te beheersen.

De standaarden van de *International Maritime Organization* (IMO) zijn bepalend voor scheepsroutering op zee en de veiligheid van de zeescheepvaart. De IMO wordt gevormd door lidstaten, waaronder Nederland. Om aan de bovenstaande verantwoordelijkheid te kunnen voldoen, is het de verantwoordelijkheid van de Nederlandse overheid om eventuele problemen ten aanzien van de beheersing van milieu- en veiligheidsrisico's op de vaarroutes boven de Waddeneilanden te agenderen in IMO-verband.

De Onderzoeksraad beschouwt het verder als een belangrijk onderdeel van de rol van overheden om tijdig risico's te signaleren en waar mogelijk maatregelen te treffen om deze risico's te beheersen. Daarbij is onzekerheid een gegeven. Dat betekent dat overheden voortdurend alert moeten zijn op, en ontvankelijk moeten blijven voor, signalen die kunnen wijzen op een verminderde veiligheid of nieuwe, onbekende risico's. Dat vergt een open vizier voor ontwikkelingen en risico's en een bereidheid om te twijfelen aan gangbare en/of eerdere gedane aannames.

Tot slot wordt opgemerkt dat het containervervoer op en rond de Nederlandse wateren diverse belangen raakt ten aanzien van economie, veiligheid en milieu. Van de betrokken overheidspartijen mag – evenals van private partijen – verwacht worden dat zij, individueel en gezamenlijk, zo zorgvuldig mogelijk omgaan met al deze belangen. Organisatie van adequate (tegen)macht is nodig om ervoor te zorgen dat zwakkere belangen ook gewaarborgd zijn. De Nederlandse overheid heeft de taak om de zorgvuldige omgang met de verschillende belangen te organiseren en hierop voortdurend kritisch te reflecteren.

3 CONTAINERTRANSPORT OP DE NOORDZEE

3.1 Containertransport

3.1.1 Containerschepen

De scheepvaartindustrie is een wereldwijde industrie. Ongeveer 80% van het volume aan handelsgoederen wordt verplaatst met schepen.²⁴ Zeescheepvaart vormt daarmee een belangrijke schakel in de logistieke keten. De internationale handel over zee wordt grotendeels bepaald door ontwikkelingen in de wereldeconomie. Goederenvervoer gaat tegenwoordig voor een groot deel per container. Een container is een metalen kist met standaardafmetingen zodat ze zowel via de weg, het water als per spoor makkelijk en efficiënt vervoerd kunnen worden. De standaardmaat van een container heet TEU (*Twenty Foot Equivalent Unit*). In 2018 zijn ongeveer 152 miljoen TEU vervoerd in de wereldwijde zeevaartcontainerhandel. Maritieme handelsvooruitzichten voorspellen een gemiddelde jaarlijkse groei van de wereldwijde maritieme handel van 3,4% voor de periode van 2019-2024.²⁵



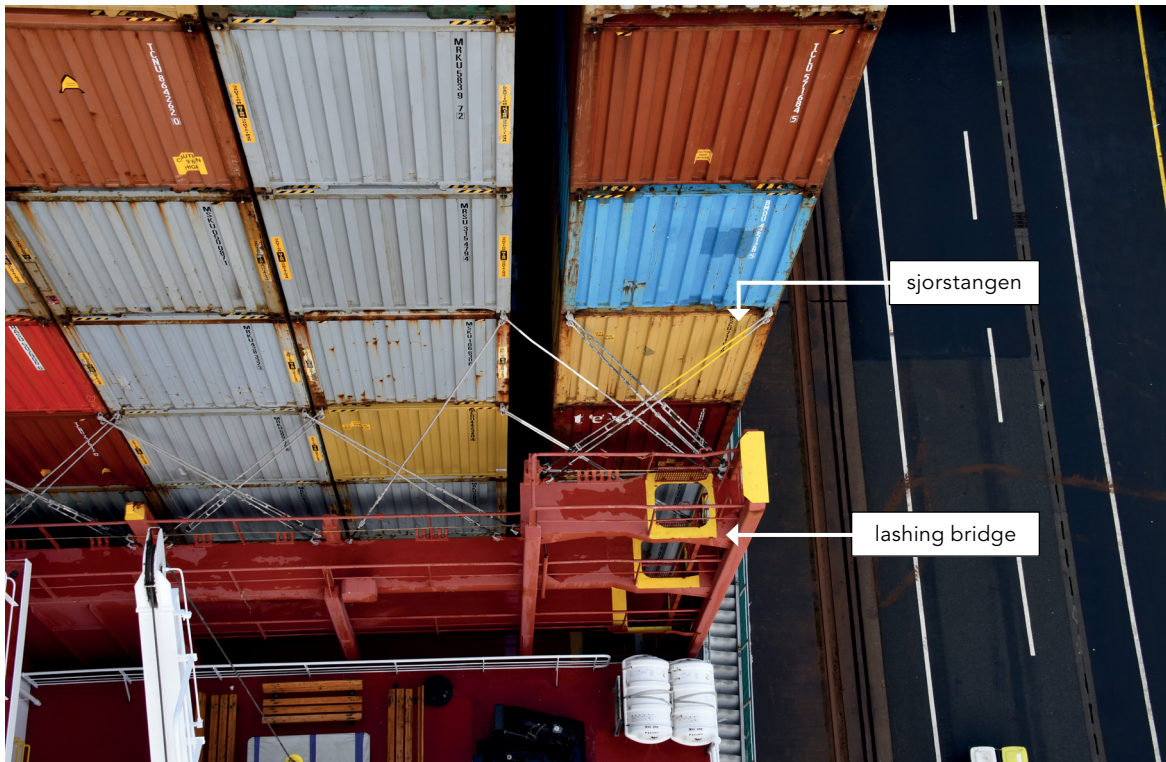
Figuur 2: Foto van een containerschip. (Bron: <https://www.mvovlaanderen.be/inspiratie/hoe-milieuvriendelijk-zeevaart>)

De meeste containerschepen zekeren hun containers door ze onder dek in geleide rails te plaatsen. Ook aan dek kunnen containers worden geplaatst en op elkaar worden gestapeld. Op elke hoek van de container zitten bevestigingspunten (*corner castings*), waar containers aan de onderliggende container verbonden worden met draaisloten, ook wel *twistlocks* genoemd. Op de dekluisen boven de ruimen van het schip bevinden zich *twistlock* fundaties waar de eerste laag containers op worden geplaatst zodat deze niet kunnen gaan schuiven.

²⁴ United Nations Conference on Trade and Development, *Review of Maritime Transport 2019* https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/rmt2019_en.pdf

²⁵ United Nations Conference on Trade and Development, *Review of Maritime Transport 2019* https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/rmt2019_en.pdf

Tussen de baaien op het dek staan stalen constructies, zogenoemde *lashing bridges*. Met sjiorstangen vanaf de onderste lagen van de gestapelde containers worden containers aan de *lashing bridge* of aan het dek bevestigd. Afhankelijk van het schip kunnen de eerste drie, vier of vijf containerlagen met sjiorstangen worden gezekerd aan een *lashing bridge* of het dek. Sjomaterialen zoals de draaisloten en sjiorstangen dienen gecertificeerd te zijn.



Figuur 3: Foto van deel van *lashing bridge*, gestapelde containers met sjiorstangen aan de onderste lagen op de MSC ZOE. (Bron: Maritieme Politie)

3.1.2 Schaalvergroting

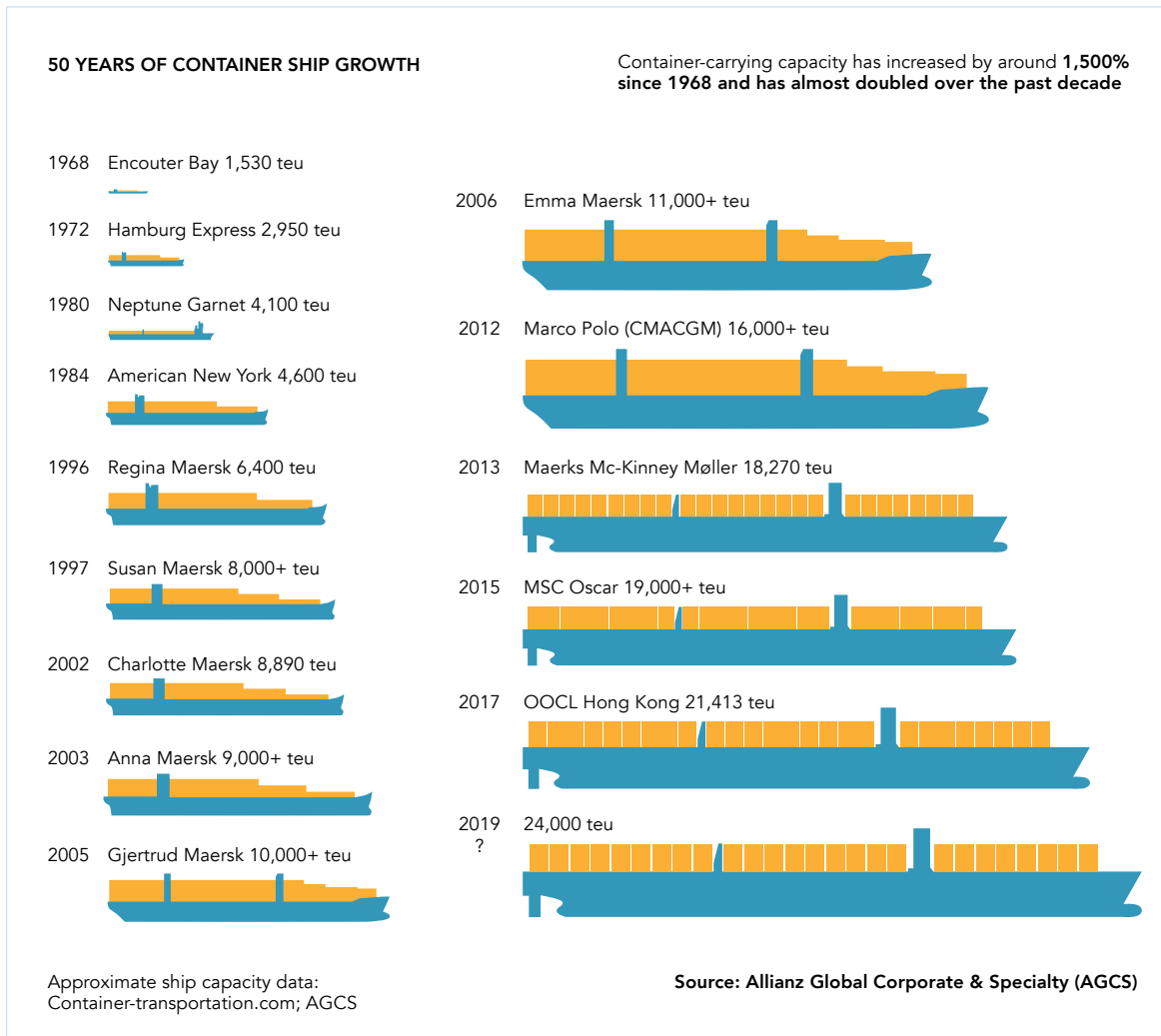
In de jaren vijftig van de twintigste eeuw heeft de container als transportmiddel zijn intrede gedaan. Het eerste containerschip dat Rotterdam aandeed (in 1966) vervoerde 226 containers²⁶. Sindsdien is de capaciteit per schip exponentieel toegenomen. In 2019 is het schip MSC Gülsün met een capaciteit van 23.756 TEU in de vaart genomen; het is daarmee op dit moment het grootste containerschip.²⁷ De groeiende wereldwijde handelscontacten leiden tot steeds grotere schepen, operationele efficiëntie en een toenemende druk op het aanhouden van de vaarschema's waaronder de geplande tijd in de havens.

In de laatste vijftien jaar is een verdubbeling van capaciteit van individuele schepen gerealiseerd, zie Figuur 4. Onder andere de toename in lengte en breedte, het verhogen van de brug en de plaatsing van de brug richting het voorschip hebben geleid tot een verhoging van de capaciteit van het aantal containers aan dek. Zo voorziet het beladingsschema van de MSC ZOE – afhankelijk van de gewichten van de geladen

²⁶ Bron: <https://www.portofrotterdam.com/nl/nieuws-en-persberichten/50-jaar-containeroverslag>.

²⁷ Bron: <https://www.transport-online.nl/site/106523/grootste-containerschip-msc-gulsun-onderweg-naar-rotterdam/>

containers – in een stapeling van 11 containers aan dek (ongeveer 26 meter hoog). Met het oog op efficiënte afhandeling van containerschepen in havens zijn met name de hoogte van de stapel containers aan dek, de diepgang, de lengte en breedte van het schip bepalend in de ontwikkeling van containerschepen.



Figuur 4: Overzicht van groei containerschepen door de jaren heen. (Bron: Safety and Shipping Review 2019, Allianz)

3.1.3 Incidenten in de containervaart

Jaarlijks gebeuren diverse voorvallen met schepen. Wereldwijd vonden de afgelopen tien jaar 1.036 voorvallen plaats, ruim 100 per jaar, waarbij het schip als verloren werd beschouwd. Bij 41 van de 1.036 voorvallen ging het om een containerschip. Het aantal voorvallen neemt af. In 2018 zijn 46 *total losses* gerapporteerd – het laagste aantal sinds 2009 – waarvan één containerschip.

| Total losses by type of vessel: 2009-2018 | | | | | | | | | | | |
|---|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| Vessels over 100GT only | | | | | | | | | | | |
| | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | Total |
| Cargo | 52 | 62 | 38 | 62 | 40 | 31 | 40 | 34 | 55 | 15 | 429 |
| Fishery | 29 | 21 | 14 | 12 | 13 | 15 | 16 | 10 | 8 | 11 | 149 |
| Bulk | 10 | 11 | 14 | 11 | 15 | 5 | 13 | 5 | 7 | 2 | 93 |
| Passenger | 5 | 3 | 7 | 7 | 8 | 10 | 7 | 11 | 6 | 3 | 67 |
| Chemical/ Product | 11 | 6 | 4 | 8 | 10 | 2 | 3 | 7 | 4 | 1 | 56 |
| Tug | 5 | 7 | 2 | 6 | 7 | 7 | 6 | 7 | 5 | 4 | 56 |
| Container | 4 | 5 | 3 | 7 | 4 | 4 | 5 | 5 | 3 | 1 | 41 |
| Ro-ro | 6 | 1 | 3 | 5 | 2 | 5 | 6 | 9 | | 1 | 38 |
| Supply/ Offshore | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 23 |
| Tanker | 2 | 4 | 4 | 1 | | 1 | | | 2 | 3 | 17 |
| Dredger | | 2 | 2 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 13 |
| Barge | | 1 | | | 3 | 1 | | 3 | 1 | 2 | 11 |
| LPG | | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | | 5 |
| Unknown | | | | | 1 | | 2 | 1 | | | 4 |
| Other | 5 | 3 | 5 | 3 | 6 | 4 | 4 | 3 | 1 | | 34 |
| Total | 132 | 129 | 99 | 127 | 111 | 89 | 106 | 99 | 98 | 46 | 1,036 |

Figuur 5: Overzicht scheepvaartongevallen wereldwijd. (Bron: Safety and Shipping Review 2019, Allianz)

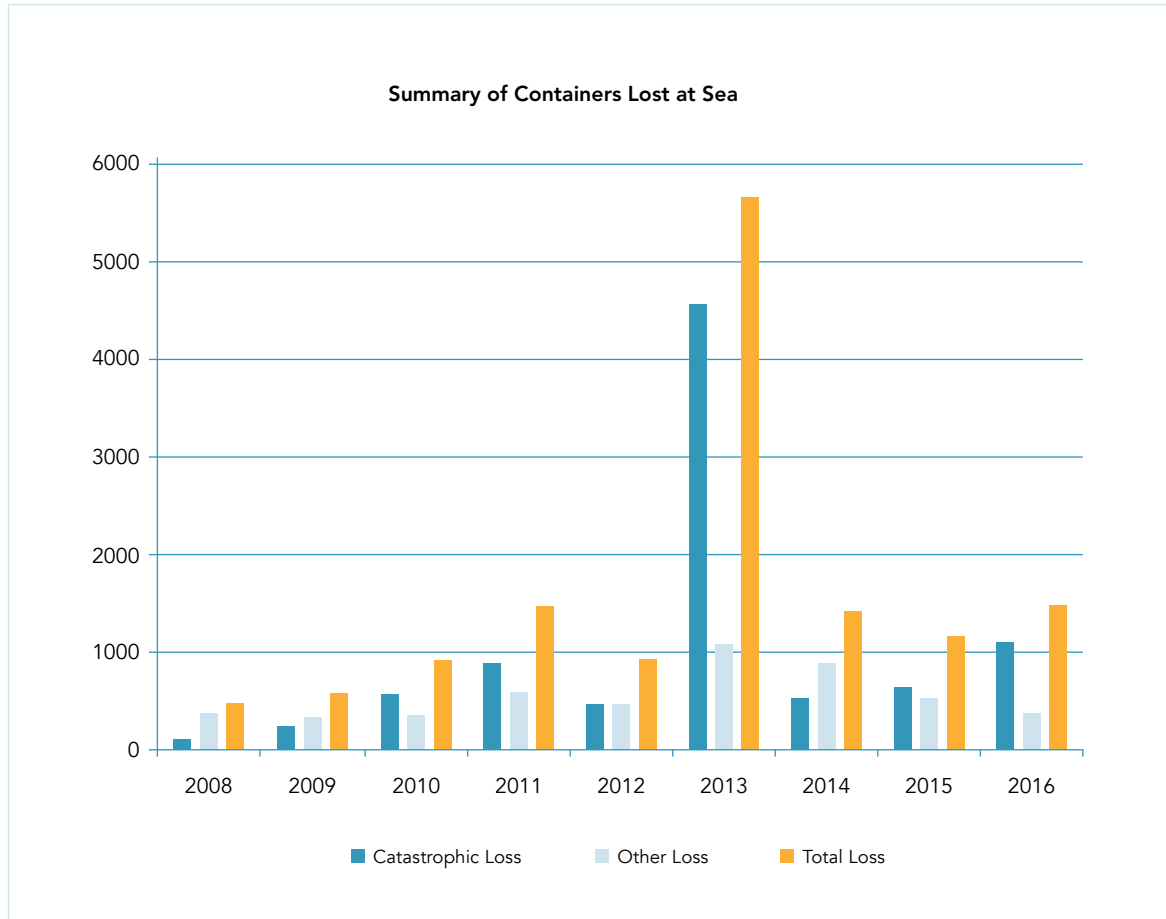
Naast de gerapporteerde verloren schepen zijn er ook meerdere incidenten met verloren ladingen. De *World Shipping Council* (WSC) heeft op basis van een enquête onder reders het aantal verloren containers wereldwijd ingeschat.²⁸ Op basis van deze enquête zijn in de periode 2008-2016 wereldwijd ongeveer 1.582 containers per jaar op zee overboord gegaan.

Figuur 6 laat zien dat het aantal verloren containers per jaar sterk varieert. De statistieken worden namelijk beïnvloed door een beperkt aantal voorvallen waarbij een groot aantal containers is verloren, zoals:

- het aan de grond lopen en verlies van de *Rena* nabij Nieuw Zeeland in 2011 (ongeveer 900 containers);

28 World Shipping Council, *Containers Lost At Sea* - 2017 update, 2017.

- het zinken van de MOL Comfort in de Indische Oceaan in 2013 (verlies van 4.293 containers);
- het extreem slingeren van de Svendborg Maersk in zware weersomstandigheden in de Golf van Biskaje (verlies van 517 containers) in 2014;²⁹
- het zinken van de SS El Faro nabij de Bahama's in 2015 (circa 600 containers³⁰).



Figuur 6: Verloren containers wereldwijd. (Bron: World Shipping Council)

In de *Safety and Shipping Review 2019* worden zware weersomstandigheden en het falen van sjorringen en containerbevestigingen als algemene oorzaken voor het verliezen van lading genoemd. Het rapport benoemt verder het risico van brand aan boord van grote containerschepen. Hierin spelen scheepsontwerp en mogelijkheden tot brandbestrijding een rol, maar ook onjuiste vermelding of verpakking van de lading in de container. Vanuit verzekeringsperspectief waarschuwen verzekeraars dat de toenemende grootte van de schepen tot een grotere opeenstapeling van risico's en verzekeringskosten leidt. Ook wordt genoemd dat er met betrekking tot verloren lading een groeiende bezorgdheid voor het milieu is.³¹

²⁹ The Danish Maritime Accident Investigation Board, *Marine accident report 'SVENDBORG MÆRSK - Heavy weather damage on 14 February 2014*, 5 september 2014.

³⁰ De Amerikaanse National Transportation Safety Board vermeldt hierover in zijn ongevalsonderzoek: "In his departure report, the captain detailed the cargo as follows: 238 electric reefers, 118 trailers, 149 autos, 15 not-in-container cargo, 391 containers, and 4 fructose tanks. He listed the total tonnage as 11,045.9 long tons."

³¹ Allianz, *Safety and Shipping Review 2019*, mei 2019.

Scheepvaartincidenten op de Noordzee

Rijkswaterstaat beheert de landelijke Scheepsongevallendatabase (SOS-database) met gegevens over scheepsongevallen en andere voorvallen te water die hebben plaatsgevonden binnen het beheergebied van Nederland. Sinds 2012 worden ongevallen geïnclassificeerd volgens de IMO-standaarden en ingedeeld in de categorieën 'zeer ernstig', 'ernstig' of 'minder ernstig' scheepsongeval (respectievelijk ZESO, ESO en MESO). Verloren lading wordt door Rijkswaterstaat over het algemeen geïnclassificeerd als een zeer ernstig of ernstig scheepvaartongeval.

| | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Zeer ernstige scheepsongevallen (ZESO) | 4 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 |
| Ernstige scheepsongevallen (ESO) | 15 | 13 | 12 | 11 | 8 | 12 | 10 |
| Andersoortige scheepsongevallen (MESO) | 46 | 44 | 28 | 21 | 49 | 16 | 32 |
| Totaal aantal ongevallen | 65 | 59 | 40 | 32 | 59 | 30 | 43 |
| Aantal doden (van totaal aantal ongevallen) | 13 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Aantal gewonden (van totaal aantal ongevallen) | 6 | 2 | 0 | 2 | 3 | 3 | 0 |

Tabel 1: Aantal scheepsongevallen geregistreerd op Nederlandse deel van de Noordzee (EEZ). (Bron: Rijkswaterstaat³²)

Gemiddeld werden tussen 2012 en 2018 jaarlijks ongeveer dertien scheepvaartongevallen op de Noordzee geregistreerd in de SOS-database en geïnclassificeerd als zeer ernstig of ernstig, waarvan gemiddeld vier per jaar in de zeescheepvaart.³³ In de periode 2012-2018 zijn tien voorvallen geïnclassificeerd waarbij containers zijn verloren.³⁴ Daarbij zijn in totaal 64 containers overboord geslagen, waarvan 56 containers bij voorvallen in de buurt van het Waddengebied zijn verloren. Het aantal containers per voorval varieerde in de beschouwde zes jaar sterk: van 1 tot 25 containers.

³² Rijkswaterstaat, rapportages ten behoeve van begrotingsrapport + Risicoanalyse Noordzee 2018.

³³ Er zijn vier categorieën vaart: zeescheepvaart, visserijvaart, recreatievaart en werk- en dienstvaart. Containertransport op de Noordzee valt onder zeescheepvaart.

³⁴ In de SOS-database is gezocht naar voorvallen geïnclassificeerd als ZESO of ESO. Alle tien geregistreerde voorvallen zijn geïnclassificeerd als Ernstig Scheepsongeval (ESO). Niet alle scheepvaartongevallen worden geregistreerd in SOS. De database geeft dus een onderschatting van het aantal scheepsongevallen, met name voor de minder significante voorvallen. In de Risicoanalyse Noordzee 2018 vermeldt Rijkswaterstaat dat in een onderzoek uit 2014 de verwachting werd uitgesproken dat er een 89%-registratiegraad is voor significante ongevallen. In hoeverre deze registratiegraad de laatste jaren is verbeterd is onduidelijk.

| Jaar | Aantal voorvallen | Aantal verloren containers | Details |
|------|-------------------|----------------------------|---|
| 2012 | 0 | 0 | |
| 2013 | 1 | 2 | <ul style="list-style-type: none"> • Containerschip (333m); 10-2013 / 2 containers (empty) / off Terschelling / windkracht 9 ZW |
| 2014 | 2 | 13 | <ul style="list-style-type: none"> • Containerschip (100m); 11-2014 / 3 containers / off IJmuiden / windkracht 8 ZZW • Containerschip (214m); 10-2014 / 10 containers / off Terschelling / windkracht 9 NW |
| 2015 | 1 | 2 | <ul style="list-style-type: none"> • Containerschip (150m); 12-2015 / 2 containers (empty) / off Rotterdam / windkracht 8 ZW |
| 2016 | 0 | 0 | |
| 2017 | 4 | 43 | <ul style="list-style-type: none"> • Containerschip (139m); 12-2017 / 25 containers / off Terschelling / windkracht 5 NW • Containerschip (203m); 10-2017 / 1 container / off Texel / windkracht 8 NW • Containerschip; 8-2017 / 2 containers (empty) / off Rotterdam / windkracht 8 ZO • Containerschip; 1-2017 / 15 containers / off Texel / windkracht 7 WNW |
| 2018 | 2 | 4 | <ul style="list-style-type: none"> • Containerschip (237m); 2-2018 / 3 containers / 15NM W of Texel/windkracht 7 W • Containerschip (294m); 1-2018 / 1 container (empty) / S North Sea / windkracht 10 W |

Tabel 2: Aantal geregistreerde scheepsongevallen (ESO, ernstige scheepsongevallen) op de Noordzee waarbij containers zijn verloren. (Bron: Rijkswaterstaat, SOS database)

De minister van Infrastructuur en Waterstaat vermeldt in haar brief aan de Tweede Kamer van 5 februari 2019 dat de Nederlandse Kustwacht in de periode 2010-2018 in het Nederlandse deel van de Noordzee 188 overboord geslagen containers heeft geregistreerd.³⁵ In Nederland worden bij het incidenteel overboord slaan van containers op de Noordzee de oorzaken niet structureel onderzocht. Het verlies van 342 containers door de MSC ZOE in 2019 is een uitzonderlijke situatie en kan naar maatstaven van de SOS-database geclassificeerd worden als een zeer ernstig scheepsongeval.

³⁵ Kamervragen II (Aanhangsel) 2018/19, nr. 1430.

Casus MSC ZOE

In de late avond van 1 januari 2019 en de vroege ochtend van 2 januari 2019 verloor het onder Panamese vlag varende containerschip MSC ZOE in totaal 342 containers terwijl het onderweg was naar het Duitse Bremerhaven. Het schip voer tijdens het verlies van de containers op de zuidelijke vaarroute ten noorden van de Waddeneilanden.³⁶

De gevolgen voor het Nederlandse en Duitse kustgebied langs die route waren de volgende dag direct zichtbaar, vooral op de Waddeneilanden en de Fries-Groningse kust. De stranden van onder meer Vlieland, Terschelling, Schiermonnikoog en het Duitse Waddeneiland Borkum raakten vervuild. Vele tientallen containers, deels door de val opengebrosen, spoelden aan en de inhoud lag wijdverspreid op de stranden of waaide verder de duinen in. Het was een grote variëteit aan (half) producten, zoals elektronica, auto-onderdelen, meubels, kleding en speelgoed. Ook zijn grote hoeveelheden kleine plastic deeltjes in het Waddengebied terecht gekomen. In twee van de overboord geslagen containers zaten gevaarlijke stoffen.

Het scheepvaartverkeer ondervond na het voorval veel last van vlak onder het wateroppervlak drijvende containers die gevaarlijke obstakels in de vaarroute vormden. De visserij ondervond hinder en schade bij het vissen. Netten kunnen blijven haken aan op de bodem gezonken containers en materiaal uit de containers dat als bijvangst in de visnetten terecht komt, kan de netten beschadigen.

Het voorval met de MSC ZOE heeft vooral in Nederland, maar ook in Duitsland tot veel maatschappelijke beroering geleid. Dit geldt in het bijzonder voor bewoners van de Waddeneilanden en de kustgemeenten van Friesland en Groningen. De grote hoeveelheden goederen die op de stranden aanspoelden, maakten ingrijpend zichtbaar wat de gevolgen waren van het verlies van de 342 containers van de MSC ZOE. Illustratief voor de intensieve betrokkenheid van de bevolking was de wijze waarop direct na het ongeval duizenden bewoners en andere vrijwilligers zich dagenlang inspanden om samen met hulpdiensten de aangespoelde goederen op te ruimen.

Het voorval met de MSC ZOE is niet de eerste keer dat een groot containerschip lading verliest vlakbij de Waddeneilanden. Zo verloor het onder Liberiaanse vlag varende containerschip P&O Nedlloyd Mondriaan – destijds een van de grootste containerschepen ter wereld – in een storm op 9 februari 2006 58 containers. Op de stranden van Terschelling spoelden vervolgens diverse containers en een grote hoeveelheid spullen uit die containers aan, zoals piepschuim, speelgoed en duizenden schoenen.³⁷

³⁶ Voor een nadere toelichting op de locatie van deze zuidelijke vaarroute, zie paragraaf 3.2.

³⁷ Bronnen: *Centre of Documentation, Research and Experimentation on Accidental Water Pollution* (<http://www.cedre.fr/en/Resources/Spills/Spills/P-O-Nedlloyd-Mondriaan>), Noordzeeloket: *Nieuwsbrief Integraal Beheer Noordzee*, juni 2006, nummer 3 en *de Volkskrant* 10 februari 2006, 'Tientallen zeecontainers overboord bij Terschelling'.

De oorzaken van dit containerverlies zijn niet onderzocht, omdat het destijds niet als een ernstig ongeval is aangemerkt.



Figuur 7: Foto van een strand op Terschelling na het voorval met het containerschip de Mondriaan. (Bron: Arie Ouwerkerk - ANP)

Naast vervuiling en potentiële milieuschade kan het verliezen van containers ook een serieus gevaar voor de scheepvaart opleveren. Zo leiden drijvende containers tot kans op aanvaringen en kunnen gezonken containers een gevaar opleveren wanneer netten van vissersschepen hieraan blijven haken.

3.2 Vaarroutes

3.2.1 Vaststellen van vaarroutes

Scheepsrouting is nodig om het scheepvaartverkeer in goede banen te leiden. Zeescheepvaart is een internationale aangelegenheid en het vaststellen van scheepvaartroutes is dat ook. De internationale standaarden voor de routing van schepen liggen vast in diverse internationale conventies opgesteld door de IMO. Vrijheid van scheepvaart en de 'onschuldige doorvaart' zijn belangrijke basisprincipes in zowel internationale standaarden als nationale wet- en regelgeving. Het Zeerechtverdrag van de Verenigde Naties zegt hierover: "De doorvaart is onschuldig zolang zij geen gevaar oplevert voor de vrede, de orde of de veiligheid van de kuststaat. Een zodanige doorvaart moet plaatsvinden overeenkomstig dit verdrag en de andere regels van het internationale recht."³⁸

³⁸ Artikel 19 van het VN-Zeerechtverdrag (United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS)).

Het doel van scheepsrouting is het verbeteren van de veiligheid voor de scheepvaart, bijvoorbeeld in gebieden met een hoge verkeersintensiteit, waar beperkte waterdiepte is of waar zich obstakels bevinden. Het instellen van maatregelen of beperkingen ter regulering van scheepvaartverkeersstromen was oorspronkelijk – na een reeks ernstige aanvaringen in de Straat van Dover in de jaren zestig van de twintigste eeuw – vooral gericht op het verminderen van het risico van aanvaringen. In de loop van de tijd is het steeds meer een onderdeel geworden voor de ruimtelijke ordening en planning op zee. Door de toename van de omvang van schepen en de aandacht voor vervuiling door de scheepvaart, is het aantal mogelijke maatregelen uitgebreid. Voorbeelden van routingsmaatregelen zijn:

- Verkeersscheidingsstelsel (TSS, *Traffic Separation Scheme*), waar tegenliggende verkeersstromen gescheiden worden om de kans op aanvaringen te verkleinen;
- Zone voor kustverkeer (*Inshore traffic zone*): een gebied tussen de kust en een verkeersscheidingsstelsel voorbehouden aan schepen kleiner dan 20 meter, zeilschepen en vissersvaartuigen. Grotere schepen mogen alleen in bepaalde gevallen gebruik maken van deze zone.
- Voorzorggebied (*Precautionary area*), een routingsmaatregel die een gebied omvat waar het schip met bijzondere voorzichtigheid moet navigeren en waarin de richting van de verkeersstromen kan worden aanbevolen.

De IMO kan op internationaal niveau maatregelen vaststellen voor scheepsrouting. De internationale standaarden verwijzen naar de mogelijkheid van lidstaten om het scheepvaartverkeer te monitoren.³⁹

Het initiatief voor het nemen van maatregelen ten behoeve van het vaststellen van een routing voor schepen valt onder de verantwoordelijkheid van de betrokken lidstaat of lidstaten. Een lidstaat of meerdere lidstaten met een gemeenschappelijk belang, kunnen voorstellen indienen voor routing en aan de IMO voorleggen ter adoptie. Dit geldt naast nieuwe routing ook voor aanpassingen van reeds vastgestelde routing.

IMO Resolution A.572(14) General Provisions on Ships' Routing

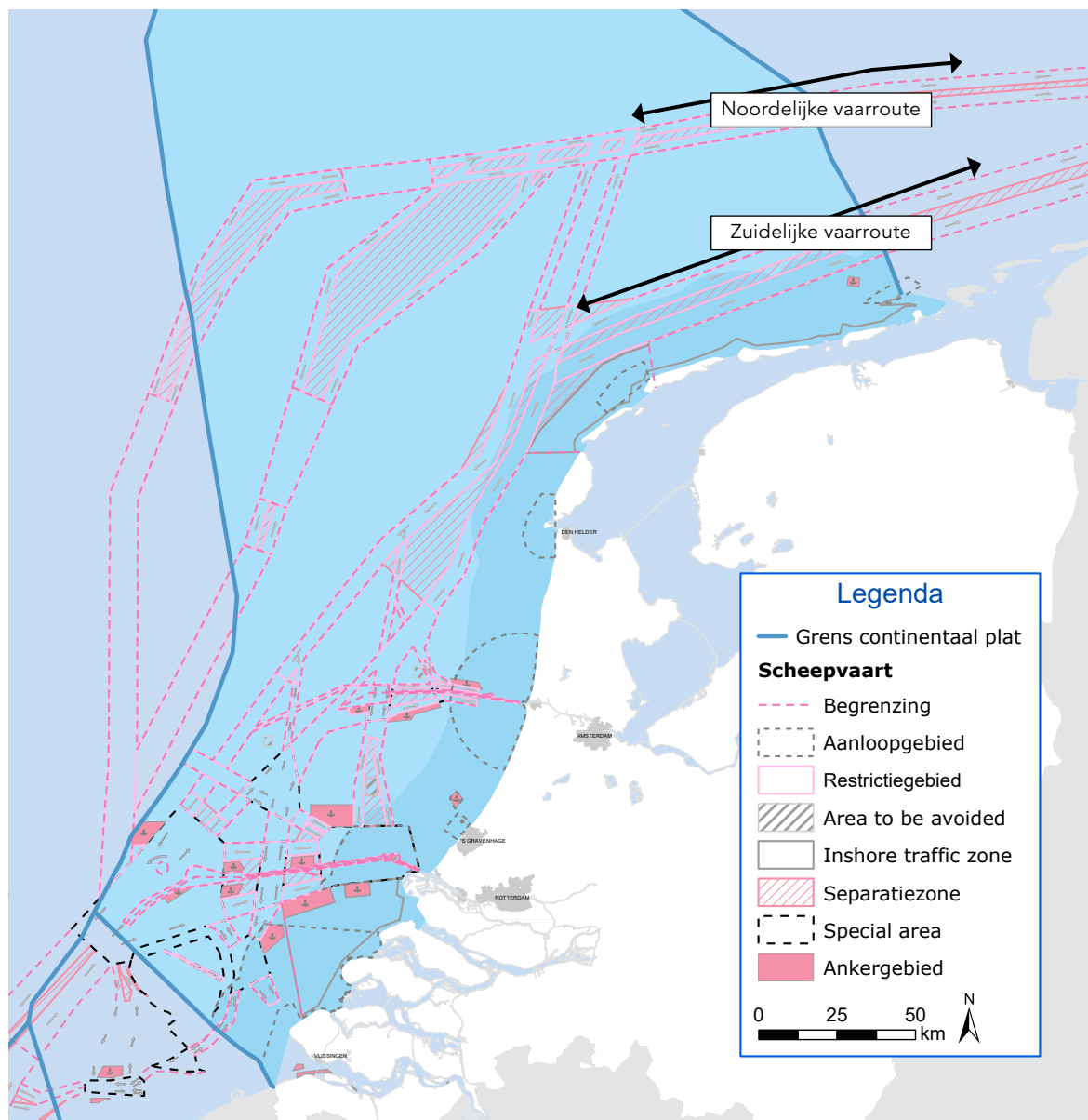
(5.5) When establishing areas to be avoided by all ships or by certain classes of ship, the necessity for creating such areas should be well demonstrated and the reasons stated. In general, these areas should be established only in places where inadequate survey or insufficient provision of aids to navigation may lead to danger of stranding, or where local knowledge is considered essential for safe passage, or where there is the possibility that unacceptable damage to the environment could result from a casualty, or where there might be hazard to a vital aid to navigation. These areas shall not be regarded as prohibited areas unless specifically so stated; the classes of ship which should avoid the areas should be considered in each particular case.

³⁹ SOLAS Chapter V Regulation 10.6.

De door de IMO vastgestelde scheepvaartroutring is opgenomen in de IMO-publicatie *Ships' Routing*. Eventueel kan bepaalde routring verplicht worden gesteld voor alle schepen, bepaalde categorieën schepen of schepen die een bepaalde lading vervoeren. Voorwaarde hiervoor is wel dat de routring wordt aangenomen en geïmplementeerd in overeenstemming met de door de IMO opgestelde richtlijnen en criteria. Vanwege het internationale karakter van de routring is implementeren via de IMO van een nieuwe routringsmaatregel een langdurige procedure die vaak enkele jaren kan duren.

3.2.2 De vaarroutes ten noorden van de Waddeneilanden

Op de Noordzee bestaat een uitgebreid stelsel van routringsmaatregelen voor routegebonden zeescheepvaart zoals grote containerschepen, zie Figuur 8.



Figuur 8: Scheepvaartroutes op het Nederlandse deel van de Noordzee. (Bron: Rijkswaterstaat)

Op nationaal niveau is de routing op de Noordzee vastgelegd in het *Besluit routerings- en meldingssystemen voor schepen in volle zee voor de Nederlandse kust*⁴⁰ en de *Regeling routerings- en meldingssystemen voor schepen in volle zee voor de Nederlandse kust*.⁴¹

Bij het varen ten noorden van de Waddeneilanden gelden als routeringsmaatregelen twee verkeersscheidingsstelsels:

- *TSS Terschelling – German Bight*, in dit rapport verder genoemd 'de zuidelijke route'⁴²;
- *TSS East-Friesland – German Bight Western approach*, in dit rapport verder genoemd 'de noordelijke route'.

De zuidelijke vaarroute ligt op ongeveer 20 tot 30 kilometer uit de kust en kent gescheiden verkeersbanen met een breedte van 3 zeemijlen. De waterdiepte van deze vaarroute is beperkt en kent ondieptes waarbij de waterdiepte ongeveer 20 meter kan bedragen.

De noordelijke route is in de IMO-scheepsrouting opgenomen als een diepwaterroute. Een diepwaterroute is een route in een gedefinieerd gebied die nauwkeurig is onderzocht op het vrijhouden van de zeebodem en verzonken obstakels tot een minimale aangegeven waterdiepte. De noordelijke route is in absolute zin dieper dan de zuidelijke vaarroute (gemiddeld zo'n 10-15 meter dieper), maar in vergelijking tot andere diepwaterroutes wereldwijd niet bijzonder diep. Het is dus in feite een ondiepe diepwaterroute. De noordelijke route is ook vastgesteld als de verplichte route voor een aantal categorieën tankers met olie, vloeibaar gemaakte gassen of schadelijke vloeibare stoffen.⁴³ De verplichting is ingesteld met het oog op de kwetsbaarheid van de Waddenzee voor mogelijke schade veroorzaakt door deze categorieën zeescheepvaart. De locatie van de route verder uit de kust geeft betere mogelijkheden om uitgestroomde olie of andere schadelijke vloeistoffen te bestrijden voordat ze aanspoelen op de kust.

Naast de doorgaande routes, zijn er routes naar de verschillende havens. De complexiteit van verkeersstromen wordt beïnvloed door kruisend niet-route gebonden verkeer (zoals veerdiensten, visserij, werkschepen en recreatievaart), ankergebieden, windmolenparken en andere infrastructuur op zee. Dichterbij de havens is er een hogere verkeersintensiteit en meer kruisend verkeer van zowel route-gebonden als niet-routegebonden scheepvaartverkeer.

3.2.3 Verkeersintensiteit vaarroutes boven de Waddeneilanden

De Noordzee behoort tot de drukst bevaren zeeën ter wereld. De zuidelijke en noordelijke vaarroutes boven de Waddeneilanden zijn daarop geen uitzondering vanwege de ligging nabij grote havens van Duitsland, België en Nederland en de toegang tot de Oostzee via het Kielerkanaal en het Kattegat. Sinds 2006 voert het

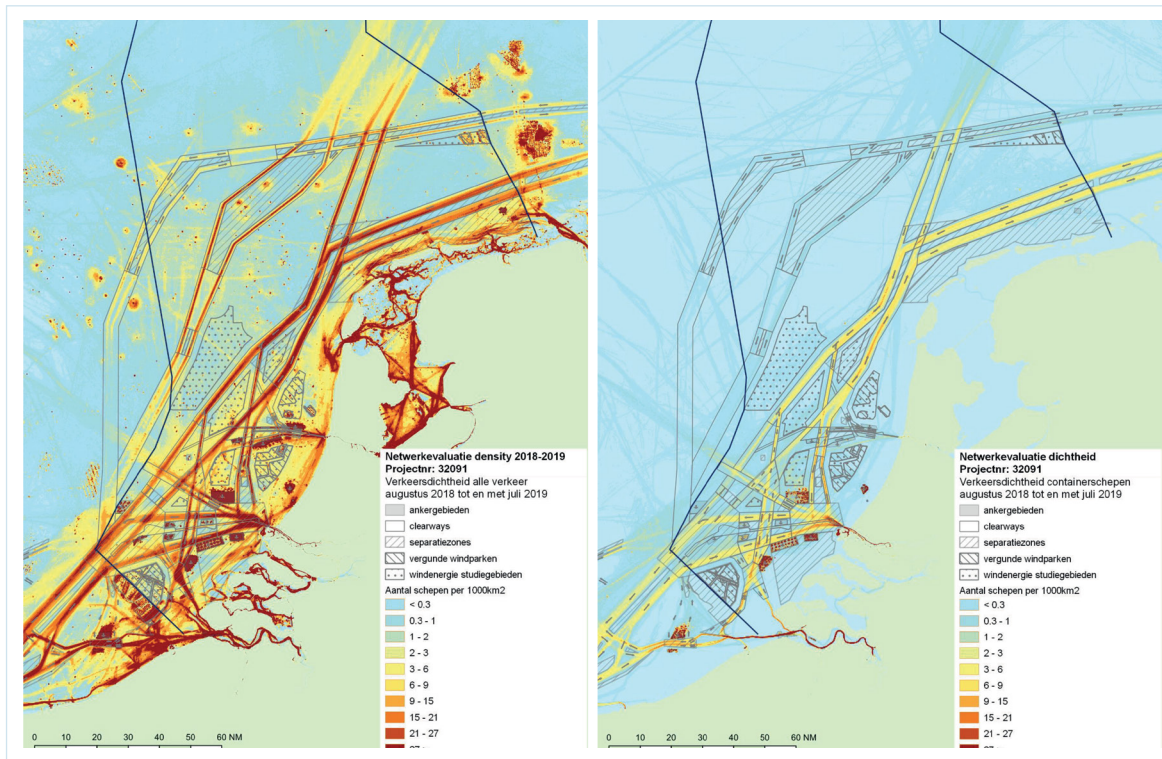
⁴⁰ <https://wetten.overheid.nl/BWBR0008956/2005-05-18>.

⁴¹ <https://wetten.overheid.nl/BWBR0033648/2016-01-01>.

⁴² Feitelijk maakt TSS Off Vlieland deels ook onderdeel uit van de zuidelijke route.

⁴³ IMO, Colreg.2/Circ.38/Add.1, 14 May 1997.

maritieme onderzoeksinstituut MARIN in opdracht van Rijkswaterstaat op regelmatige basis een netwerkevaluatie Noordzee uit. Deze evaluatie brengt onder andere de verkeersstromen op de Noordzee in kaart op basis van analyse van *Automatic Identification System (AIS)*-data van schepen.⁴⁴



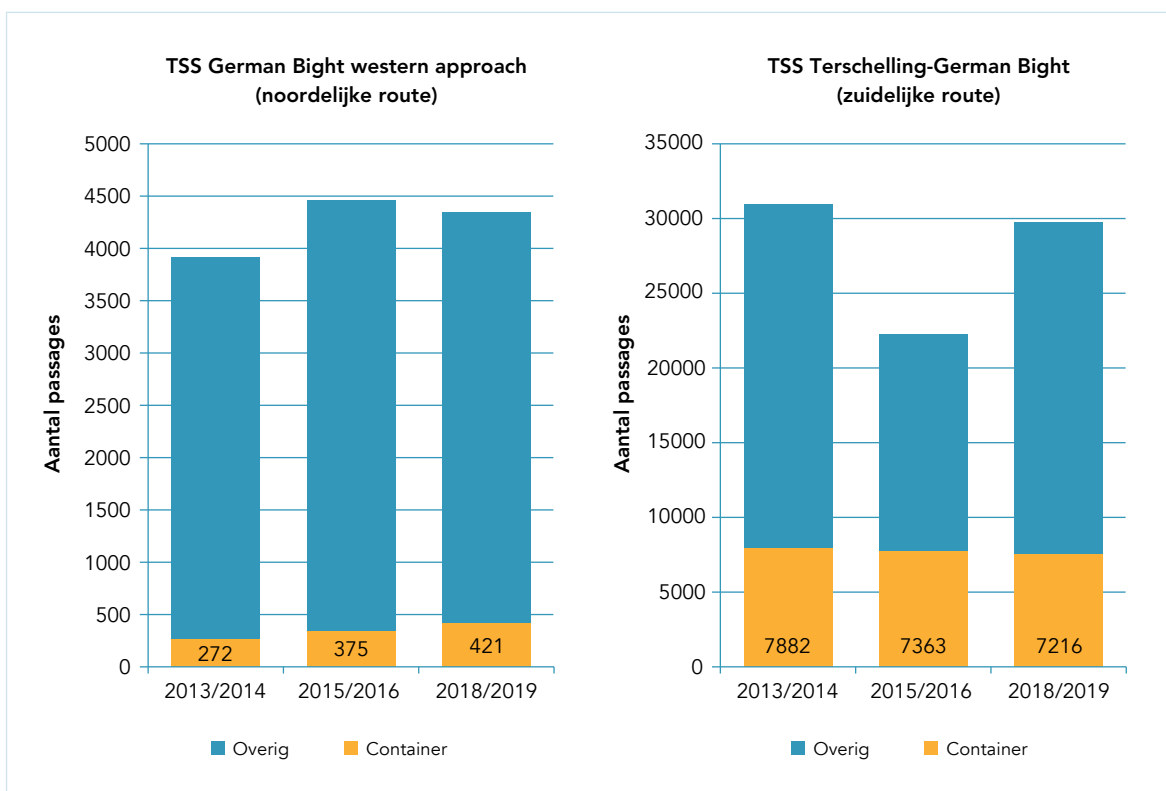
Figuur 9: Overzicht van dichtheid scheepvaartverkeer in totaal (links) en voor containerschepen (rechts). (Bron: Kustwacht⁴⁵)

Figuur 10 en Figuur 11 tonen de gegevens uit de netwerkevaluaties voor de periode augustus 2013 tot en met juli 2014, juni 2015 tot en met mei 2016 en augustus 2018 tot en met juli 2019.⁴⁶ Voor beschouwde periodes is het totaal aantal passages in beide richtingen op de zuidelijke route veel groter dan op de noordelijke route. Ook blijkt uit de data dat de overgrote meerderheid van de containerschepen kiest voor de zuidelijke route. Het totaal aantal passages van containerschepen op de zuidelijke vaarroute neemt af, maar tegelijkertijd is te zien dat het aandeel grote containerschepen met een lengte vanaf 275 meter is toegenomen. De toename in het aantal grote containerschepen is ook te zien op de noordelijke route.

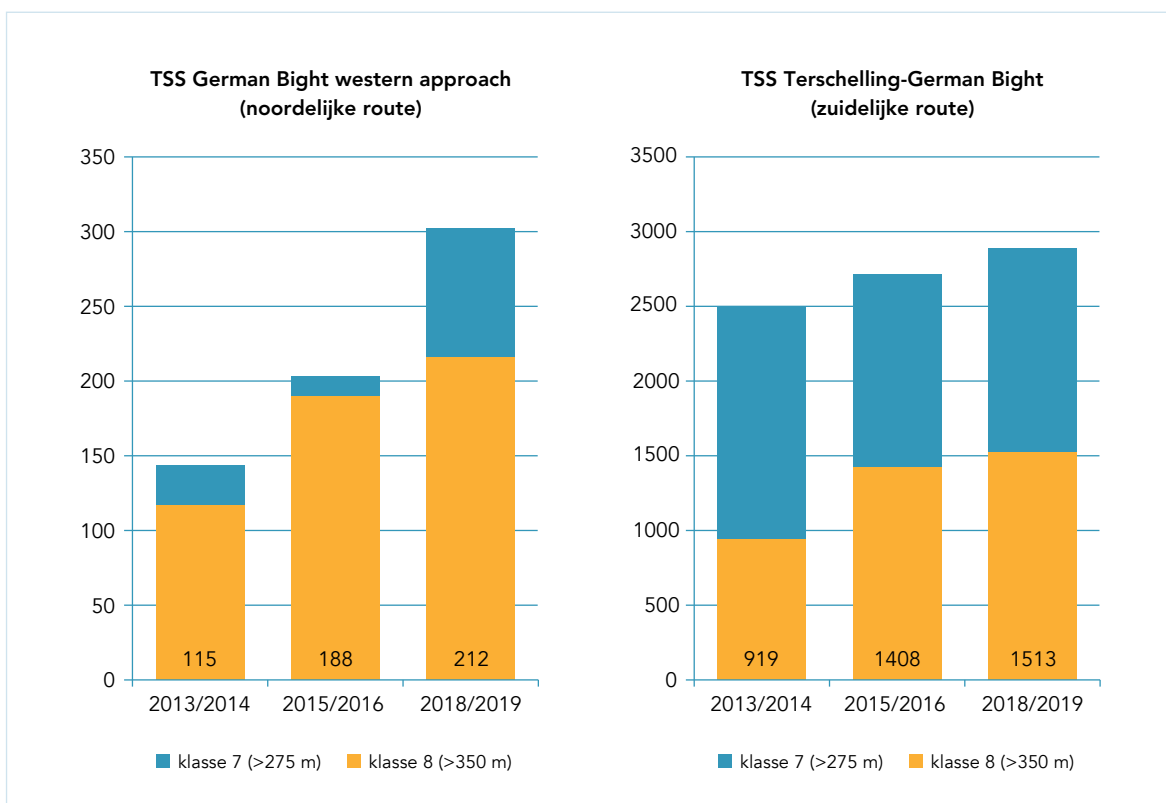
44 AIS-apparaten zenden automatisch met regelmatige tussenpozen radiogolven uit. Dat gebeurt via een VHF-zender die in het apparaat is ingebouwd. Die radiogolven bevatten informatie zoals positie, snelheid en op de reis betrekking hebbende scheepsgegevens. (bron: Rijkswaterstaat <https://www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/verkeersmanagement/scheepvaart/scheepvaartverkeersbegeleiding/river-information-services/automatic-identification-system/index.aspx>). De radiosignalen kunnen worden ontvangen door AIS-transponders die op andere schepen zijn geplaatst of op stations aan land.

45 Grafieken zijn afkomstig uit memo opgesteld door MARIN (Netwerkevaluatie 2019, onderdeel 1, 2 en 3, 6 december 2019) voor de Kustwacht.

46 Gebaseerd op netwerkevaluaties opgesteld door MARIN in opdracht van de Kustwacht (MARIN, *Netwerkevaluatie 2019 – onderdeel 1, 2 en 3: Dichtheidskaarten, verkeersintensiteiten en scheepsbewegingen*, 6 december 2019; MARIN, *Netwerkevaluatie Noordzee – Verkeersstromen op de Noordzee op basis van AIS-data tussen juni 2015 en mei 2016*, 1 december 2017; MARIN, *Netwerkevaluatie Noordzee na invoering nieuwe stelsel – Bepalen intensiteiten verkeersstromen na 1 augustus 2013*, 7 november 2014).



Figuur 10: Aantal passages schepen op noordelijke en zuidelijke route.



Figuur 11: Aantal passages containerschepen klasse 7 en klasse 8 op de noordelijke en zuidelijke route.

Toelichting op klasse van schepen, uitgedrukt in Gross Tonnage (GT):

- Grootte klasse 7: 60.000 – 99.999 GT, typische lengte per scheepstype 275 meter.
- Grootte klasse 8: vanaf 100.000 GT, typische lengte 350 meter.

3.3 Ruimtelijk gebruik Noordzee

3.3.1 Juridische indeling

De Noordzee is een randzee van de Atlantische Oceaan en grenst aan België, Frankrijk, het Verenigd Koninkrijk, Noorwegen, Denemarken, Duitsland en Nederland. Het Nederlandse deel van de Noordzee bestaat uit het gebied vanaf de Nederlandse kust tot de buitengrens van het Nederlands Continentaal Plat (NCP) en de Exclusieve Economische Zone (EEZ), en beslaat circa 58.000 km². De buitengrens van dit gebied is bepaald door middel van grensverdragen met België, Duitsland en het Verenigd Koninkrijk. De EEZ en het continentaal plat zijn ruimtelijk en inhoudelijk overlappende zones. Het continentaal plat omvat de zeebodem en de ondergrond, terwijl de EEZ ook de bovenliggende waterkolom omvat.⁴⁷

De Noordzee is juridisch verdeeld in verschillende zones met elk hun eigen rechtsregime. Deze zones zijn gebaseerd op het Verdrag van de Verenigde Naties inzake het recht van de zee (Zeerechtverdrag)⁴⁸. Twee zones worden hieronder nader toegelicht: de territoriale zee en de Exclusieve Economische Zone. De grenzen van deze gebieden zijn te zien op de kaart in Figuur 12 in paragraaf 3.3.2.

Territoriale zee

De Nederlandse territoriale zee behoort tot het Nederlandse grondgebied en loopt tot 12 zeemijl buiten de kust, gemeten vanaf de laagwaterlijn.⁴⁹ De territoriale zee valt onder de soevereiniteit van Nederland. Wel hebben volgens het Zeerechtverdrag van de Verenigde Naties alle schepen recht op 'onschuldige doorvaart' (zie ook paragraaf 3.2.1). Het Zeerechtverdrag stelt ook dat de kuststaat wet- en regelgeving mag vaststellen met betrekking tot deze onschuldige doorvaart, onder andere waar het de veiligheid van de scheepvaart en de regeling van het verkeer op zee betreft, of de bescherming van het milieu van de kuststaat betreft en het voorkomen, verminderen en bestrijden van de verontreiniging ervan.⁵⁰ De kuststaat mag ook waar nodig met het oog op de veiligheid het gebruik van voorgeschreven scheepvaartroutes en verkeersscheidingsstelsel vereisen stellen.⁵¹

In het gebied aansluitend op de 12-mijlszone – die een maximale breedte van 24 zeemijl heeft – mag de kuststaat toezicht uitoefenen om te voorkomen dat inbreuk wordt gemaakt op regelgeving inzake douane, belastingen, immigratie of volksgezondheid binnen zijn grondgebied en territoriale zee of om een dergelijke inbreuk te bestraffen.

Exclusieve Economische Zone (EEZ)

Over de EEZ is de Nederlandse rechtsmacht beperkter dan over de territoriale zee. Voor dit gebied bezit Nederland geen soevereiniteit. Nederland oefent, overeenkomstig het Zeerechtverdrag, in de EEZ wel soevereine rechten uit ten behoeve van de exploratie,

⁴⁷ Bron: <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/wetgeving-beleid/internationaal/verdragen/virtuele-map/zeerechtverdrag/>

⁴⁸ United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS): https://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/unclos_e.pdf

⁴⁹ Vastgesteld in de *Wet grenzen Nederlandse territoriale zee* (<https://wetten.overheid.nl/BWBR0003748>).

⁵⁰ UNCLOS, artikel 21.

⁵¹ UNCLOS, artikel 22.

de exploitatie, het behoud en het beheer van de levende en niet-levende natuurlijke rijkdommen van de wateren boven en van de zeebodem, alsmede de ondergrond daarvan. Dit geldt ook voor andere activiteiten gerelateerd aan de economische exploitatie en exploratie van de zone, zoals de opwekking van energie uit het water, de stromen en wind. Daarnaast heeft Nederland – overeenkomstig het Zeerechtverdrag – rechtsmacht in deze zone ten aanzien van de bouw en het gebruik van kunstmatige eilanden, installaties en inrichtingen, het wetenschappelijk zeeonderzoek en de bescherming en het behoud van het mariene milieu.

In de EEZ hebben alle staten vrijheid van scheepvaart en onschuldige doorvaart.⁵² Wel kan de kuststaat, waar nodig, veiligheidszones instellen rond kunstmatige eilanden, installaties en inrichtingen, waarbinnen hij passende maatregelen kan nemen ter verzekering van de veiligheid van zowel de scheepvaart als van de kunstmatige eilanden, installaties en inrichtingen.⁵³

De zuidelijke en noordelijke vaarroutes boven de Waddeneilanden

De zuidelijke en noordelijke vaarroutes boven de Waddeneilanden zijn gelegen in de EEZ. De zuidelijke vaarroute loopt voor een deel binnen en voor een deel buiten de Nederlandse territoriale zee. De noordelijke vaarroute loopt geheel buiten deze 12-mijlszone. Omdat de routes onderdeel zijn van de internationale en doorlopende scheepvaartroutes die door de IMO zijn vastgesteld, heeft Nederland geen zelfstandige bevoegdheden om bindende voorschriften op te stellen ten aanzien van het gebruik van de zuidelijke of noordelijke vaarroute of om de ligging van routes aan te passen.

3.3.2 Beleid en beheer Nederland

Betrokken partijen

Alle aspecten (met uitzondering van de internationale scheepsroutering) van het beleid en beheer van de Noordzee - vanaf circa één kilometer uit de kust tot aan de grenzen van de Nederlands EEZ - vallen onder de verantwoordelijkheid van het Rijk. De minister van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) is coördinerend bewindspersoon voor het integrale Noordzeebeleid en -beheer. Daarnaast zijn er diverse andere ministeries betrokken: de ministeries van Economische Zaken en Klimaat, Defensie, Financiën, Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, Binnenlandse Zaken en Buitenlandse Zaken. Deze ministeries werken samen in het Interdepartementaal Directeuren Overleg Noordzee (IDON). Bij het IDON zijn ook de uitvoeringsorganisaties Rijkswaterstaat en Kustwacht betrokken. Rijkswaterstaat is als uitvoeringsorgaan van het ministerie van IenW de beheerder van de Noordzee, met kerntaken ten behoeve van waterveiligheid, voldoende water, schoon en gezond water en een vlotte en veilige scheepvaart.

Het operationeel nautisch beheer van de Noordzee is gemandateerd aan de Kustwacht. Het Kustwachtcentrum coördineert en voert voor zes ministeries vijftien operationele overheidstaken uit op het Nederlands deel van de Noordzee. De taken bestaan uit dienstverleningstaken, zoals maritieme hulpverlening, opsporing en redding, rampen- en incidentbestrijding en verkeersbegeleiding (op open zee). Daarnaast heeft de Kustwacht

⁵² UNCLOS, artikel 58.

⁵³ UNCLOS, artikel 60.

handhavingstaken, waaronder het toezicht op naleving van wet- en regelgeving op het gebied van milieu, visserij en scheepvaartverkeer.⁵⁴ Een groot deel van de taken wordt uitgevoerd vanuit het Kustwachtcentrum in Den Helder.⁵⁵

Gebruik Noordzee

Het Nederlandse deel van de Noordzee wordt zeer intensief gebruikt, zie de kaart in Figuur 12. De Noordzee wordt niet alleen gebruikt voor zeescheepvaart, visserij en recreatievaart, maar ook voor olie-, gas-, zand- en schelpenwinning, winning van windenergie en militaire oefenactiviteiten. Verder zijn diverse gebieden van de Noordzee aangewezen als Natura 2000-gebieden (zie ook paragraaf 3.3.3). Ieder van deze gebruiksfuncties vraagt ruimte op de Noordzee. Het Rijk heeft kaders voor het ruimtelijk gebruik van de Noordzee vastgelegd in de *Beleidsnota Noordzee 2016-2021*⁵⁶ en de bijbehorende *Noordzee 2050 Gebiedsagenda*⁵⁷.

In de *Beleidsnota Noordzee 2016-2021* is aangegeven dat de verwachte intensivering van het gebruik van de Noordzee aanzet tot het verstandig omgaan met de beperkt beschikbare ruimte. Door het toenemend gebruik staat het mariene ecosysteem onder druk. Het doel van het rijksbeleid is om het gebruik van de ruimte op de Noordzee efficiënt en duurzaam te laten ontwikkelen, binnen de grenzen van het mariene ecosysteem.

In de *Noordzee 2050 Gebiedsagenda* is voor de veranderende en ontwikkelende activiteiten op de Noordzee een langetermijnvisie opgesteld. Hierin is aangegeven dat 'een veilige en milieuvriendelijke scheepvaart, de bereikbaarheid van de Nederlandse havens en een goede doorvaart' de ambities zijn voor de scheepvaart. Met betrekking tot de afstand tussen scheepvaartroutes en windparken zijn er ontwerpcriteria opgesteld in de vorm van een afwegingskader. In het stuk wordt ook aangegeven dat de schaalvergroting door grotere schepen en de komst van snellere schepen⁵⁸ bijdragen aan veranderingen van het verkeersbeeld. Daarnaast zal energiewinning op zee, zoals de realisatie van windparken, een flink groter beslag op het ruimtegebruik betekenen. Dit zal enerzijds leiden tot een afname van het beschikbaar vaargebied voor de scheepvaart en anderzijds tot verschuiving in verkeerspatronen door een toename van scheepvaartverkeer van en naar dergelijke offshore activiteiten.

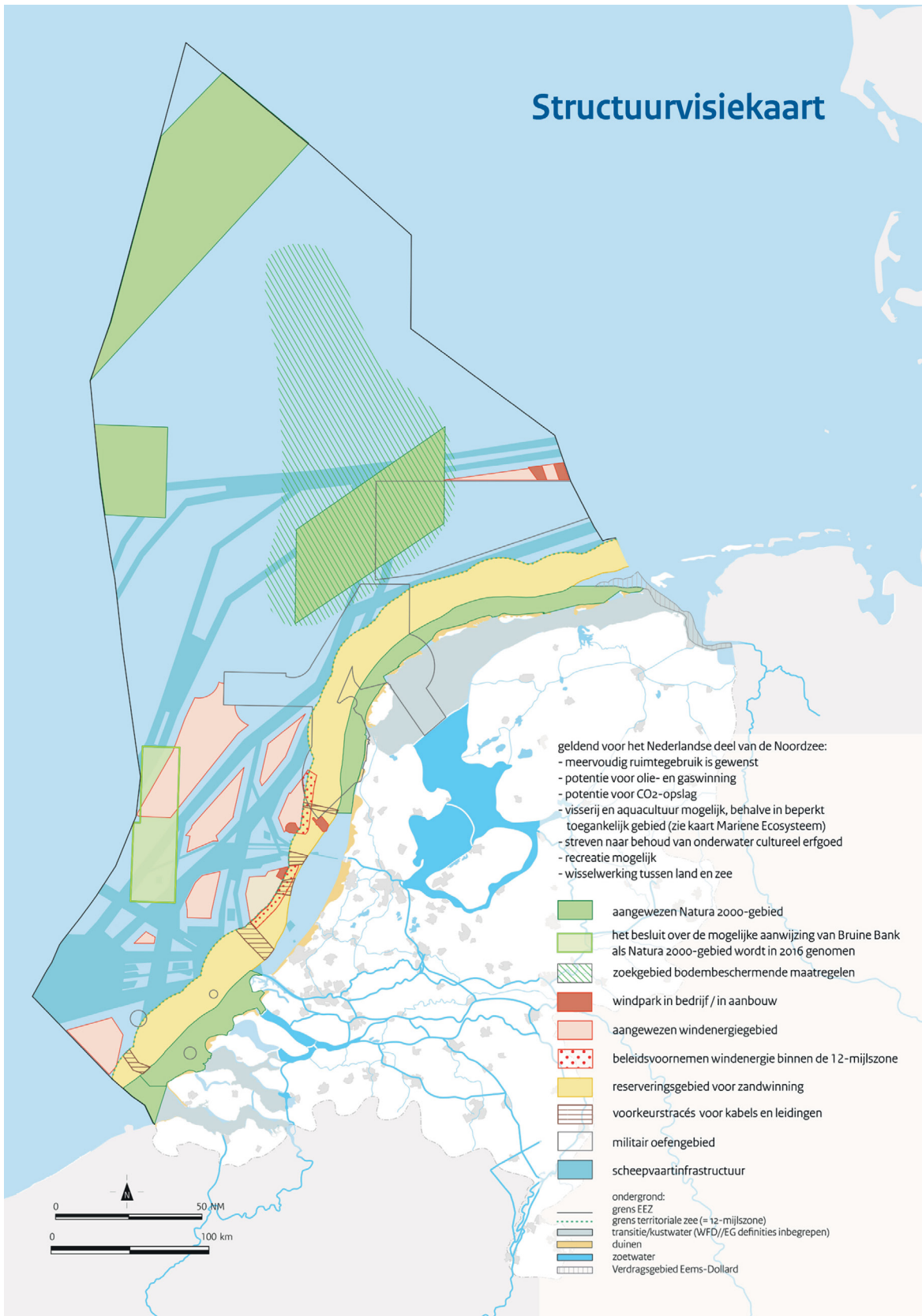
⁵⁴ Bron: <https://kustwacht.nl/nl/kustwachtwat.html>.

⁵⁵ Het takenpakket van de Kustwacht is een onderwerp van onderzoek geweest in het rapport *Zorg tussen wal en schip* (Onderzoeksraad voor Veiligheid, 2016).

⁵⁶ Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Ministerie van Economische Zaken, *Beleidsnota Noordzee 2016-2021*, december 2015.

⁵⁷ Ministerie van Infrastructuur en Milieu, *Noordzee 2050 Gebiedsagenda*, juli 2014.

⁵⁸ Voor containervaart is meer snelheid niet van toepassing: de snelheid van containerschepen is in de afgelopen jaren juist afgenomen om daarmee te besparen op de enorme brandstofkosten.



Figuur 12: Structuurvisiekaart voor de Noordzee. (Bron: Beleidsnota Noordzee 2016-2021)

3.3.3 Natuurgebieden

Meerdere gebieden in de nabijheid van de noordelijke en zuidelijke vaarroute boven de Waddeneilanden zijn door de Europese Commissie als *Natura 2000-gebied*⁵⁹ opgenomen. De zuidelijke vaarroute loopt net ten noorden van het Natura 2000-gebied de 'Noordzeekustzone'⁶⁰ en doorkruist het in Duitse wateren gelegen Natura 2000-gebied de 'Borkum Riffgrund'.⁶¹ De noordelijke vaarroute doorkruist het Natura 2000-gebied 'Friese Front'⁶² in de Noordzee. Ook de Waddenzee is een Natura 2000-gebied. In de Natura 2000-gebieden is de Wet natuurbescherming van kracht. Bepaalde activiteiten zijn daar ter bescherming van natuurwaarden niet toegestaan of er dient ontheffing voor aangevraagd te worden. Er gelden toegangsbeperkingen en bepaalde vormen van visserij zijn daar verboden.

De Waddenzee is het grootste aaneengesloten getijdegebied ter wereld. De bijzondere ecologische condities maken de Waddenzee tot een leefgebied van een uiterst diverse flora en fauna. Onder de bewoners bevinden zich zeezoogdieren als de gewone zeehond, de grijze zeehond en de bruinvis. Tien tot twaalf miljoen vogels begeven zich jaarlijks naar het Waddengebied om er te foerageren, te broeden en te overwinteren.⁶³

Milieu- en natuurbeschermingsorganisaties stellen veel in het werk om de natuurlijke habitat van het Waddengebied te behouden en de daar levende plant- en diersoorten te beschermen. Ook overheden voeren beleid om de natuur van het Waddengebied te vrijwaren van versturende menselijke activiteiten. In verband met de status als Natura 2000-gebied heeft de Nederlandse regering een *Beheerplan Waddenzee*⁶⁴ opgesteld, waarin bepalingen en gedragsregels zijn opgenomen voor alle personen en instanties die zich in het beschermde gebied begeven of daar activiteiten ondernemen.

Op voorstel van Nederland, Duitsland en Denemarken is de kwetsbaarheid van de Waddenzee in 2002 officieel door de IMO erkend door de aanwijzing van de Waddenzee als *Particularly Sensitive Sea Area* (bijzonder kwetsbaar zeegebied, PSSA).⁶⁵ Een dergelijke internationale erkenning van een gebied als PSSA vormt een belangrijke basis om via de IMO te komen tot aanvullende beschermende maatregelen, zoals routeringsmaatregelen. Een voorbeeld van een routeringsmaatregel is de van kracht zijnde verplichting voor een aantal categorieën tankers om op de Noordzee de noordelijke vaarroute (aangewezen diepwateroute) te gebruiken.⁶⁶ Deze routeringsmaatregel werd overigens al ingesteld voordat de Waddenzee als PSSA werd aangewezen.⁶⁷

⁵⁹ Natura 2000 is een Europees netwerk van beschermde natuurgebieden. In Natura 2000-gebieden worden bepaalde diersoorten en hun natuurlijke leefomgeving beschermd om de biodiversiteit te behouden.

⁶⁰ De Noordzeekustzone bestaat uit 'permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken'. Dit gebied is aangewezen op basis van de Vogel- en Habitatrichtlijn.

⁶¹ De zuidelijke vaarroute doorkruist ook het gebied 'Borkumse Stenen' (ten noorden van Schiermonnikoog) dat grenst aan de zuidzijde aan het Nederlandse Natura 2000-gebied Noordzeekustzone en aan de oostzijde aan het Duitse Natura 2000-gebied 'Borkum Riffgrund'. Dit gebied is mogelijk ook ecologisch waardevol en onderzocht wordt of dit gebied ook dient te worden aangewezen als Natura 2000-gebied.

⁶² Het Friese Front ligt ongeveer 75 km ten noorden van Den Helder en omvat een zeegebied van circa 2.880 km² en is een vogelrichtlijngebied.

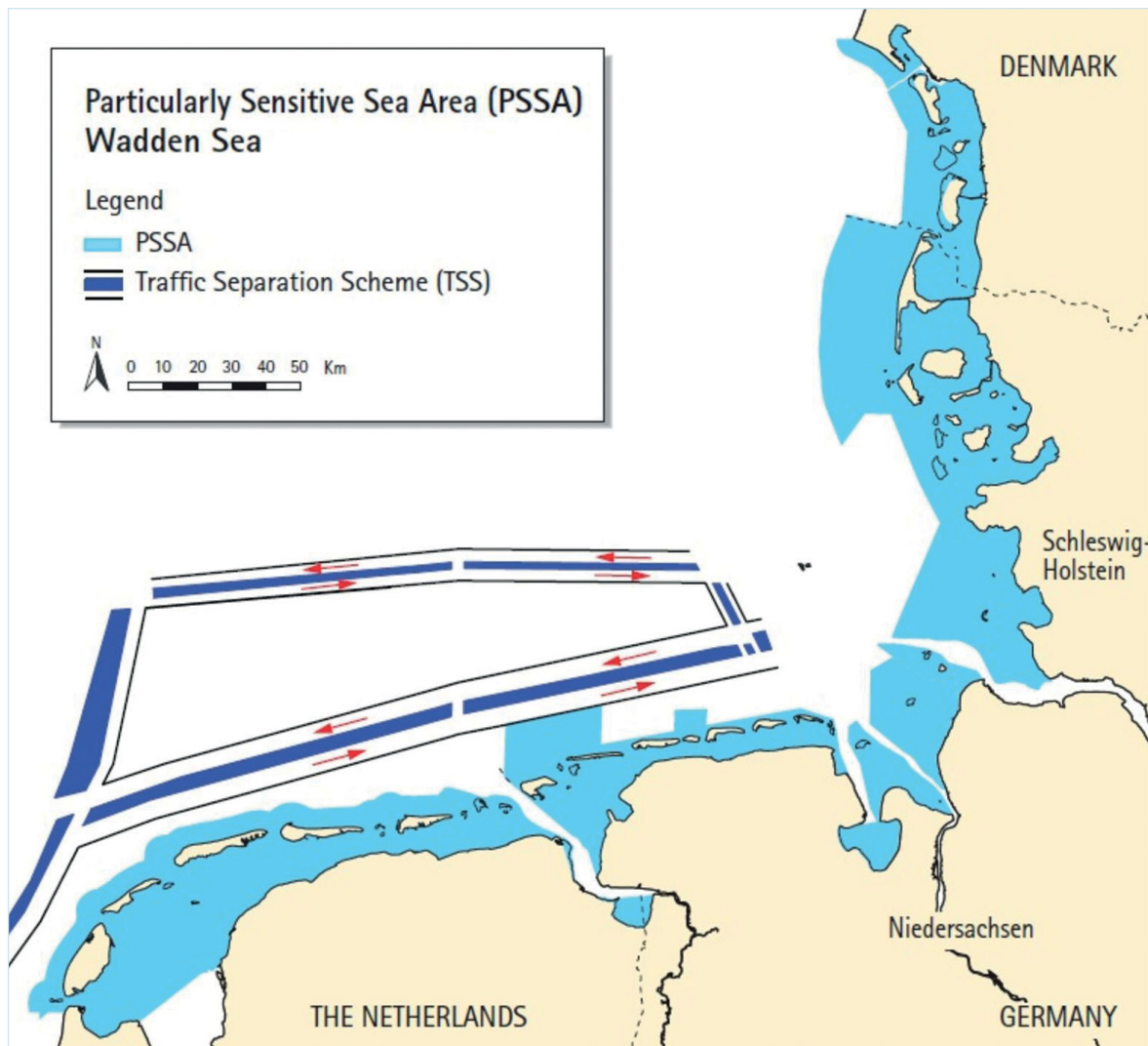
⁶³ UNESCO World Heritage Centre (<https://whc.unesco.org/en/list/1314/>).

⁶⁴ Ministerie van Infrastructuur en Milieu, *Natura 2000-beheerplan Waddenzee Periode 2016-2022*, juli 2016.

⁶⁵ IMO, Resolution MEPC.101 (48), Identification of the Wadden Sea as a particularly sensitive sea area, 11 oktober 2002.

⁶⁶ IMO, Colreg.2/Circ.38/Add.1, 14 May 1997.

⁶⁷ Sinds 2005 is het voorstellen van een beschermende maatregel (associated protective measure) een meer expliciete voorwaarde voor de aanwijzing van een gebied als PSSA (IMO Resolutie A.982 (24)).



Figuur 13: Gebied rond Waddenzee aangewezen als PSSA. (Bron: <https://www.waddensea-worldheritage.org/fisheries-and-shipping>)

In 2009 kwam verdere internationale erkenning van het natuurgebied toen UNESCO⁶⁸ de Waddenzee plaatste op de lijst van werelderfgoederen, in de categorie biosfeerreservaten. Deze status bracht voor Nederland de verplichting⁶⁹ met zich mee goed voor het werelderfgoed te zorgen, zijn waarde te behouden en daarover aan UNESCO verantwoording af te leggen. Nederland heeft daarom in nationale wetgeving bepalingen opgenomen die beschadiging of vernieling van het werelderfgoed moeten voorkomen.⁷⁰ Activiteiten in het gebied mogen de kernkwaliteiten van het werelderfgoed niet aantasten.⁷¹

⁶⁸ UNESCO staat voor United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation.

⁶⁹ Convention concerning the protection of the world cultural and natural heritage (1972) (artikel 4 en verder).

⁷⁰ Besluit activiteiten leefomgeving, art. 14.9 (Specifieke zorgplicht), <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stb-2018-293.html> (Deze Algemene maatregel van bestuur treedt in werking tegelijkertijd met de Omgevingswet, gepland voor 2021).

⁷¹ Besluit kwaliteit leefomgeving, artikel 9.2, <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stb-2018-292.html> (Deze Algemene maatregel van bestuur treedt in werking tegelijkertijd met de Omgevingswet, gepland voor 2021).

4 ROUTESPECIFIEKE RISICO'S

4.1 Inleiding

In de nacht van 1 op 2 januari 2019 voer de MSC ZOE op de zuidelijke vaarroute ten noorden van de Waddeneilanden en verloor 342 containers. Het geheel van omstandigheden waarin het voorval plaatsvond, moet worden beschouwd als een risicovol scenario. Dit scenario, *'een groot containerschip zoals de MSC ZOE in de weers- en golfomstandigheden zoals op de dag van het voorval'*, is onderzocht om meer inzicht te krijgen in de mate waarin de omgevingsomstandigheden op de vaarroutes boven de Waddeneilanden bijdragen aan het risico op het verliezen van containers van grote containerschepen. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de vraag hoe grote containerschepen met afmetingen en lading zoals van de MSC ZOE, zich gedragen in het bovengenoemde scenario en wat dit betekent voor het risico op het verlies van containers.

Voor dit onderzoek heeft de Onderzoeksraad de kennis- en onderzoeksinstituten Deltares en MARIN gevraagd om vanuit hun expertise een bijdrage te leveren. Deltares heeft op basis van modellen de stroming, waterstand, wind- en golfcondities voor referentieposities op de zuidelijke en noordelijke vaarroute berekend ten tijde van het voorval met de MSC ZOE.⁷² MARIN heeft op basis daarvan berekeningen en uitgebreide bassinproeven met een scheepsmodel uitgevoerd om meer inzicht te krijgen in de omstandigheden en scheepsbewegingen die zich voordoen in het gebied ten noorden van de Waddeneilanden. Dit gecombineerde onderzoek geeft nieuw inzicht in de omstandigheden, scheepsbewegingen en fenomenen die zich voordoen in het gebied ten noorden van de Waddeneilanden en hoe deze kunnen leiden tot het risico op containerverlies.⁷³ De rapporten van de studies van Deltares en MARIN zijn in respectievelijk bijlage F en G toegevoegd.

4.2 Scenario voorval MSC ZOE

Het scenario voorval MSC ZOE is uitgewerkt op basis van de studies van Deltares en MARIN. Om de resultaten te kunnen begrijpen en duiden, wordt eerst de opzet van deze studies toegelicht.

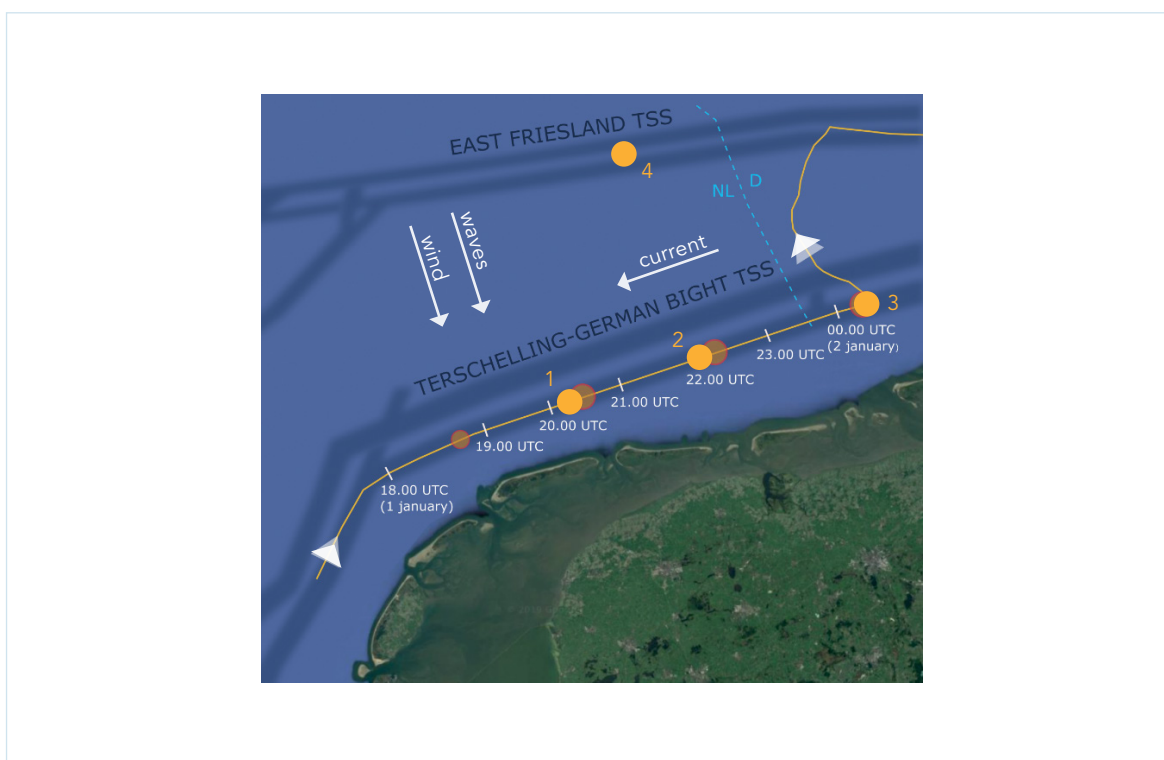
⁷² Deltares, *North Sea conditions on 1 and 2 January 2019 – Metocean conditions during the incident with the MSC ZOE*, juni 2020.

⁷³ MARIN, *Behaviour of an Ultra Large Container Ship in shallow water – Discussion report*, juni 2020.

4.2.1 Opzet studies Deltares en MARIN

Op basis van analyse van de *Voyage Data Recorder* (VDR) gegevens heeft de Onderzoeksraad drie locaties op de vaarroute van de MSC ZOE bepaald (de zuidelijke route) voor nadere analyses. Dit zijn locaties waar ondiepten zijn, tijdens de berging containers aangetroffen zijn en/of uit analyse van de VDR-data bleek dat er heftigere slingeringen hebben plaatsgevonden.⁷⁴ Daarnaast is ook een referentiepositie op de noordelijke route (de diepwaterroute) bepaald. Voor deze vier locaties heeft Deltares de meteorologische en maritieme omstandigheden bepaald ten tijde van het voorval met de MSC ZOE om het scenario verder uit te werken. Dit scenario vormt de basis voor de berekeningen en de testcondities in de bassinproeven van MARIN. Naast de vier locaties met een bepaalde waterdiepte heeft MARIN ook gekeken naar diep water, waarbij de golven niet meer worden beïnvloed door de zeebodem. Tevens zijn golfcondities met hogere golven beschouwd.

Zie onderstaande figuur en tabellen voor een overzicht van de beschouwde locaties en golfcondities. In het vervolg van dit hoofdstuk wordt bij bespreking van de resultaten uit de studies verwezen naar de waterdieptes en golfcondities uit de onderstaande tabellen.



Figuur 14: De vier referentielocaties (gele bollen) op de vaarroutes boven de Waddeneilanden ten behoeve van het onderzoek door Deltares en MARIN. De rode bollen geven een aantal vermoedelijke locaties⁷⁵ van verloren containers door MSC ZOE. De aangegeven tijd is in Coordinated Universal Time (UTC; lokale tijd = UTC + 1 uur). (Bron: MARIN)

⁷⁴ Zie internationaal rapport naar de toedracht voor verdere beschrijving van de locaties waar containers van de MSC ZOE zijn geborgen.

⁷⁵ In het figuur zijn vier locaties van verlies van containers aangegeven die aanvankelijk in het onderzoek waren geïdentificeerd en niet de twee aanvullende locaties die in een later stadium van het onderzoek zijn geïdentificeerd.

| Referentielocatie (uit Figuur 14) | Vaarroute | Waterdiepte [m] t.o.v. gemiddeld zeewater-niveau ⁷⁶ |
|-----------------------------------|-----------------------|--|
| Locatie 1 | Zuidelijke vaarroute | 21,3 |
| Locatie 2 | Zuidelijke vaarroute | 26,6 |
| Locatie 3 | Zuidelijke vaarroute | 21,3 |
| Locatie 4 | Noordelijke vaarroute | 37,5 |
| Locatie 'diep water' | Niet van toepassing. | 632,0 |

Tabel 3: Overzicht waterdieptes van referentielocaties zoals gehanteerd in onderzoek Deltares en MARIN.

| Significante golfhoogte H_s [m] | Piekperiode T_p [sec] | Toelichting |
|-----------------------------------|-------------------------|---|
| 5,2 | 11,8 | Betreft golfcondities ten tijde dat MSC ZOE locatie 1 passeerde. |
| 6,5 | 12,4 | Betreft golfcondities ten tijde dat MSC ZOE locatie 3 passeerde. |
| 6,5 | 14,5 | Betreft golfcondities ten tijde dat MSC ZOE locatie 3 passeerde met aangepaste piekperiode. ⁷⁷ |
| 7,5 | 14,5 | Verhoogde golfhoogte ten behoeve van gevoeligheidsanalyse. |

Tabel 4: Beschouwde golfcondities in onderzoek MARIN (gebaseerd op onderzoek Deltares).

Het voor de bassinproeven gebruikte scheepsmodel is een containerschip met vergelijkbare vorm en afmetingen als de MSC ZOE. Het scheepsmodel met meetinstrumenten is gemaakt volgens internationale standaarden⁷⁸, waarbij de containers zijn gemodelleerd als een blok met een fotoprint van containers. Het houten scheepsmodel is stijver dan een stalen schip zoals de MSC ZOE. Daarnaast heeft het bassin een betonbodem en de vaarroute een zandbodem. In Figuur 15 zijn foto's opgenomen van de situatie tijdens de bassinproeven.



Figuur 15: Foto's van het scheepsmodel in het MARIN testbassin, respectievelijk met beelden bovenwater, onderwater en vanaf de brug van het schip.

⁷⁶ Het gemiddeld zeeniveau (*Mean Sea Level*, MSL) is de gemiddelde hoogte van het zeeoppervlak voor alle fases van het getij.

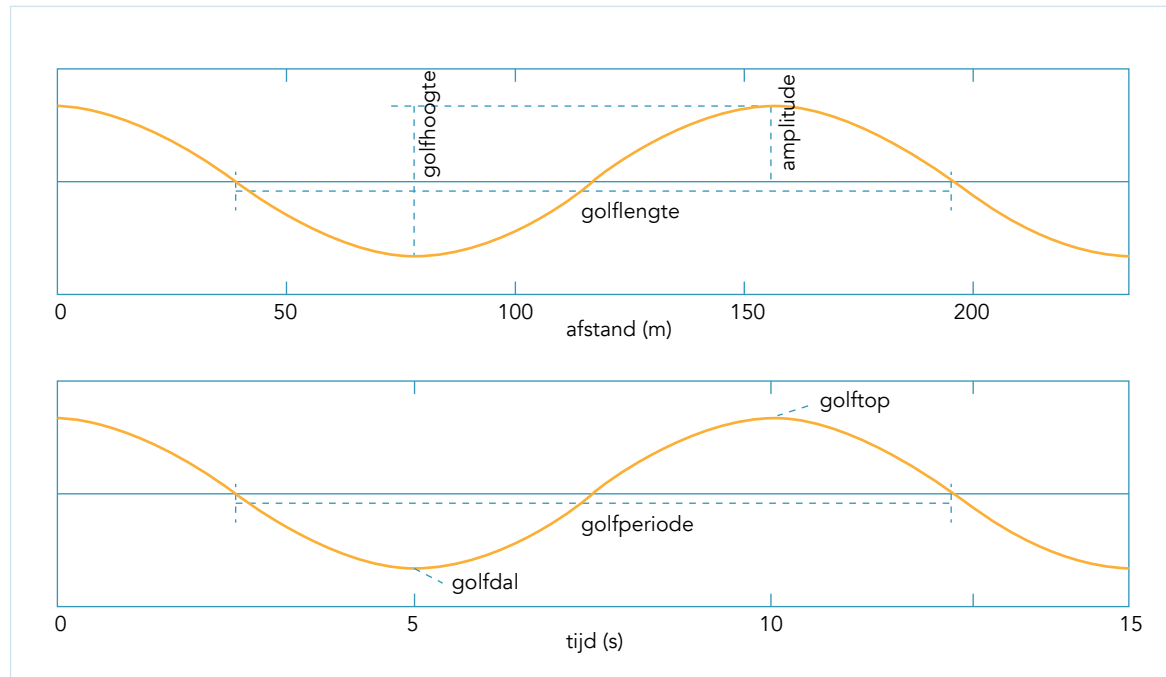
⁷⁷ Piekperiode is gebaseerd op gemeten piekperiode op nabij gelegen boei.

⁷⁸ International Towing Tank Conference (ITTC).

4.2.2 Meteorologische en maritieme omstandigheden

Toelichting op golven

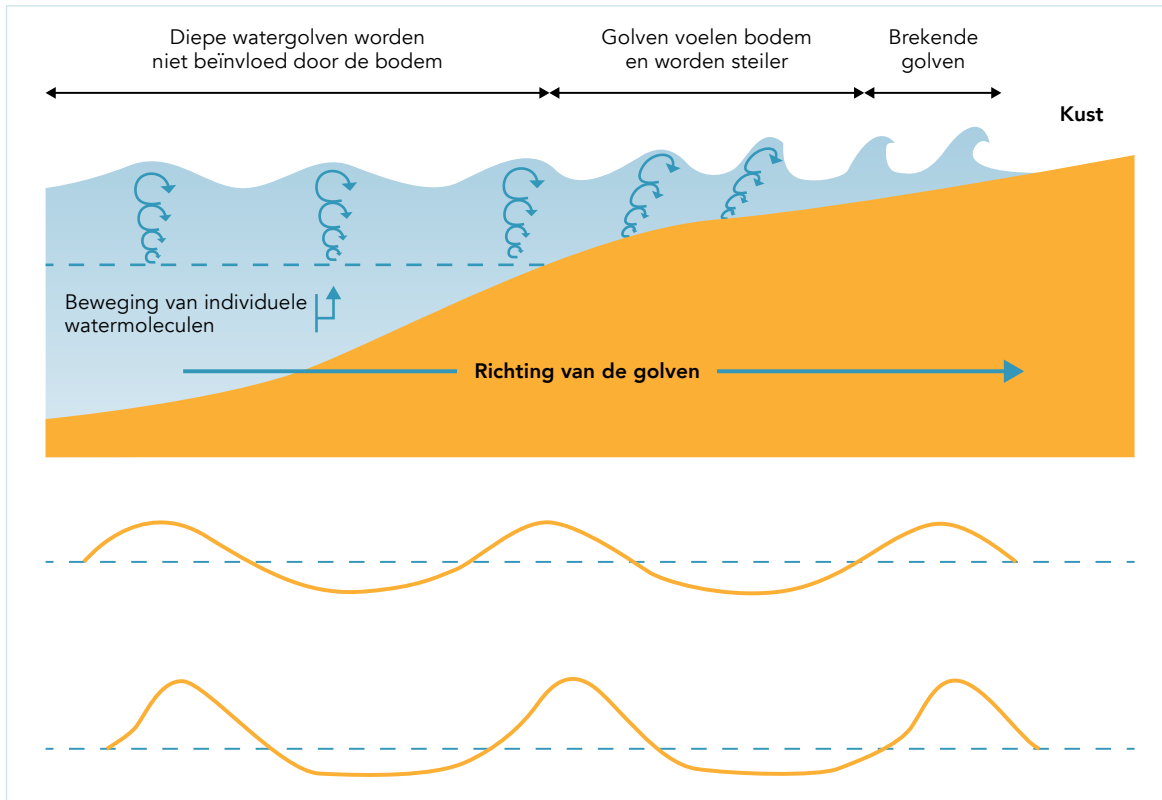
Golven worden gevormd door de wind ter plaatse (zeegang genoemd) en de deining, de golven die elders zijn opgewekt en daar zijn weggelopen. Een golf in diep water kan vereenvoudigd als een sinusvorm worden weergegeven. Hierbij heeft de golf de volgende kenmerken: de golfhoogte (van golftop tot golfdal), de golflengte (afstand tussen twee golftoppen) en de golfperiode (tijd tussen passeren van twee golftoppen).



Figuur 16: Schematische weergave golven als een sinusgolf, met de parameters golfhoogte, golflengte en golfperiode. (Bron: Deltares)

Voor een goed begrip van de onderzoeksresultaten is het nodig te begrijpen hoe golven worden gekarakteriseerd. Daarbij is het belangrijk te realiseren dat de zee een wateroppervlak is met onregelmatige golven. Om toch te komen tot een realistische karakterisering van een golfveld op zee worden met name drie indicatoren gebruikt: significante golfhoogte, maximale golfhoogte en piekperiode. Vanwege het onregelmatige patroon van golven op het wateroppervlak, wordt de golfhoogte aangeduid met de *significante golfhoogte* (H_s) van aanwezige golven. Dit is het gemiddelde van het hoogste één derde deel van alle optredende golven in het golfveld bij een gegeven golfconditie. Daarnaast geeft de maximale golfhoogte (H_{\max}) de hoogte van de grootste voorkomende golf in die golfconditie. Omdat de hoogst voorkomende golf in een golfconditie voor een deel zal afhangen van de duur van de optredende golfconditie, wordt over het algemeen een statistische maat voor H_{\max} gehanteerd, bijvoorbeeld de grootse individuele golfhoogte die eens in de 1000 golven wordt overschreden. De piekperiode wordt bepaald aan de hand van de aanwezige energie in een golfveld. Een wateroppervlak met onregelmatige golven kan worden beschreven als de som van een groot aantal sinusgolven met verschillende golfperiodes en -hoogtes (en eventueel ook golfrichtingen). Door de energie van de golven weer te geven als functie van de periode wordt het golfspectrum vastgesteld. De *piekperiode* (T_p) is gedefinieerd als de periode waarbij de meeste golfenergie aanwezig is. Deze piekperiode wordt gebruikt als karakteristieke waarde voor de typische golfperiode van het golfveld.

Als een golf nabij de kust komt, verandert de golfvorm in een golfpatroon met hogere, kortere en dus steilere golven. Bij hoge golven in ondiep water worden de golftoppen en golfdalen (meer) asymmetrisch: de hoogte van de golftop is groter dan de diepte van het golfdal en er ontstaan vlakke, bredere golfdalen, zie Figuur 17. Deze korte, steile golven in ondiep water kunnen gemakkelijker breken. Daarbij valt de hogere top van de golf voorover met hoge snelheid.



Figuur 17: Weergave van golven die de kust naderen (boven) en het ondiepwater-effect (onder): de sinusachtige golfvorm in open zee (boven) verandert in ondiep water in een golfpatroon met hoge, steile golfkammen en vlakke, brede golfdalen (onder). (Bron: Deltares)

Om een golfsituatie te beschrijven wordt onderscheid gemaakt in een situatie met 'langkammige golven' waarbij alle golven dezelfde kant op bewegen, en een situatie met 'kortkammige golven' waarbij de golven meer gespreide richtingen hebben.⁷⁹ De situatie met kortkammige golven is kenmerkend voor de situatie op zee waarbij golven direct onder invloed van de wind ontstaan.

Bevindingen

De MSC ZOE kreeg tijdens de oostwaartse koers in de zuidelijke route te maken met zware weersomstandigheden: een stormachtige wind en hoge golven, beide uit noordnoordwestelijke richting, die het schip aan bakboordzijde benaderden, ongeveer haaks op de vaarrichting van het schip. Bij deze noordwester stormcondities hebben de golven op de Noordzee de tijd en ruimte om op te bouwen in hoogte en periode tot aan

⁷⁹ Het verschijnsel van kortkammige en langkammige golven is niet alleen een kwestie van richting, maar ook van frequentie. In de praktijk zullen langkammige golfcondities namelijk alleen optreden in combinatie met hogere piekperiodes.

de Nederlandse en Duitse Waddenkust. In Tabel 5 zijn van enkele parameters de hoogste waarden samengevat die zich voordeden in de nacht van 1 op 2 januari 2019.

| Parameter | Kritische omstandigheden | Frequentie van voorkomen |
|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| stroomsnelheid | tot 0,5 m/s (1 knoop) | Dagelijks |
| waterstand ⁸⁰ | gemiddeld + 0 tot +1 m | |
| windsnelheid | 16 – 18 m/s (7-8 Bft) | Gemiddeld een tot twee keer per jaar |
| significante golfhoogte (H_s) | 5 – 6,5 m | |
| piek-golfperiode (T_p) | 11 – 13 s | |

Tabel 5: Kritische maritieme omstandigheden van de zuidelijke vaarroute in het scenario 'voorval MSC ZOE'.
(Bron: Deltares)

De zuidelijke vaarroute waar de MSC ZOE voer is een ondiepe vaarroute met een minimaal zeebodenniveau van -20 meter (ten opzichte van gemiddeld zeeniveau). De stroomsnelheid van het zeewater – een direct gevolg van de getijdewerking die zich tweemaal daags voordoet – was normaal. Het zeewater was door de noordelijke wind iets opgestuwd, maar nog steeds binnen de marge van de dagelijkse fluctuaties van de zeespiegel. De windsnelheid bereikte maxima van 18 m/s.⁸¹ Dat is een stormachtige wind die voor het Noordzeegebied niet uitzonderlijk is. De significante golfhoogte bedroeg 5 tot 6,5 meter met kans op individuele golven tot een hoogte van rond de 11 meter. In het scenario 'voorval MSC ZOE' komen op de zuidelijke vaarroute golven voor die typerend zijn voor ondiep water: steile, hoge golven die af en toe breken.

Door statistische analyse is bepaald hoe vaak deze waarden in dit deel van de Noordzee voorkomen. Hieruit volgt dat de omstandigheden in het beschouwde scenario weliswaar zwaar waren, maar niet extreem of uitzonderlijk zijn. De combinatie van windsnelheid en golfcondities die de MSC ZOE die nacht kreeg te verwerken, komt jaarlijks één of enkele keren voor op de noordelijke en zuidelijke vaarroute. Er is een patroon zichtbaar waarbij de hoogste golfcondities het meest frequent optreden in de winter, gevolgd door de herfst.⁸²

Deelconclusie

De omstandigheden in het scenario van het voorval met de MSC ZOE worden gekenmerkt door golven met een significante golfhoogte van 5 tot 6,5 meter, een piekperiode van 11-13 seconden en met kans op individuele golven tot 11 meter hoogte. De golven kwamen uit noordnoordwestelijke richting, loodrecht op de zuidelijke vaarroute. Deze situatie komt statistisch gezien jaarlijks één of enkele keren voor op de Noordzee ten noorden van de Waddeneilanden.

⁸⁰ Waterstand is het waterniveau ten opzichte van het gemiddeld zeeniveau (*Mean Sea Level*, MSL, de gemiddelde hoogte van het zeeoppervlak voor alle fases van het getij).

⁸¹ Dit betreft een uursgemiddelde op een hoogte van 10 meter.

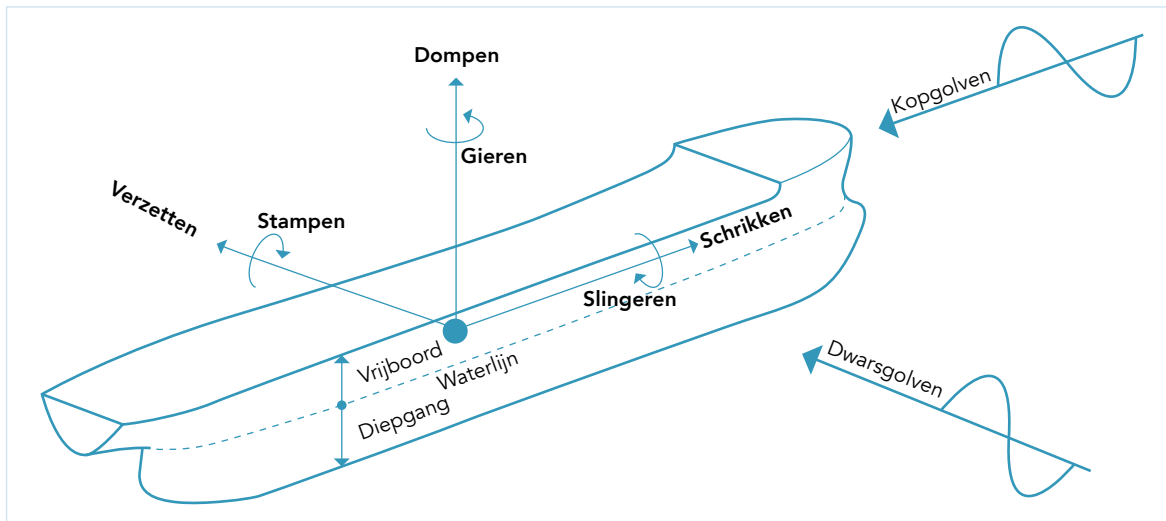
⁸² Voor de verdeling over de seizoenen is de meteorologische definitie aangehouden.

4.2.3 Scheepsgedrag

Toelichting op scheepsbewegingen

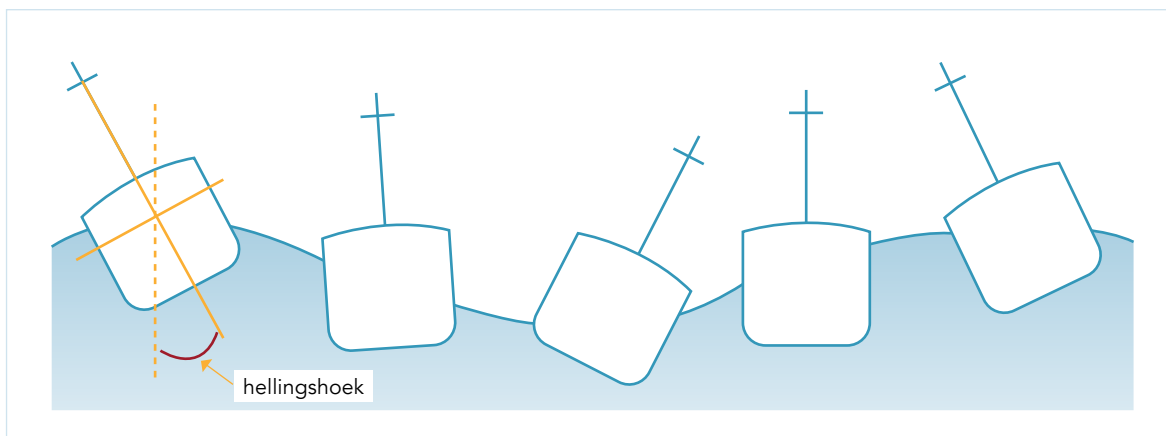
Scheepsbewegingen zijn de bewegingen van een schip als reactie op externe krachten, zoals golven. Welk effect een golf heeft op de scheepsbewegingen is afhankelijk van de scheepsvorm, gewichtsverdeling, stabiliteit, snelheid en de (vaar)richting ten opzichte van de golven. Een schip beweegt in zes vrijheidsgraden:

- Dampen in verticale richting
- Verzetten in dwarsrichting
- Schrikken in horizontale richting voorwaarts of achterwaarts
- Slingeren, draaien om de lengteas
- Stampen, draaien om de breedteas
- Gieren, draaien om de verticale, staande as.



Figuur 18: Overzicht scheepsbewegingen. (Bron: MARIN)

In de bassinproeven van MARIN, waarbij de golven dwars op het schip inkomen, zijn drie bewegingen dominant: slingeren om de lengteas, dompen in verticale richting en verzetten in de dwarsrichting. Voor de slingerbeweging geldt dat in een reeks van opeenvolgende golven het schip heen en weer rolt over zijn lengteas zoals in de onderstaande illustratie. Het schip krijgt dan een hellingshoek.

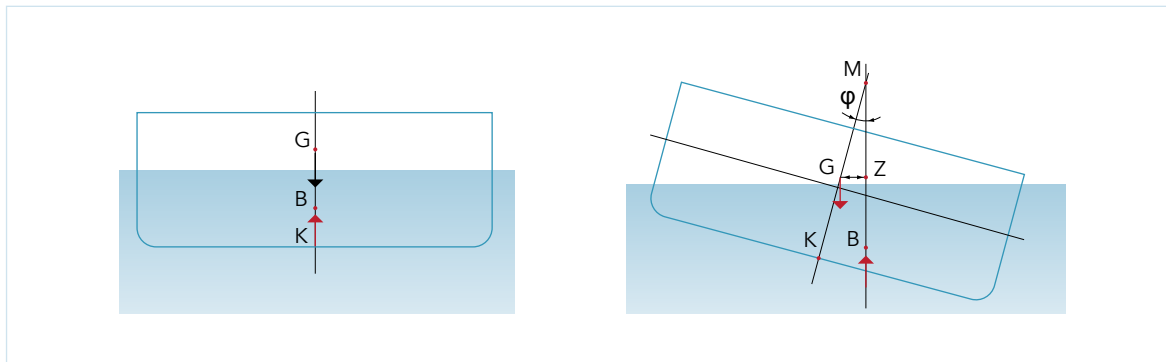


Figuur 19: Schematische weergave van een slingerbeweging van een schip in dwarsscheepse golven.

Toelichting op scheepsstabiliteit en resonantie

Scheepsstabiliteit is de mate waarin een schip zichzelf weer op kan richten na uit zijn evenwicht te zijn gebracht door externe krachten zoals wind en golven. Een schip met een hoge stabiliteit zal in beginsel moeilijker uit zijn evenwichtstoestand worden gebracht en zal eenmaal uit zijn evenwichtstoestand ook weer sneller naar zijn evenwichtstoestand bewegen.

De stabiliteit van een schip is afhankelijk van de scheepsvorm en van de beladingstoestand. Het krachtenspel als gevolg van de zwaartekracht van het gewicht van het schip (inclusief belading) en de opwaartse kracht van het water op het schip speelt hierbij een cruciale rol. Zie Figuur 20 voor een schematische weergave hiervan. Hoe stabiel een schip is, hoe sterker het terug wil keren naar de evenwichtstoestand. De maat voor de stabiliteit van een schip is de zogeheten GM-waarde: de metacentrische hoogte uitgedrukt in meters.⁸³ Bij een hoge GM-waarde is een schip stabiel dan bij een lage waarde.



Figuur 20: Schematische weergave krachten op een stabiel schip in evenwicht (links) en stabiel schip uit evenwicht (met een dwarscheepse hellingshoek φ).

Het tweede aspect dat een essentiële rol speelt bij scheepsbewegingen, is het verschijnsel van *resonantie*⁸⁴ bij de *eigenperiode* van het schip. De eigenperiode van slingeren is de periode waarop het schip vanuit zichzelf gaat slingeren als het een duw krijgt. De eigenperiode hangt af van de stabiliteit (GM-waarde) en de gewichtsverdeling van het schip⁸⁵. Een erg stabiel schip (hoge GM-waarde) heeft een korte eigenperiode: het schip wil snel terug naar de evenwichtsconditie. Een minder stabiel schip (lage GM-waarde) heeft een langere eigenperiode. Wanneer het schip in dwarsgolven vaart met een periode dicht bij de eigenperiode, ontstaat resonantie: sterke slingerbewegingen, die groter zijn dan de helling van golfw (zie voor illustratie hiervan Figuur 19).

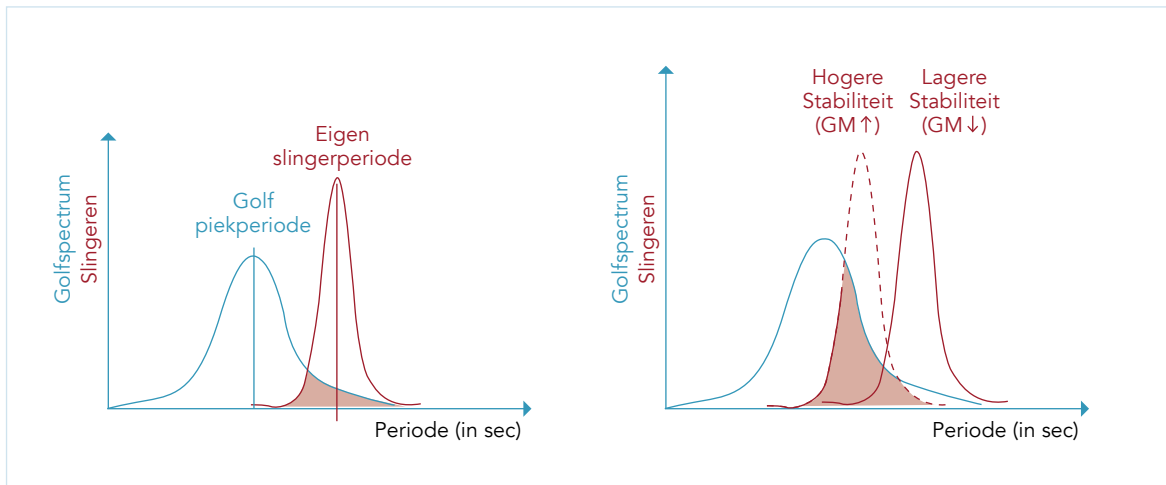
Bij golven met een golfperiode dichtbij de eigen slingerperiode reageert het schip dus sterk op de golven; bij andere golfperioden minder. Dit kan worden uitgedrukt in een overdrachtsfunctie, zoals geschetst in Figuur 21 (a). Deze overdrachtsfunctie geeft aan

⁸³ Wanneer in dit rapport wordt gesproken over de GM-waarde als maat voor de stabiliteit van een schip, wordt de aanvangsstabiliteit bedoeld bij kleine hellingshoeken. De hoogte van het Metacenter (M) wordt bepaald door de scheepsvorm en met name de breedte van het schip. De hoogte van het zwaartepunt (G) wordt bepaald door de verdeling van het gewicht van schip en lading over het schip.

⁸⁴ Bekende andere voorbeelden van resonantie zijn de slinger van een klok, of een kind op een schommel. Het kost maar weinig energie om die in beweging te krijgen wanneer ze worden aangeduwd bij de eigenperiode van de slinger of schommel.

⁸⁵ De verdeling van de massa over het schip wordt uitgedrukt in de traagheidsstraal.

hoe sterk de golfbeweging wordt doorgegeven aan de beweging van het schip. Er zit dus een sterke resonantiepiek bij de eigenperiode. De gearceerde overlap tussen het golfspectrum en de overdrachtsfunctie bepaalt de reactie van het schip op het aanwezige golfspectrum.



Figuur 21: Grafiek met piekperiode van golfspectrum en eigenperiode van een schip (a) met overdrachtsfunctie, het gearceerd gebied (b) met twee verschillende schepen met een lage en een hoge GM-waarde. (Bron: MARIN)

Wanneer een schip stabiel wordt (hogere GM-waarde), wordt de eigen slingerperiode korter (zie Figuur 21 (b)). Hierdoor beweegt de overdrachtsfunctie van het schip naar een kortere eigen slingerperiode en wordt het schip gevoelig voor slingeren bij golfspectra met korte piekperiodes.

Versnellingen op containers

Grote containerschepen hebben naast containers in het ruim, ook containers aan dek gestapeld.⁸⁶ Als gevolg van slingerbewegingen ontstaan versnellingen op de containers die op het dek van het schip staan gestapeld. Doordat containers zijn vastgesjord met sjorstangen en onderling verbonden zijn met *twistlocks*, leiden de dwarsversnellingen in een heen en weer slingerend schip tot trek- en drukkrachten in het frame van de containers en de sjorsystemen waarmee de containers zijn vastgemaakt aan elkaar en/of het dek. Deze krachten kunnen sjorsystemen en de constructie van de container overbelasten. Als krachten groter zijn dan waarvoor het sjorsysteem is ontworpen, kan het sjorsysteem het begeven, waardoor de containers overboord kunnen vallen. Indien de constructie van de container bezwijkt, kan een container bijvoorbeeld in elkaar zakken. Hierdoor kan een hele stapel containers omvallen: deze kunnen overboord vallen of tegen een andere containerstapel aan vallen.

De scheepsromp van een schip zal zelf als gevolg van bovengenoemde scheepsbewegingen krachten ondervinden. Afhankelijk van de stijfheid van het schip zal een schip in de golven bijvoorbeeld in een bepaalde mate buigen en torderen. Dit zal ook doorwerken in trillingen en krachten op de containers en sjorsystemen op het dek.

⁸⁶ In het voorval met de MSC ZOE waren containers aan dek tot stapels van tot acht containers hoog geplaatst.

Samenvattend zal er - als gevolg van scheepsbewegingen - een complex spel aan versnellingen en krachten op schip en lading werken. De losse containerstapels ondervinden dwars- en verticale krachten. Daarnaast kunnen de stapels bij grote bewegingen ook op elkaar inwerken.

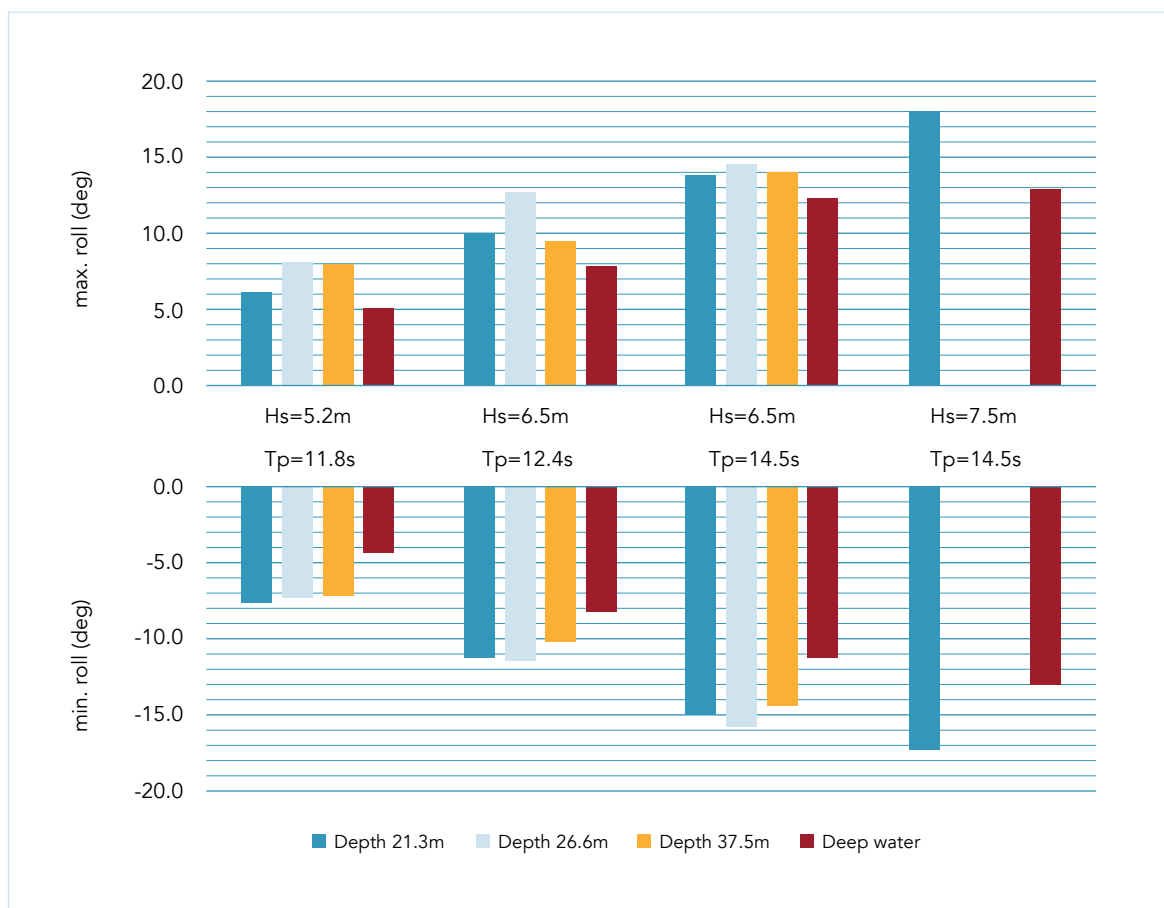
Bevindingen

In de studie van MARIN is gekeken naar het scheepsgedrag van een model containerschip onder de omstandigheden zoals beschreven in paragraaf 4.2.1. Uit deze studie volgt dat vooral de golven bepalend zijn voor het scheepsgedrag van een groot en breed containerschip in omstandigheden zoals in het scenario van het voorval. De uitgevoerde proeven in het testbassin laten zien dat grote, brede containerschepen grote slingerbewegingen en verticale dompbewegingen vertonen in de dwarsscheepse golven bij verschillende waterdieptes. Soms valt een dompbeweging naar beneden samen met een grote slingerbeweging. Hierdoor beweegt de zijkant van het schip extra naar beneden, richting de zeebodem. Een ander waargenomen effect in de proeven is dat de kimkielen⁸⁷ aan de onderkant van het schip boven het water kwamen als gevolg van extreme scheepsbewegingen.

Ter illustratie is in de onderstaande figuur de maximaal gemeten slingerbeweging voor de verschillende proefomstandigheden gegeven bij de bassinproeven met het schaalmodel van een groot en breed containerschip (gemodelleerd naar de afmetingen van de MSC ZOE). Zo is in ondiep water (26,6 meter), zoals aanwezig op de zuidelijke vaarroute boven de Waddeneilanden, een maximale slingerbeweging (bij $H_s=6.5\text{m}$ en $T_p=14,5\text{s}$) van ongeveer 16 graden gemeten. Bij een diepte zoals aanwezig op de noordelijke vaarroute (37,5 meter) wordt bij deze omstandigheden een maximale slingerbeweging van ongeveer 14 graden gemeten. Hieruit volgt dat grote, brede containerschepen zoals de MSC ZOE zowel op de zuidelijke vaarroute als de noordelijke vaarroute grote slingerbewegingen kunnen maken.⁸⁸

⁸⁷ Kimkielen zijn lange, uitstekende vlakken geplaatst in de lengterichting van het schip ter hoogte van de kimmen (de sterke buiging in de scheepsromp aan onderzijde van het schip) met onder andere het doel om resonant slingeren bij de eigenperiode te dempen.

⁸⁸ Er is geen eenduidige classificatie om de grootte van de slingerhoek te duiden. Grofweg kan op basis van expert judgement voor grote containerschepen worden gesteld dat een slingerhoek tussen 0 en 5 graden als acceptabel wordt gezien en geen maatregelen hoeven worden genomen, 5 tot 10 graden als serieus waarbij een kapitein waarschijnlijk maatregelen zal nemen en grotere slingerhoeken als extreem worden gezien.



Figuur 22: Maximaal gemeten slingerbeweging bij de geteste waterdieptes en omgevingscondities. Een positieve slingerhoek is naar stuurboord, een negatieve slingerhoek naar bakboord. (Bron: MARIN)

Opvallend is dat een groot en breed containerschip met een hoge stabiliteit zoals de MSC ZOE, gevoelig is voor de aanwezige golfperiodes in de Noordzee en sterke slingerbewegingen vertoont. Grote, brede en stabiele containerschepen als de MSC ZOE kunnen in bepaalde beladingscondities een eigen slingerperiode tussen de 15 en 20 seconden hebben, terwijl schepen met een lagere stabiliteit vaak eigen slingerperiodes hebben tussen de 25 en 30 seconden. De hogere stabiliteit heeft als effect dat de eigen slingerperiode dicht bij de periodes van het aanwezige golfspectrum komt te liggen en daardoor reageert het schip juist sterk op de aanwezige golfperiodes in de Noordzee. Hoewel dit mogelijk contra-intuïtief klinkt, betekent dit dat grote, brede containerschepen met een hoge stabiliteit meer slingeren in dwarsscheeps inkomende golven dan minder stabiele schepen. Daarbij leidt een hogere stabiliteit ook tot grotere versnellingen op het schip doordat de eigenperiode korter is en het schip snel terug wil naar de evenwichtsconditie.

Vervolgens bleek uit de proeven van MARIN dat de relatief beperkte diepte van de zuidelijke vaarroute effecten veroorzaakt die van invloed zijn op het scheepsgedrag. De hoge dwarsscheeps inkomende golven kunnen amper onder het schip door, zoals dat in diep water wel het geval is. Er ontstaan complexe waterbewegingen onder en langs het schip. Daarbij ontstaan grote watermassa's die aan de golfzijde tegen de zijkant van het schip zowel naar beneden als naar boven stromen. Op sommige momenten is tijdens de proeven in het bassin te zien dat het water op momenten plaatselijk ook boven het dek uitkwam.

Deelconclusie

- Een groot en breed containerschip zoals de MSC ZOE met een relatief hoge stabiliteit heeft een kortere eigen slingerperiode, waarop het schip vanuit zichzelf slingert. Het gevolg is dat deze schepen sterker reageren op de aanwezige golfperiodes in de Noordzee dan minder stabiele schepen. Hierdoor zullen grote, brede stabiele containerschepen meer slingeren in dwarsgolven op de Noordzee dan minder stabiele schepen.
- In het scenario 'MSC ZOE' - een containerschip in stormachtige weerscondities met dwarsscheeps inkomende golven met een significante golfhoogte van 5 tot 6,5 meter, een piekperiode van 11-13 seconden en met kans op individuele golven tot 11 meter hoogte - zijn de scheepsbewegingen van grote, brede stabiele containerschepen op de zuidelijke en de noordelijke vaarroute groot.
- De ondiepte van de zuidelijke vaarroute veroorzaakt complexe waterbewegingen onder en langs het schip. Hierdoor ontstaan effecten in het water die van invloed zijn op het scheepsgedrag.

4.3 Fenomenen met risico's voor verlies van containers

Het onderzoek van MARIN heeft nieuwe inzichten opgeleverd in het gedrag van grote, brede containerschepen boven de Waddeneilanden dat een risico met zich meebrengt op verlies van containers. Het gaat om de volgende vier fenomenen:

1. Extreme scheepsbewegingen resulterend in grote versnellingen;
2. Het raken van de zeebodem bij grote domp- en slingerbewegingen;
3. Groenwater-belasting op de containers;
4. Impulsieve golfklappen tegen de huid van het schip (*slamming*).

Deze fenomenen kunnen individueel, gecombineerd of vlak na elkaar optreden en zo elkaar versterken en daarmee de krachten op containers en sjorsystemen vergroten. Deze fenomenen gelden voor grote, brede containerschepen bij dwarsscheepse hoge golven op de zuidelijke en deels op de noordelijke vaarroute boven de Waddeneilanden.

De vier fenomenen worden hieronder toegelicht.

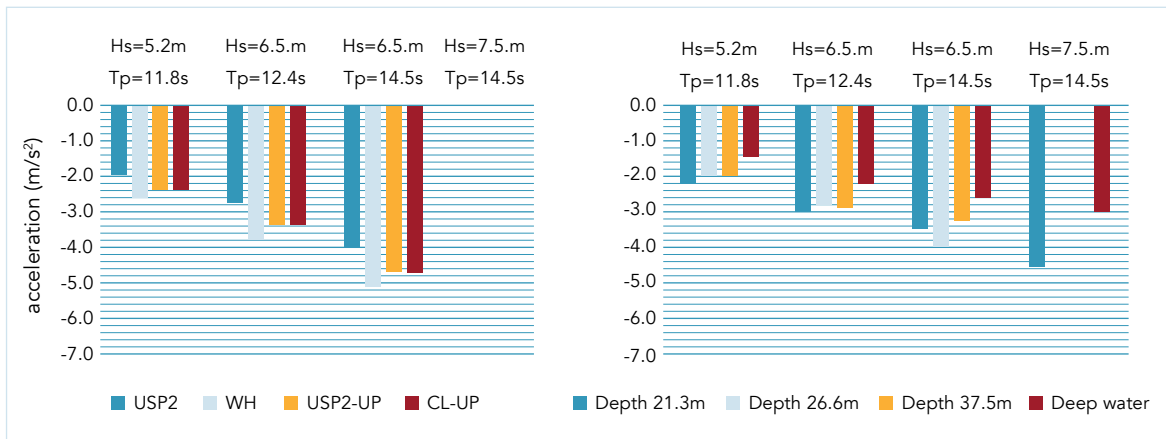
4.3.1 Extreme scheepsbewegingen resulterend in grote versnellingen

Grote en brede containerschepen zijn in stormachtige weerscondities met dwarsscheepse golven gevoelig voor slingerbewegingen, verticale dompbewegingen en dwarsscheeps verzetten. Deze bewegingen veroorzaken een versnelling (maat voor de kracht op een object)⁸⁹ op onderdelen van en op het schip.

⁸⁹ Volgens de tweede wet van Newton is een kracht gelijk aan de versnelling vermenigvuldigd met de massa van een object. De versnelling van een object heeft dezelfde richting als de resulterende kracht die de versnelde beweging van het object veroorzaakt.

Containerschepen zijn met name gevoelig voor dwarsscheepse versnellingen die grote krachten kunnen uitoefenen op de containers. Op basis van de bassinproeven zijn de versnellingen op een aantal punten op het scheepsmodel bepaald. Zie onderstaande figuren voor de maximaal gemeten dwarsversnellingen op het scheepsmodel voor de verschillende geteste condities. Hieruit volgt dat bij een significante golfhoogte van 6,5 meter en een piekperiode van 14,5 seconden dwarsversnellingen optreden van 4,8 m/s² gemeten voor containers hoog op de stapel en boven de 5 m/s² gemeten midden van het stuurhuis bij een waterdiepte van 26,6 meter (referentielocatie 2 op de zuidelijke vaarroute). Het maximum van gemeten dwarsscheepse versnellingen is iets groter bij 26,6 meter waterdiepte dan bij 21,3 meter.⁹⁰

Bij een waterdiepte representatief voor de diepere noordelijke vaarroute zijn in de bassinproeven ook hoge versnellingen gemeten op het scheepsmodel. Deze zijn wel iets lager dan de grootste versnelling op de zuidelijke route.⁹¹



Figuur 23: Maximaal gemeten dwarsversnelling bij de geteste golfcondities (links) bij een waterdiepte van 26,6 meter en verschillende locaties op het schip; (rechts) bij verschillende waterdieptes op één locatie 'UPS2'. (Bron: MARIN)

Legenda met locaties:

- **UPS2:** Laagste container op het dek, tegen de loefzijde en ongeveer midscheeps;
- **WH:** Midden van het stuurhuis;
- **UPS2-UP:** Hoog op containerstapel op het dek, tegen de loefzijde en middenscheeps;
- **CL-UP:** Hoog op containerstapel op het dek, op de middenlijn en ongeveer midscheeps.

⁹⁰ Hierbij wordt opgemerkt dat de versnellingen sterk afhankelijk zijn van de combinatie van stabiliteit (uitgedrukt in een GM-waarde) en golfperiode. Dit is te zien in het verschil tussen resultaten bij GM-waarden van 6m en 9m, maar ook in de verschillen bij de 12,5s en 14,5s piekperiodes bij dezelfde significante golfhoogte van 6,5m.

⁹¹ De maximale versnelling op een container laag op het dek (loefzijde, midscheeps), gemeten bij Hs=6,5m, Tp=14,5s en waterdiepte 37,5m, is wel lager dan de grootste versnelling zoals gemeten op dezelfde container bij waterdiepte representatief voor de zuidelijke vaarroute (gemeten bij Hs=6,5m, Tp=14,5s en waterdiepte 26,6m), respectievelijk 3,3 en 4,0 m/s².

Op basis van de gemeten dwarsscheepse versnellingswaarden bij een significante golfhoogte van 6,5 (en bij 7,5) meter blijken de versnellingen op sjorsystemen op een groot en breed containerschip in dwarsscheepse golven in omgevingscondities voor de Nederlandse kust – die gemiddeld elk jaar voorkomen – dicht in de buurt van de ontwerplimietwaarden van sjorsystemen en containers te komen.⁹² Als de optredende versnellingen hoger zijn dan de ontwerpwaarden, kunnen sjorsystemen en/of containers het begeven, waardoor vervolgens containers overboord kunnen vallen.⁹³

De hierboven beschreven extreme scheepsbewegingen met bijbehorende versnellingen kunnen optreden in omstandigheden op de vaarroutes boven de Waddeneilanden, waarin ook andere fenomenen kunnen optreden die (aanvullende) versnellingen en/of krachten op de containers en bevestigingsmateriaal veroorzaken. Deze drie fenomenen worden in de volgende paragrafen toegelicht.

4.3.2 Het raken van de zeebodem bij grote domp- en slingerbewegingen

De zuidelijke vaarroute ten noorden van de Waddeneilanden kent een paar specifieke ondieptes, waardoor in bepaalde omstandigheden, zoals laag water met hoge golven en daaruit volgende verticale en slingerbeweging van het schip, de waterlaag onder het schip klein kan worden.

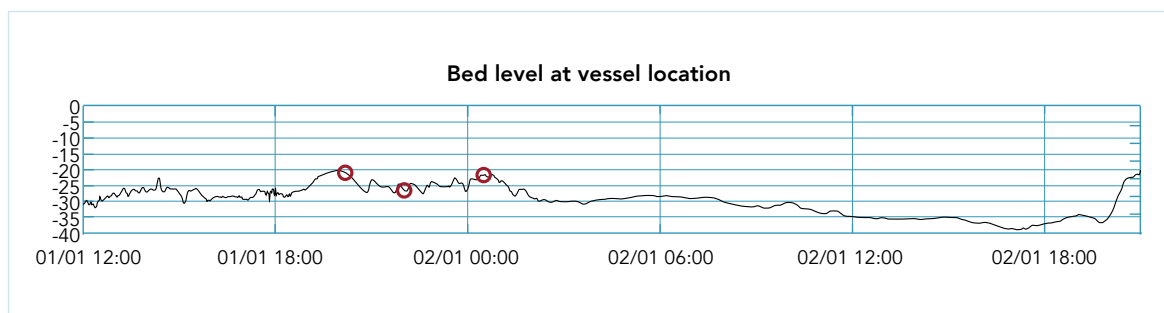
Casus MSC ZOE⁹⁴

De MSC ZOE had voor de koers naar Bremerhaven de keuze tussen de zuidelijke en de noordelijke vaarroute. Het schip nam de zuidelijke route. De MSC ZOE heeft hier golven moeten trotseren met steile, schuimende golfkammen en brede golfdalen. De relatief geringe waterdiepte op de zuidelijke vaarroute beïnvloedt niet alleen de golfcondities, maar heeft ook tot gevolg dat er minder ruimte is tussen de onderzijde van het schip en de zeebodem, de zogenaamde kielspeling. De MSC ZOE - die overigens niet maximaal was beladen en niet de maximaal mogelijke diepgang had - had een gemiddelde diepgang van 12,4 meter. In het onderstaande figuur is voor de gevaren route van de MSC ZOE boven de Waddeneilanden het zeebodemniveau ten opzichte van het gemiddeld zeeniveau gegeven.

⁹² Dit is ook een bevindingen uit het internationale onderzoek naar de toedracht van de MSC ZOE. Deze bevinding wordt naast de bassinproeven van MARIN, ook ondersteund door modelberekeningen uitgevoerd door de Technische Universiteit Hamburg, in opdracht van de *Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung*.

⁹³ In het internationale onderzoek naar de toedracht van het ongeval met de MSC ZOE volgt dat op basis van de Cargo Securing Manual (CSM) niet duidelijk is voor welke dwarsscheepse versnellingen het beladingssysteem (containers en sjorringen) van het schip ontworpen is. Geconcludeerd wordt dat de eisen aan beladingssystemen van grote containerschepen niet transparant zijn .

⁹⁴ Bron: Internationaal onderzoek naar de toedracht (PMA, BSU, Onderzoeksraad).



Figuur 24: Zeebodenniveau langs de gevaren route van de MSC ZOE, aangegeven tijd in UTC (lokale tijd = UTC + 1, de rode cirkels betreffen referentielocaties 1, 2 en 3). (Bron: Deltares)

Op het minst diepe gedeelte van de vaarroute (noordelijk van Terschelling) is de gemiddelde waterdiepte 20 meter. De berekeningen laten zien dat de MSC ZOE op 1 januari 2019 rond 20:00 UTC de geringste waterdiepte tegenkwam. Op die locatie bleef voor de MSC ZOE bij vlakke zee ongeveer 7,6 meter statische of bruto kielspeling over (lokale waterdiepte minus de diepgang, zonder dynamische effecten zoals golven, scheepsbewegingen en squat, het dieper liggen van een schip als gevolg van voorwaartse snelheid). De zee was echter allesbehalve vlak in de nacht dat MSC ZOE containers verloor. Er is geen directe aanwijzing dat de MSC ZOE de zeebodem heeft geraakt, maar het is niet uit te sluiten dat dit gebeurd is.⁹⁵

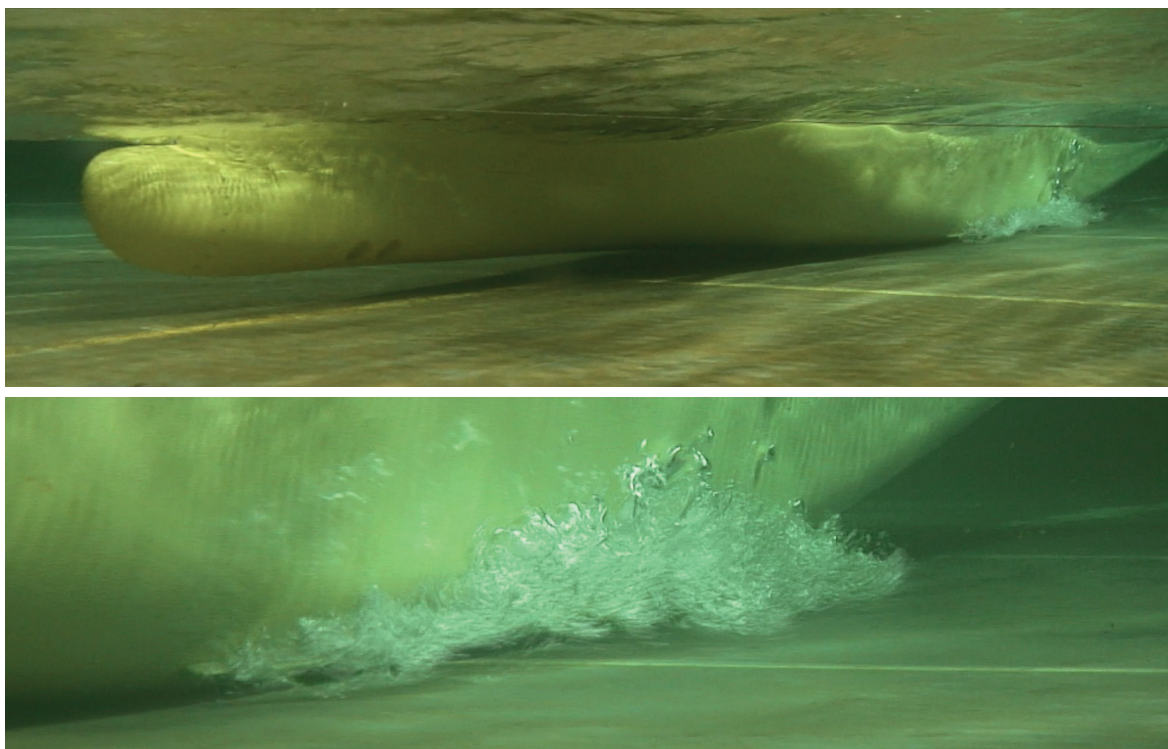
Overigens was dit nog niet de minimaal mogelijke kielspeling op deze route, aangezien de MSC ZOE niet bij laagtij de minste diepe locatie is gepasseerd. De laagste waterstand op de locatie met het hoogste bodemniveau was ongeveer 4 uur later dan de passage van de MSC ZOE.

Tijdens de testen in het bassin is contact van het scheepsmodel met de bassinbodem geobserveerd (zie Figuur 25). De frequentie hiervan varieerde met golf- en scheepscondities. Uit de tests met zowel kort- als langkammige golven⁹⁶ is vanaf een golfhoogte van 6,5 meter en een piekperiode van 14,5 seconde bodemcontact geobserveerd. Analyse van de scheepsbewegingen in de bassinproeven laat zien dat het scheepsmodel de bodem kan raken wanneer een grote dompbeweging naar beneden samenvalt met een grote slingerbeweging op hetzelfde moment.⁹⁷ Deze bewegingen en het resulterende bodemcontact waren in de bassinproeven het gevolg van het passeren van een groep van relatief hoge golven.

⁹⁵ Bron: Internationaal onderzoek naar de toedracht (PMA, BSU, Onderzoeksraad).

⁹⁶ Zie paragraaf 4.2.2 voor toelichting op deze begrippen.

⁹⁷ Bodemcontact is waargenomen bij proeven in het testbassin waarbij het schip in de tests op dezelfde positie gehouden werd en dus geen voorwaartse snelheid had.



Figuur 25: Onderwaterbeelden van het scheepsmodel op het moment van bodemcontact (waterdiepte: 21,3 meter). (Bron: MARIN)

Effecten van bodemcontact

Bij bodemcontact van een schip kan er direct structurele schade aan de romp van het schip optreden, maar dat hoeft niet zo te zijn. Dit is onder meer afhankelijk van de hardheid van de bodem en de mate van impact. Zo zal de zandbodem op de zuidelijke vaarroute naar verwachting minder snel tot significante schade leiden dan een rotsachtige bodem. Wanneer het schip de zeebodem raakt, zullen ook bij een zandbodem versnellingen, trillingen en vervormingen optreden in de romp van het schip, die ook worden doorgezet naar containers op het dek. De hoge stapels containers kunnen erdoor in verschillende richtingen worden belast en in trilling gebracht, waardoor containers en sjorringen kunnen beschadigen.

De proeven met het scheepsmodel laten zien dat er trillingen door het schip gaan op het moment van het optreden van bodemcontact. De gemeten versnellingen op het scheepsmodel kunnen echter niet direct worden vertaald naar werkelijke versnellingen. De stijfheid en de flexibiliteit van het model verschillen van de werkelijke scheepsromp (buiging, torsie, trillingen). Daarnaast raakte het testmodel een vlakke betonnen bodem, waarbij de impulsieve belasting anders zal zijn dan bij een zandbodem zoals op de Noordzee. Om meer inzicht te krijgen in de kwantitatieve effecten van bodemcontact door een containerschip op de zuidelijke vaarroute ten noorden van de Waddeneilanden is verder onderzoek nodig.

Kans op bodemcontact

De kans dat een groot containerschip in het scenario van het voorval met de MSC ZOE de zeebodem van de zuidelijke vaarroute raakt, is van vele factoren afhankelijk. Ten eerste is deze kans afhankelijk van de omgevingscondities zoals lokale waterdiepte en golfcondities (golfhoogte en -periode). Vervolgens spelen de omvang, diepgang en

vorm van het schip hierin een belangrijke rol. Tot slot is de stabiliteit van cruciaal belang. Het verschil zit hierbij met name in de slingerbeweging. Uit bassinproeven met een scheepsmodel met een lagere stabiliteit (en dus met minder heftige slingerbewegingen) bleek dat dit scheepsmodel in de beschouwde dwarsscheepse golven een kleinere kans op bodemcontact heeft dan een containerschip met een hogere stabiliteit (te weten het scheepsmodel gebaseerd op de MSC ZOE).⁹⁸

Verder waren de omgevingscondities niet constant gedurende de passage van de MSC ZOE door het ondiepe water van de zuidelijke vaarroute. De waterdiepte varieerde onder het schip door het bodemprofiel en het getij. Ook varieerden de golfcondities door het verloop van de storm. Uit de proeven volgt in ieder geval dat een groot en breed containerschip op de zuidelijke vaarroute in de beschouwde condities (dwarsscheepse golven met een significante golfhoogte van 6,5 meter en een piekperiode van 14,5 seconde) de zeebodem kan raken. Deze bevinding was aanleiding voor de Onderzoeksraad om in oktober 2019 een tussentijdse waarschuwing uit te brengen, zie Bijlage C.

4.3.3 Impulsieve groenwater-belasting op de containers

Het (massieve) water van golven dat boven het dek of tegen de lading op het dek aan klapt, wordt 'groenwater' genoemd. Dergelijk groenwater komt voor bij containerschepen in hoge, dwarsscheeps inkomende golven. Het horizontaal bewegende water van een dwarsscheeps inkomende (bijna) brekende golf kan niet door het schip heen en schiet met hoge snelheid omhoog aan de zijde waar de golf tegen het schip komt. De omhoog gerichte straal water kan hierbij tot boven het dek van het schip komen en kan tegen de onderkant van de laagste containers boven het gangboord aankomen. Ook kan het water tegen de zijkant van de hoger gelegen containers aankomen. Het groenwatereffect is extra sterk bij hoge steile golfpieken, zeker wanneer de golven voorover breken met hoge snelheid. Dit is kenmerkend voor ondiep water zoals op de zuidelijke vaarroute en in mindere mate voor de noordelijke vaarroute.

Voor een containerschip heeft groenwater als effect dat er een impulsieve kracht op de containers wordt uitgeoefend. Hierdoor kunnen meerdere problemen ontstaan: de onderste containers kunnen zelf beschadigd raken of containers kunnen worden opgetild waardoor schade aan de sjorringen ontstaat. Wanneer één container beschadigd raakt of kapotte sjorringen heeft, kan een hele stapel containers omvallen. Ook kan het groenwater een zijwaartse kracht veroorzaken op hogere gelegen containers, waardoor de container tegen naastgelegen containers aandruwt. Dit kan ertoe leiden dat (een deel van) een rij containers als dominostenen omvalt.

Tijdens de bassinproeven is het fenomeen van groenwater visueel het sterkst waargenomen voor golfcondities met waterdieptes representatief voor de zuidelijke vaarroute (zie Figuur 26) en minder voor golfcondities met een waterdiepte representatief voor de diepere noordelijke vaarroute. Dit is te verklaren doordat er in het diepere water minder brekende golven voorkomen en er meer ruimte is onder het schip,

⁹⁸ GM-waarde van zes meter (lagere stabiliteit) in plaats van negen meter (hogere stabiliteit, vergelijkbaar met de MSC ZOE).

waardoor de golfreflectie kleiner is. Dit betekent niet dat groenwatereffecten niet voor kunnen komen bij een containerschip op de noordelijke route. Tijdens de bassinproeven zijn visueel alleen de extreme gevallen 'geteld'. Wel kan worden gesteld dat de kans op groenwater groter is op de ondiepere zuidelijke route, maar dus ook kan optreden op de noordelijke route.

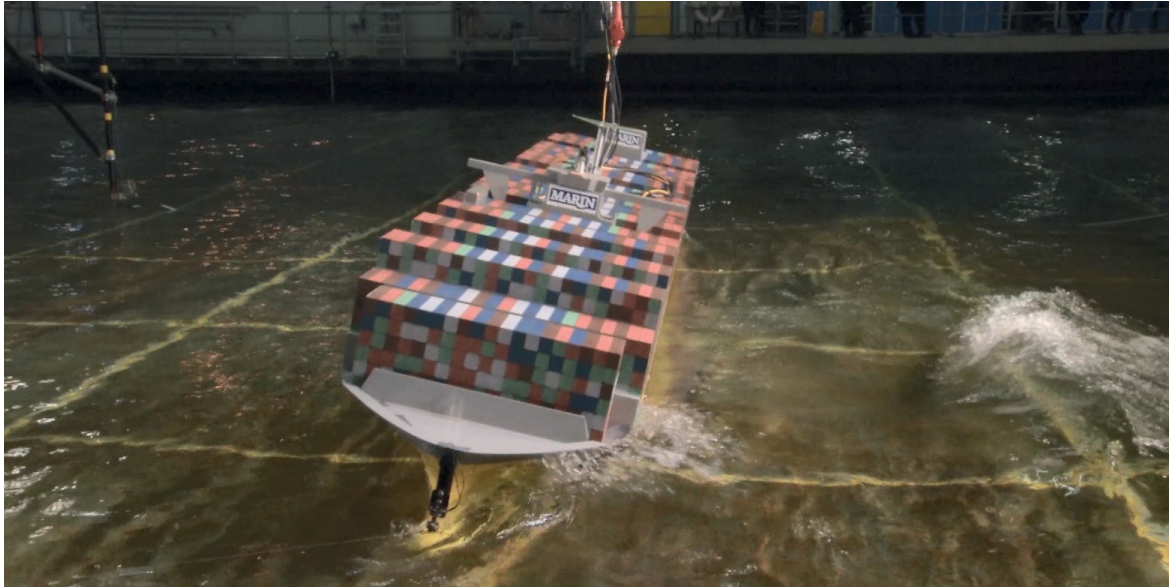


*Figuur 26: Beelden van het scheepsmodel op het moment van het optreden van het groenwater fenomeen.
(Bron: MARIN)*

4.3.4 Impulsieve golfklappen tegen de huid van het schip

In de golfcondities van de ondiepe zuidelijke vaarroute komen steile golven voor die af en toe breken. Door interactie van deze golven met hun hoge horizontale watersnelheden met het varende en bewegende schip, ontstaan golfklappen tegen de zijkant van het schip. Visuele observatie tijdens de bassinproeven wijst uit dat grote golfklappen tegen de huid van het schip voorkomen over de hele lengte van het schip, ook bij de uitwaaiende boeg en het achterschip. De ernst van de golfklappen op de boeg en achterkant van het schip wordt beïnvloed door de rompvorm van het schip.

Golfklappen zijn waargenomen zowel bij dieptes representatief voor de ondiepere zuidelijke vaarroute als bij een representatieve diepte van de iets diepere noordelijke vaarroute. Wel neemt de frequentie van het optreden van golfklappen af met toenemende waterdiepte. De inschatting van MARIN op basis van de bassinproeven is dat het fenomeen van golfklappen op de zuidelijke vaarroute in orde grootte twee keer zoveel voorkomt als het fenomeen van groenwater.



Figuur 27: Beeld van het scheepsmodel op het moment van het optreden van een golflap tegen de boeg en een brekende golf in de buurt van het schip. (Bron: MARIN)

Door de golflappen wordt het schip in trilling gebracht. Deze trillingen zijn minder sterk dan de trillingen bij bodemcontact, maar ze zullen trillingen in de romp en stapels containers teweeg brengen. Door deze trillingen ontstaan krachten op het frame van de containers en de sjorsystemen en bestaat de kans dat de sjorsystemen het begeven en dat containers overboord vallen.

Deelconclusie (paragraaf 4.3)

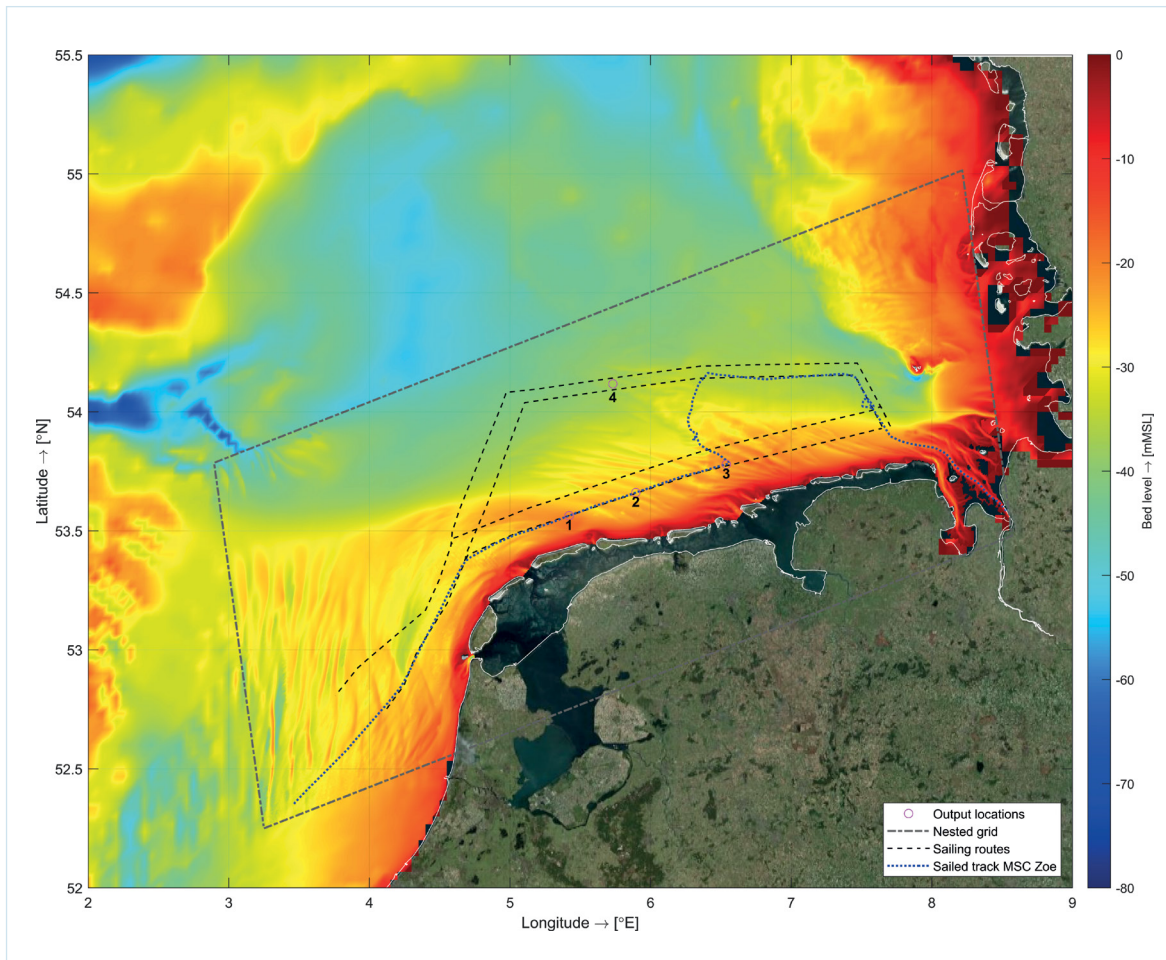
Grote, brede containerschepen kunnen in zwaar maar niet extreem weer op de zuidelijke vaarroute bij dwarsscheepse golven te maken krijgen met grote krachten op containers en sjorsystemen. Deze krachten zijn het gevolg van extreme scheepsbewegingen en bijbehorende versnellingen, bodemcontact, groenwater en golflappen. Al dan niet in samenhang vormen deze vier fenomenen risico's op containerverlies bij grote, brede containerschepen op de zuidelijke vaarroute. Met uitzondering van bodemcontact kunnen deze fenomenen ook op de noordelijke vaarroute voorkomen.

4.4 Vergelijking noordelijke en zuidelijke vaarroute

Omstandigheden op de route

Bij een stormachtige wind en hoge golven uit noordnoordwestelijke richting, zoals in het scenario MSC ZOE, staan de golven vrijwel haaks op de vaarrichting van het schip. Dat geldt zowel voor de zuidelijke als de noordelijke vaarroute ten noorden van de Waddeneilanden. Een belangrijk verschil tussen de noordelijke en de zuidelijke vaarroute is de waterdiepte. Onderstaande figuur geeft de twee vaarroutes boven de Waddeneilanden weer, inclusief het zeebodemniveau ten opzichte van de gemiddelde hoogte van de zeespiegel (MSL, *mean sea level*, gemiddeld zeeniveau). Een evident verschil is de 10 tot 15 meter grotere waterdiepte op de noordelijke route.

De noordelijke vaarroute is daarmee dieper dan de zuidelijke, maar in absolute zin nog steeds een relatief ondiepe vaarroute.



Figuur 28: Vaarroutes en zeebodemniveau. (Bron: Deltares)

Aanvulling op legenda: de nummers 1 t/m 4 verwijzen naar referentieposities in de studies van Deltares en MARIN: locatie 1 t/m 3 op de zuidelijke vaarroute en locatie 4 op de noordelijke route.

De betrekkelijk geringe waterdiepte van zowel de zuidelijke als de noordelijke vaarroute is van invloed op de vorm van de vanuit noordelijke richting aanrollende golven. De golftop wordt hoger en steiler in ondieper water, terwijl het golfdal ondieper en breder wordt (zie ook paragraaf 4.2.2 voor de invloed van ondiepte op golven). Naarmate de golf de kust nadert, zal zij door de nabijheid van de zeebodem in toenemende mate asymmetrisch worden, schuimkoppen vormen en tenslotte omslaan of breken. In de scheepvaart worden zulke steile, schuimende golven in ondiep water 'grondzee' genoemd, een term die verwijst naar opgewoeld materiaal van de zeebodem dat soms aan het wateroppervlak zichtbaar is. De ondiepe kustzone boven het Waddengebied staat bekend om deze grondzeeën, die een vlotte en veilige doorvaart kunnen hinderen.

Deltares heeft de gemaakte inschattingen van de meteorologische en maritieme omstandigheden op de zuidelijke vaarroute ten tijde van het voorval met de MSC ZOE vergeleken met die op de noordelijke vaarroute gedurende hetzelfde tijdsinterval. Hieruit volgt, als het gaat om significante golfhoogtes en piekperiodes, een redelijk uniform beeld van de meteorologische en maritieme condities in dit deel van de Noordzee.

De lokale golven kunnen wel verschillend zijn: in de diepere noordelijke route zal sprake zijn van minder brekende golven.

Fenomenen met risico op containerverlies

De bassinproeven uitgevoerd door MARIN hebben fenomenen met risico's op containerverlies aangetoond die zowel op de noordelijke als de zuidelijke vaarroute voorkomen (zie paragraaf 4.3). Op beide vaarroutes ondervinden grote, brede containerschepen grote versnellingen als gevolg van extreme scheepsbewegingen. Verschillen als gevolg van de diepte van de vaarroute zijn er ook. In de onderstaande tabel staat een overzicht van de fenomenen die in de bassinproeven zijn waargenomen.

| Risico's | Zuidelijke vaarroute | Noordelijke vaarroute |
|--|----------------------|-----------------------|
| Versnellingen als gevolg van extreme scheepsbewegingen | X | X |
| Bodemcontact | X | |
| Groenwater | X | x* |
| Golfklappen | X | x* |

Tabel 6: Fenomenen met risico's voor containerverlies op de noordelijke en zuidelijke vaarroute voor grote, brede containerschepen (vergelijkbaar met de MSC ZOE) bij een stormachtige wind en hoge golven uit noordnoordwestelijke richting (vergelijkbaar met in de nacht van het voorval met de MSC ZOE).

* groenwater en golfklappen komen voor op de noordelijke vaarroute, maar minder vaak en minder extreem dan op de zuidelijke vaarroute.

De extra meters diepte op de noordelijke route ten opzichte van de zuidelijke route betekenen dat voor grote, brede containerschepen zoals de MSC ZOE op de noordelijke vaarroute de kans op contact met de zeebodem verwaarloosbaar klein is. Golfklappen zijn waargenomen in situaties op beide vaarroutes, maar minder vaak op de noordelijke route. Het aantal extreme groenwatereffecten nam ook af met het toenemen van de waterdiepte.

Ligging van de vaarroutes

Inherent aan hun ligging is het feit dat de noordelijke en zuidelijke vaarroute verschillen in oriëntatierichting: de koersrichting van de routes verschilt ongeveer 10 graden. De koers van een schip in een vaarroute is bepalend voor hoe de golven op het schip inwerken en is dus ook van grote invloed op de scheepsbewegingen. Zo kan het zijn dat een schip op de ene route te maken heeft met dwarsscheeps inkomende golven die grote scheepsbewegingen veroorzaken, maar dat op de andere vaarroute de effecten minder groot zijn doordat het schip minder dwarsscheepse golven ondervindt. Het verschil tussen grondkoers van de zuidelijke en noordelijke vaarroutes is echter beperkt, waardoor ook het effect van het verschil in de inkomende golfrichting beperkt zal zijn. Dit geldt zeker voor een schip in een storm waarvoor het niet eenvoudig is om een rechte koers aan te houden.

Een ander verschil tussen de vaarroutes is dat de noordelijke route meer manoeuvreerruimte biedt dan de zuidelijke route omdat deze op grotere afstand van de kust ligt.⁹⁹ De waterdiepte in de zuidelijke route is beperkt en neemt buiten de route richting de kust snel af. Bij zwaar weer en hoge golven is het daardoor op de noordelijke route gemakkelijker om een gunstige koers voor het schip te zoeken.¹⁰⁰ De mogelijkheden om te manoeuvreren worden echter ook bepaald door de richting van de aanwezige golven, en de eventuele aanwezigheid van obstakels in de nabijheid waar op dat moment gevaren wordt, zoals ander scheepvaartverkeer, een offshore-platform of een windmolenpark. De zuidelijke route heeft een hogere verkeersintensiteit. Daarentegen zijn de verkeersbanen van de noordelijke route minder breed dan die van de zuidelijke route¹⁰¹ en ligt er ten zuiden van de noordelijke route een windmolenpark, dat in de komende jaren wordt uitgebreid (zie Figuur 12). Het effect van andere en veranderende activiteiten op de Noordzee is in dit onderzoek verder niet onderzocht.

Effecten van containerverlies

Hoewel het aantal jaarlijks passerende containerschepen op de zuidelijke vaarroute veel groter is dan op de noordelijke vaarroute, worden beide vaarroutes boven de Waddeneilanden gebruikt en bestaat voor beide routes het risico op containerverlies. Voor beide routes geldt dat containerverlies kan leiden tot aantasting van natuurwaarden, in het bijzonder van het mariene milieu. De containers en de inhoud die eruit los kan komen, vervuilen de Waddenzee en kunnen – afhankelijk van de wind- en stromingsrichting - aanspoelen op de kusten van Waddeneilanden en de kust van het Fries-Groningse vasteland. Ook op andere locaties ten noorden van de Waddeneilanden is het verlies van lading een aantasting van natuurwaarden. Beide routes lopen of liggen nabij Natura 2000-gebieden (zie paragraaf 5.1 voor verdere analyse van vaarroutes door en langs natuurgebieden).

Voor zowel de noordelijke als de zuidelijke vaarroutes geldt dat verlies van containers zal leiden tot vervuiling van de Noordzee en afhankelijk van de wind- en stromingsrichting van het kwetsbare Waddengebied. Waar voor olie het voordeel van de noordelijke route is dat er meer tijd is om de olie die blijft drijven te ruimen, is het de vraag of en in hoeverre dit ook opgaat voor containerverlies. Het is onzeker of verloren containers op de noordelijke route makkelijker te ruimen zijn en of het gunstiger is dat het langer duurt voor de lading uit containers de kusten bereikt, omdat ook het verspreidingsgebied dan groter wordt en de periode dat afval aanspoelt ook. Bovendien zullen spullen uit containers die langer in zee gelegen hebben mogelijk (meer) kapot zijn en in kleinere delen uiteengevallen zijn wat het ruimen ook kan bemoeilijken.

⁹⁹ De zuidelijke vaarroute ligt 20 tot 30 km uit de kust en de noordelijke route ligt globaal 80 kilometer uit de kust.

¹⁰⁰ Een schip dient in principe de verkeersbaan te volgen conform het COLREG-verdrag (voorschrift 10), tenzij in een noodgeval afwijken hiervan noodzakelijk is.

¹⁰¹ De zuidelijke vaarroute kent gescheiden verkeersbanen met een breedte van 3 zeemijlen. De noordelijke route heeft ook gescheiden verkeersbanen met een breedte die varieert tussen 1,5 en 2 zeemijlen. De vaarroute die te noorden van Vlieland de zuidelijke en noordelijke vaarroute verbindt, kent geen gescheiden verkeersbanen.

Deelconclusies

- De golfcondities (golfhoogtes en -periodes) op de zuidelijke vaarroute ten noorden van de Waddeneilanden waren ten tijde van het voorval met de MSC ZOE vergelijkbaar met de golfcondities op de noordelijke route. Zowel op de noordelijke als op de zuidelijke vaarroute kwamen golven voor die typerend zijn voor ondiep water: steile, hoge golven die af en toe breken. De lokale golven kunnen wel verschillend zijn: in de diepere noordelijke route zal sprake zijn van minder brekende golven.
- Op zowel de zuidelijke als de noordelijke vaarroute komen fenomenen voor met risico's voor containerverlies. De krachten op het schip, de lading en/of sjorsystemen als gevolg van extreme scheepsbewegingen spelen bij een stormachtige wind en golven uit noordnoordwestelijke richting zowel op de zuidelijke als de noordelijke vaarroute boven de Waddeneilanden.
- Op de zuidelijke vaarroute bestaat een kans op het raken van de zeebodem als gevolg van de heftige scheepsbewegingen bij een stormachtige wind en golven uit noordnoordwestelijke richting. Voor de noordelijke route is een 'veilige' diepte gegarandeerd en is de kans op bodemcontact verwaarloosbaar klein.
- Hoewel golfklappen en groenwater op beide vaarroutes kunnen voorkomen, wijzen bassinproeven erop dat deze fenomenen vaker voorkomen op de ondiepere zuidelijke vaarroute.
- Qua ligging is de oriëntatie van de vaarrichting van de zuidelijke en noordelijke vaarroutes niet helemaal gelijk. Dit beïnvloedt de hoek waarmee de golven op een schip inkomen, maar slechts in geringe mate.
- De noordelijke route biedt meer manoeuvreerruimte dan de zuidelijke route omdat deze op grotere afstand van de kust ligt en schepen hier minder hinder ondervinden van andere schepen als gevolg van de lagere verkeersintensiteit. Hierdoor zijn er meer mogelijkheden om met behulp van manoeuvreren en koerswijzigingen de risico's te verkleinen als een schip in risicovolle omstandigheden terecht komt op de noordelijke vaarroute in vergelijking tot de zuidelijke vaarroute.
- Waar er een evident milieubeschermend effect uitgaat van het bevaren van de noordelijke route door tankers voor oliebestrijding geldt dat niet voor containerverlies. Voor zowel de noordelijke als de zuidelijke vaarroutes geldt dat verlies van containers zal leiden tot vervuiling van de Noordzee en afhankelijk van de wind- en stromingsrichting van het kwetsbare Waddengebied.

4.5 Kennis over de risico's

Er zijn geen eerdere onderzoeken uitgevoerd naar de specifieke risico's voor de vaarroutes boven de Waddeneilanden. In het algemeen is er beperkt wetenschappelijk onderzoek uitgevoerd naar scheepsbewegingen in ondiep water.¹⁰² De fenomenen zijn niet onbekend, maar de fenomenen 'versnellingen als gevolg van extreme slingerbewegingen', 'bodemcontact', 'groenwater' en 'golfklappen' zijn niet eerder onderzocht in relatie tot de vaarroutes boven de Waddeneilanden. De vaarroutes zijn niet eerder aangemerkt als zijnde risicovol met het oog op het verlies van containers nabij een kwetsbaar natuurgebied.

Het onderhavige onderzoek en het internationale onderzoek naar de toedracht van het voorval met de MSC ZOE tonen aan dat er routespecifieke risico's zijn waarmee rekening gehouden moet worden gezien de kwetsbaarheid van de Waddenzee en Waddeneilanden voor vervuiling ten gevolge van containerverlies. Tegelijkertijd hebben de in dit onderzoek uitgelichte risico's betrekking op één scenario, namelijk de omstandigheden waarin het ongeval met het zeer grote containerschip MSC ZOE plaatsvond en het schip containers verloor: zwaar doch niet extreem weer op de zuidelijke vaarroute met dwarsscheepse hoge golven. Deze inzichten vormen een belangrijke eerste stap voor het in beeld brengen van routespecifieke risico's in relatie tot containerverlies.

Naast het scenario dat in dit onderzoek centraal staat, zijn ook andere risicovolle scenario's en/of omstandigheden denkbaar die tot vergelijkbare dan wel andere risico's op verlies van containers kunnen leiden. Bovendien zullen andere scheepsgrootte en scheepstypen weer ander scheepsgedrag vertonen in de golven. Naar aanleiding van de resultaten uit dit onderzoek doet MARIN in opdracht van het ministerie van IenW aanvullend onderzoek naar meer scheepsgroottes en omgevingscondities. Hierbij wordt gekeken naar drie typen containerschepen: een zeer groot containerschip van 380 meter, een kortere en smallere 'Panamax' van 279 meter en de kleinere 'Feeder' van 163 meter.¹⁰³

Deelconclusie

Het onderzoek heeft niet eerder onderkende risico's van de twee vaarroutes boven de Waddeneilanden aan het licht gebracht. De in het rapport beschreven risico's op containerverlies hebben betrekking op één scenario, namelijk de omstandigheden waarin het ongeval met MSC ZOE plaatsvond en het schip containers verloor. Naast dit scenario zijn er andere risicovolle scenario's en/of omstandigheden mogelijk.

¹⁰² Numerieke methodes hebben beperkingen in het weergeven van ondiepwatereffecten vanwege de complexiteit en niet-lineaire effecten.

¹⁰³ MARIN, *Position paper tbv hoorzitting/rondetafelgesprek Tweede Kamer 'Status MARIN onderzoek Scheepvaart zuidelijke vaarroute boven Wadden'*, 5 maart 2020.

5 BEHEERSING VAN HET RISICO OP CONTAINERVERLIES

5.1 Inleiding

Verlies van containers op de vaarroutes boven de Waddeneilanden leidt tot vervuiling die de natuurwaarde (kwantiteit en kwaliteit van de natuur) van de nabijgelegen natuurgebieden aantast. Dit is nadrukkelijk bevestigd met het verlies van de lading van de MSC ZOE. De vervuiling werd zichtbaar doordat deze aanspoelde op de Waddeneilanden en de kust. Hoewel de effecten van de "troep" in zee of aangespoeld op stranden niet eenduidig zijn vast te stellen¹⁰⁴, is het nodig om zulke vervuiling tegen te gaan. Ook de onrust in Nederland en Duitsland laat zien dat containerverlies in (de buurt van) een natuurgebied als zeer ongewenst wordt ervaren.

Casus MSC ZOE: Omvang verlies van containers en lading

In de nacht van 1 op 2 januari 2019 verloor de MSC ZOE ten noorden van de Waddeneilanden en het Duitse eiland Borkum 342 containers, 232 in het Nederlandse deel van het continentaal plat en 110 in het Duitse deel. In totaal viel er die nacht naar schatting 3257 ton lading (containers plus inhoud) in zee. Het overgrote deel van de verloren lading bestond uit consumptieartikelen en bijbehorende verpakkingsmaterialen. Vooral plastic voorwerpen spoelden de navolgende dagen aan op de kusten van het Waddengebied. Het strand kreeg het aanzicht van een vuilnisbelt¹⁰⁵ met tuinmeubels, videoapparatuur, auto-onderdelen, banden, textiel, schoenen, slippers, wegwerpbestek, rietjes, glas, pannen, ballonnen, speelgoedauto's, My Little Pony's, koelkasten, krukjes, kuipstoeltjes, fleecedekens, jassen, plakband, tassen, scheermesjes, flatscreens, stepjes, koffers, zeppompjes, lampen, stofzuigerslangen, vloerkleden, vellen plastic, piepschuim, matrassen, et cetera.

Lees verder op de volgende pagina 

¹⁰⁴ Zie bijlage E voor een toelichting op de impact van verloren lading gebaseerd op de huidige kennis.

¹⁰⁵ Op basis van compilatie van beelden uit diverse mediaberichten.



Figuur 29: Foto's van aangespoelde spullen uit de MSC ZOE. (Bron van links naar rechts: Arnold van der Wal - Natuurmonumenten, Jeroen Berkenbosch - RTV Noord, Remko de Waal - ANP)

In twee van de overboord geslagen containers zaten gevaarlijke stoffen. Eén container bevatte 160 dozen met zakken met een mengsel van 50% dibenzoylperoxide en 50% dicyclohexylftalaat (50%) en 120 dozen met zakken met een mengsel van 34% dibenzoylperoxide en 66% dicyclohexylftalaat.¹⁰⁶ De tweede container bevatte 467 kisten met lithium-ion batterijen, in totaal 1.400 kg. Hoewel de berichten over gevaarlijke stoffen aanvankelijk de aandacht trokken van autoriteiten en hulpdiensten, vormde dit deel van de verloren lading, zowel qua toxiciteit als qua omvang, een beperkt deel van de schade. Daarnaast bevatten de containers ook veel plastics in de vorm van verpakkingsmateriaal zoals piepschuim, folie, kunststof granulaat korrels. Eén van de opengebarsten containers, ook een gevaarlijke stoffen container, bevatte een grote hoeveelheid (22,5 ton) polystyreen korreltjes van 0,5 mm.¹⁰⁷

¹⁰⁶ WUR, *Mogelijke ecologische gevolgen containerramp MSC Zoe voor Waddenzee en Noordzee – Een quickscan*, maart 2019.

¹⁰⁷ Bron: WUR.nl website 'Vijf vragen over de impact van de containerramp met de MSC Zoë' (geraadpleegd 3 maart 2020).

Daarnaast zijn grote aantallen industriële pellets van Hoge-Dichtheid-Polyetheen (HPDE), schijfjes van 4-5 mm doorsnede, in zee aangetroffen en aangespoeld op de stranden.¹⁰⁸ Al deze kleine plasticdeeltjes spoelden al direct na de gebeurtenis aan op de stranden. De wind zorgde voor verdere verspreiding van deze plasticdeeltjes, die door hun kleine afmetingen moeilijk uit het milieu te verwijderen zijn.

Grootschalige opruimacties op de kusten en bergingsacties op zee waren in zoverre succesvol dat het grootste gedeelte van de verloren lading is teruggevonden en opgeruimd. Medio maart 2020 was 88% van de containers en 75% van de lading geborgen en afgevoerd. Tegelijkertijd lagen er nog 41 containers en ruim 800 ton lading in zee.¹⁰⁹ De verwachting is dat het grootste deel van dit restant niet meer valt op te sporen en op te ruimen. Drijvende en zwevende objecten verspreiden zich met wind en zeestromen; andere belanden op de zeebodem en worden met zand overdekt.

Uit het onderzoek naar de toedracht blijkt dat een vergelijkbaar voorval als met de MSC ZOE in de toekomst opnieuw zou kunnen plaatsvinden. De weersomstandigheden ten tijde van het voorval waren niet uitzonderlijk en komen statistisch gezien meerdere malen per jaar voor en dit deel van de Noordzee is een intensief gebruikt gebied. Dit betekent dat om de natuur te beschermen en ten behoeve van de veiligheid van de scheepvaart de risico's voor verlies van containers op de zuidelijke en noordelijke vaarroute nabij de Waddenzee en -eilanden beheerst moeten worden.

De in dit onderzoek geïdentificeerde routespecifieke risico's op de vaarroutes boven de Waddeneilanden waren tot aan de tussentijdse waarschuwing onbekend of niet onderkend bij reders en schepen. Echter containers worden al jarenlang verloren op zee en ook op de vaarroutes boven de Waddeneilanden. Dit vraagt om een gerichte risicobeheersing voor deze vaarroutes. In dit hoofdstuk wordt gekeken en geanalyseerd hoe risico's op containerverlies op deze routes worden beheerst. Hierbij is gekeken naar de rol van Nederland en naar de rol van de scheepvaartsector. Als eerste wordt de internationale context van de problematiek geschetst.

5.2 Internationale context

De noordelijke en zuidelijke vaarroute boven de Waddeneilanden zijn internationaal vastgestelde scheepvaartroutes die deels in het Nederlandse deel van de Noordzee liggen en deels in het Duitse deel. Er zijn geen belemmeringen voor containerschepen om gebruik te maken van beide routes. Met name de zuidelijke route is een drukbevaren vaarroute met scheepvaartverkeer dat niet per se van of naar Nederland vaart.

¹⁰⁸ NIOZ & WUR, *Notitie over de status van het onderzoek naar ecologische effecten van het MSC ZOE incident met focus op microplastics*, 30 januari 2020.

¹⁰⁹ Bron: Ministerie van IenW.

De routes liggen in de Nederlands en Duitse EEZ en grotendeels buiten de territoriale zone (12-mijlszone).¹¹⁰ In de EEZ hebben alle staten vrijheid van scheepvaart en onschuldige doorvaart. Dit betekent dat Nederland niet eenzijdig dwingende maatregelen kan opleggen aan het scheepvaartverkeer ten aanzien van het gebruik van de noordelijke en zuidelijke vaarroutes. Alleen besluiten van de IMO kunnen leiden tot verplichtingen of voorschriften voor schepen op de vaarroutes boven de Waddeneilanden. Uiteindelijk zijn individuele lidstaten aan zet om initiatieven te nemen om in IMO-verband maatregelen te treffen om risico's op containerverlies op de noordelijke en zuidelijke vaarroute beter te beheersen. Het ligt voor de hand dat Nederland samen met Duitsland, de landen die nadelige effecten van containerverlies op de vaarroutes boven de Waddeneilanden ondervinden, hiertoe de aangewezen partijen zijn.

De IMO aanwijzing van de Waddenzee in Denemarken, Duitsland en Nederland als bijzonder kwetsbaar zeegebied, PSSA, biedt de mogelijkheid om binnen IMO aanvullend beschermende maatregelen vast te stellen. Op dit moment zijn er geen specifieke maatregelen getroffen met als doel de Waddenzee te beschermen tegen de risico's op verlies van containers door containerschepen.

Deelconclusie

De noordelijke en zuidelijke vaarroute liggen in zowel de Nederlandse als de Duitse EEZ en zijn internationaal vastgestelde scheepvaartroutes. Alleen besluiten van de IMO kunnen leiden tot verplichtingen of voorschriften voor schepen op de vaarroutes boven de Waddeneilanden. De Waddenzee in Denemarken, Duitsland en Nederland is internationaal erkend als kwetsbaar gebied. Dit schept internationaal binnen IMO mogelijkheden om aanvullende (beperkende) maatregelen voor de scheepvaart te treffen. Op dit moment zijn er geen specifieke maatregelen getroffen met als doel de Waddenzee te beschermen tegen de risico's op verlies van containers door containerschepen.

5.3 Nederlandse aanpak

5.3.1 Beleid

Risicogestuurde aanpak

Het Nederlands beleid ten aanzien van de activiteiten in of rondom Waddengebied is onderdeel van het beleid voor de Noordzee. Uitgangspunt voor het beleid zoals beschreven in de Noordzee 2050 Gebiedsagenda is een veilige en duurzame economische ontwikkeling van de Noordzee met behoud en herstel van de integriteit van het mariene ecosysteem. Hier maakt risicobeheersing van containerverlies ook onderdeel van uit.

¹¹⁰ De zuidelijke vaarroute loopt voor een deel binnen en voor een deel buiten de 12-mijlszone. De noordelijke vaarroute loopt geheel buiten de 12-mijlszone.

In het kader van dit beleid kiest het Rijk voor een risicogestuurde aanpak.¹¹¹ Hierbij worden (onder andere) de instrumenten risicoanalyses en monitoring van verkeersdichtheid en verkeersstromen gebruikt. Sinds 2012 werken verschillende Rijksonderdelen samen in het uitvoeren van een risicoanalyse voor de Noordzee. Tot dusverre zijn door Rijkswaterstaat drie risicoanalyse-rapporten uitgebracht.¹¹² Het doel van de risicoanalyses is een beoordeling te geven van risico's voor de scheepvaart in het Nederlandse deel van de Noordzee. In de Risicoanalyse Noordzee 2018¹¹³ wordt een 'top 10' van risico's geïdentificeerd op basis van analyse van scheepvaartongevallen op de Noordzee en *expert judgement*. Containerverlies behoort niet tot deze top tien.

De risicoanalyse uit 2018 bevat een uitgebreide gebiedsomschrijving van het Nederlandse deel van de Noordzee. Hierbij wordt een analyse gemaakt van de ongevalslocaties, ongevalsoorzaken en de ervaringen van scheepvaartprofessionals op de Noordzee. Een directe koppeling tussen de gebiedsomschrijving en de top tien geïdentificeerde risico's is, aldus het rapport, 'lastig te maken'. In de gebiedsomschrijving wordt ook geen relatie gelegd met de nabij gelegen Waddenzee met het oog op bescherming van het natuurgebied. Schaalvergroting van de scheepvaart (niet specifiek containerschepen) wordt genoemd als ontwikkeling en er wordt gesteld dat dit kan leiden tot grotere gevolgen. Dit wordt verder niet expliciet verkend.

In algemene zin wordt in de Risicoanalyse Noordzee 2018 benoemd dat de vaarcondities onder moeilijke weersomstandigheden 'erg lastig' kunnen zijn en dat dit ook blijkt uit de situatiebeschrijvingen in de eerder gemaakte risicoanalyses voor verlies van containers ten gevolge van het weer. De risicoanalyse gaat niet specifiek in op ongevalsscenario's die kunnen leiden tot containerverlies. Er is geen specifieke aandacht voor vervuiling uit verloren containers als ongewenst incident nabij natuurgebieden zoals de Waddenzee.

Bestaande zorgen

Overboord geslagen containers op de vaarroutes vlak boven de Waddeneilanden en de schaalvergroting in de containervaart op zee zijn al langer een zorg van het lokaal bestuur. Al in 2007 vroegen burgemeesters van de vijf Waddeneilanden in een gezamenlijke brief nadrukkelijk de aandacht van de toenmalige minister van Verkeer en Waterstaat voor het probleem van overboord geslagen containers. De directe aanleiding was een tweetal incidenten in november 2007 (met respectievelijk 8 en 45 verloren containers). De burgemeesters wezen ook op eerdere incidenten met overboord geslagen containers in 2001, 2002 en 2003 en ze uitten hun grote zorgen over de veiligheid en de schadelijke gevolgen voor het milieu.¹¹⁴ In een reactiebrief hierop heeft de staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat onderkend dat containers die overboord slaan een gevaar kunnen vormen voor de scheepvaart en dat als containers met lading aanspoelen op het strand,

¹¹¹ Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Ministerie van Economische Zaken, *Beleidsnota Noordzee 2016-2021*, december 2015.

¹¹² In 2012, 2015 en 2018.

¹¹³ Rijkswaterstaat, *Risicoanalyse Noordzee 2018*, juli 2018.

¹¹⁴ https://www.waddenzee.nl/fileadmin/content/Dossiers/Overheid/containerincident/Waddeneilanden_br_1_containers_2007.pdf

er gevaar voor mens en milieu kan ontstaan. De staatssecretaris constateerde dat er in voorgaande jaren regelmatig incidenten waren geweest waarbij in één keer een grote hoeveelheid containers tegelijk overboord sloeg (in 2006: 3 incidenten, 67 containers in zee, 2007: 2 incidenten, 55 containers in zee). Ze tekende daarbij aan dat dergelijke getallen wel in verhouding moeten worden gezien tot de omvang van het containervervoer op de Noordzee. Tegelijkertijd gaf ze aan het probleem niet te willen bagatelliseren, maar dat een effectieve aanpak mede afhangt van hoe het probleem internationaal wordt ervaren. De staatssecretaris zegde toe twee acties te ondernemen: onderzoek door de Inspectie Verkeer en Waterstaat laten uitvoeren bij grootschalig verlies van lading van schepen en het in internationaal verband navraag doen bij andere landen hoe groot men het verlies van containers inschat en of men dit als een probleem ervaart, zodat aanvullende maatregelen genomen kunnen worden.

Deze reactie was voor de burgemeesters aanleiding om begin 2008 bij de staatssecretaris nog eens extra aandacht voor de problematiek van containerverlies te vragen en te verzoeken om een steviger aanpak.¹¹⁵ Volgens de burgemeesters was het niet zozeer de vraag of men het verlies van containers wereldwijd als een probleem ervaart, maar eerder of men inziet dat elke container met milieubelastende stoffen die in zee terecht komt tot een onaanvaardbaar risico leidt. De staatssecretaris heeft geen reactie meer gegeven op deze brief.

Begin 2008 zijn Tweede Kamervragen gesteld over scheepsvervoer van containers met gevaarlijke stoffen over de zuidelijke vaarroute. Mede aanleiding hiervoor waren een televisiereportage¹¹⁶ en de door de Waddenburgemeesters geuite zorgen over het probleem van containerverlies. De staatssecretaris gaf desgevraagd aan dat zij geen aanleiding zag om bij bovendekse plaatsing van containers met gevaarlijke stoffen, de afstand van de route van het schip tot de kust te vergroten.¹¹⁷ Ze verwees naar de mede op voorstel van Nederland in internationaal verband vastgestelde verplichting voor tankers met olie en gevaarlijke stoffen om verder uit de kust van Nederland en Duitsland te varen. Een dergelijke verplichting voor containerschepen zou volgens de staatssecretaris nauwelijks meer veiligheidsvoordelen opleveren, onder meer omdat dit tot een aanzienlijke toename van het verkeer in de noordelijke route zou leiden. Mede daarom verwachtte ze niet dat een nieuwe afweging tot een ander resultaat zou leiden. Verder gaf ze aan dat door strengere internationale regels voor de constructie van containers, de kans op het vrijkomen van gevaarlijke stoffen uit overboord geslagen containers geminimaliseerd werd. Daarmee vormde het containervervoer in haar ogen in mindere mate een bedreiging voor het milieu dan het vervoer van gevaarlijke stoffen in tankschepen. In antwoord op daaropvolgende Tweede Kamervragen (juni 2008) over hetzelfde onderwerp herhaalde de staatssecretaris dit standpunt.¹¹⁸

¹¹⁵ https://www.waddenzee.nl/fileadmin/content/Dossiers/Overheid/containerincident/Waddeneilanden_brf_2_containers_2008.pdf

¹¹⁶ EenVandaag uitzending, 12 januari 2008.

¹¹⁷ *Kamervragen II (Aanhangsel)* 2007/08, nr. 1263.

¹¹⁸ Brief van de staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat aan de Tweede Kamer met beantwoording van Kamervragen van de leden Jacobi en Kuiken over borging van de veiligheid op het water rond de Waddeneilanden, 2 september 2008, briefkenmerk RWS/SDG/NW2008/776/67100.

In 2018 was een incident met 24 verloren containers boven Ameland en Terschelling aanleiding voor de burgemeesters van de Waddeneilanden om in een brief aan het ministerie van IenW hun bezorgdheid te uiten over de toegenomen scheepvaartintensiteit in de verkeersscheidingsstelsels die grenzen aan het Waddenzeegebied in relatie tot veiligheid en het milieu. Daarbij wezen de burgemeesters ook op de schaalvergroting in de containervaart en diverse incidenten met containerverlies. Ze deden tevens diverse voorstellen voor verbetering van de veiligheid, onder meer via intensiever verkeersmanagement voor scheepvaart ten noorden van de Wadden en een proactiever optreden van de Kustwacht.

In een reactie hierop gaf het ministerie van IenW aan begrip te hebben voor de geuite zorgen, maar ging niet specifiek in op de zorgen over containerverlies. Verder wees het ministerie er op dat verkeersbegeleiding, zoals *Vessel Traffic Services* (VTS) en *Vessel Traffic Management* (VTM)¹¹⁹, niet op vaarwegen buiten de Nederlandse 12-mijlszone gegeven kan worden, behalve door het geven van informatie aan schepen. Het opleggen van verkeersmaatregelen buiten die zone was volgens het ministerie niet aan de orde.

Na het voorval met de MSC ZOE constateerde "KIMO Nederland en België"¹²⁰ (een vereniging van kustgemeenten met gemeenschappelijke belangen op en aan de Noordzee) dat er onvoldoende was gebeurd met de signalen die de burgemeesters van de Waddeneilanden eerder hadden afgegeven.

Wel heeft het Ministerie van Verkeer en Waterstaat geparticipeerd in het onderzoek *Lashing@Sea* en dit ook mede gefinancierd.^{121, 122} Dit onderzoek richtte zich op evaluatie van de regelgeving en technologie in het zeetransport, waaronder containertransport.

Het Ministerie heeft de uitkomsten van dit onderzoek internationaal gedeeld in IMO-verband. Dit heeft onder meer geleid tot aanpassingen van internationale standaarden op het gebied van het wegen van containers en een herziening van containerstandaarden.

Het hierboven genoemde onderzoek en de daaruit volgende acties hebben zich gericht op IMO en internationale standaarden. Niet alle aanbevelingen uit het onderzoek zijn destijds opgepakt.¹²³ Daarnaast zijn incidenten met verloren containers en signalen van lokaal bestuur en Tweede Kamer over de risico's van containerverlies voor de Nederlandse overheid tot nu toe geen aanleiding geweest om specifiek de risico's op containerverlies ten noorden van de Waddeneilanden en de optredende schaalvergroting bij containerschepen diepgaander te onderzoeken en daar nieuw beleid en een aanpak voor te ontwikkelen.

¹¹⁹ VTM is een lichtere vorm van verkeersbegeleiding dan VTS. Bij VTM ligt de nadruk op informatievoorziening aan verkeersdeelnemers; bij VTS kunnen verkeersleiders aanwijzingen geven aan verkeersdeelnemers.

¹²⁰ De Noorse afkorting KIMO staat voor "Kommunernes Internationale Miljøorganisation".

¹²¹ *Kamervragen II (Aanhangsel)* 2007/08, nr. 1263.

¹²² Dit onderzoek liep van juni 2006 – juni 2009 en was een Joint Industry Project uitgevoerd door een consortium van 23 bedrijven, waaronder het MARIN.

¹²³ Voor meer informatie hierover wordt verwezen naar het internationale onderzoek.

Na het voorval met de MSC ZOE is het ministerie een aantal onderzoeken gestart, waaronder onderzoek naar de mogelijkheden van het chippen van containers, onderzoek door ILT naar het sjoeren van containers, en aanvullende bassinproeven met onder meer andere scheepstypen zoals genoemd in hoofdstuk 4.5.

Deelconclusie

- De Nederlandse overheid heeft in het kader van het beleid voor de Noordzee geen specifieke risicoanalyses gedaan voor de zuidelijke en noordelijke vaarroutes boven de Nederlandse Waddeneilanden. De schaalvergroting in de scheepvaart is in door Nederland uitgevoerde risicoanalyses geïdentificeerd als ontwikkeling om rekening mee te houden, omdat effecten van voorvallen dan ernstiger kunnen zijn. In de uitgevoerde risicoanalyse Noordzee zijn mogelijke effecten van containerverlies voor de Waddenzee niet specifiek benoemd.
- Eerdere zorgen op de Nederlandse Waddeneilanden over containerverlies hebben niet geleid tot een gerichte aanpak van de risico's op containerverlies boven de Waddeneilanden.

5.3.2 Informatieverstrekking en advisering door de Kustwacht

De Kustwacht is nautisch beheerder van de Noordzee en monitort het gebruik van de Noordzee. Specifiek voor het Noordzeegebied waarvoor Nederland verantwoordelijk is¹²⁴, worden weersverwachtingen en veiligheidsberichten, waaronder weerswaarschuwingen, door de Nederlandse Kustwacht aan de scheepvaart bekend gemaakt door middel van marifoon, MF (middengolf) en NAVTEX berichten. Omliggende landen als Duitsland en het Verenigd Koninkrijk geven ook berichten uit voor het Noordzeegebied, waardoor er een zekere overlap kan bestaan. Op deze wijze wordt de internationale scheepvaart op de hoogte gebracht van de uitstaande verwachtingen en waarschuwingen. Dit geldt dus ook voor de scheepvaart die gebruik maakt van de noordelijke of zuidelijke vaarroute boven de Waddeneilanden.

NAVTEX berichten

De NAVTEX is een internationale telexdienst om maritieme veiligheidsberichten zoals navigatie- en meteowaarschuwingen en spoedberichten te verzenden van kuststations naar schepen. De meteo-informatie geeft de voorspellingen betreffende de geldende windwaarschuwingen (≥ 7 Bft), een algemene synopsis, windrichting en kracht, weer, zicht en significante golfhoogte per district. Golfperiode en golfrichting maken geen onderdeel uit van het door de stations uitgezonden NAVTEX berichten.

¹²⁴ Nederland is verantwoordelijk voor de Nederlandse EEZ in de Noordzee.

Op het Kustwachtcentrum in Den Helder heeft de Kustwacht overzicht welke schepen over de noordelijke en zuidelijke vaarroute varen. De Nederlandse Kustwacht heeft geen taak in het actief monitoren van alle verkeersstromen en geeft ook geen directe aanwijzingen voor de routing van schepen, maar kan wel contact opnemen met schepen en een gericht veiligheidsadvies geven. Dit doet de Kustwacht ook naar aanleiding van de tussentijdse waarschuwing met betrekking tot het risico op bodemcontact op de zuidelijke vaarroute boven de Waddeneilanden. De kapiteins van schepen blijven te allen tijde zelf eindverantwoordelijke voor de keuze van een vaarroute.

Tussentijdse waarschuwing Onderzoeksraad

Het risico op bodemcontact op de zuidelijke vaarroute was aanleiding voor de Onderzoeksraad om op 31 oktober 2019 een tussentijdse waarschuwing aan het Nederlandse Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat uit te brengen om dit risico op de zuidelijke vaarroute bekend te maken (zie bijlage C voor deze waarschuwing). De minister van Infrastructuur en Waterstaat heeft direct na het uitbrengen van de waarschuwing, aan de Nederlandse Kustwacht gevraagd om de waarschuwing kenbaar te maken via een aantekening op de elektronische zeekaarten en om bij de specifieke wind- en golfcondities en getijde een bericht uit te zenden aan de scheepvaart.

De Nederlandse kustwacht heeft in overleg met het Directoraat-Generaal Luchtvaart en Maritieme Zaken (DGLM) bepaald voor welke schepen de waarschuwing zou gelden. Aangezien de waarschuwing geen precieze aanwijzing over type schepen bevatte, besloot de Kustwacht een veiligheidsmarge aan te houden ten aanzien van welke schepen gewaarschuwd dienen te worden. Sinds 1 november 2019 stuurt de Kustwacht dagelijks een navigatiebericht aan de scheepvaart waarin de scheepvaart wordt geïnformeerd over de waarschuwing.

Navigatiebericht Kustwacht¹²⁵:

ZCZC PA60

Netherlands Coastguard

Navigational warning Nr. 60 061050 UTC NOV

TSS Terschelling - German Bight

ships with a length above 300 mtrs and a beam above 40 mtrs

navigating during seas with a wave height above 5 mtrs and

heavy weather conditions are at risk of grounding.

Alternative routing via TSS East Friesland

strongly recommended

NNNN

Lees verder op de volgende pagina 

¹²⁵ Bron: website Kustwacht, <https://kustwacht.nl/nl/node/575> (Geraadpleegd op 2-3-2020).

Als er daadwerkelijk een (significante) golfhoogte van 5 meter of meer wordt gemeten¹²⁶, dan waarschuwt de Kustwacht actief schepen (per VHF-marifoonkanaal) met een lengte groter dan 300 meter en breedte groter dan 40 meter, die van de Nederlandse zijde (in oostelijke richting varende) de noordelijke of de zuidelijke vaarroute wil nemen.

In de periode vanaf 01-11-2019 tot 13-02-2020 heeft het Kustwachtcentrum 16 schepen actief aangeroepen.¹²⁷ Alle aangeroepen schepen hebben het 'dringende' advies opgevolgd met uitzondering van één schip. Dit schip heeft (op 09-02-2020 10.57 UTC) de zuidelijke vaarroute richting Duitsland gevolgd omdat zij dit een betere optie vond gezien de zuidwestenwind op desbetreffende dag.

De waarschuwingen aan schepen door de Kustwacht is gebaseerd op de beperkte informatie in de tussentijdse waarschuwing van de Onderzoeksraad. Hierdoor worden grote containerschepen gewaarschuwd ongeacht golf- en windrichting, terwijl het geïdentificeerde risico op bodemcontact op de zuidelijke vaarroute gerelateerd is aan dwarsscheepse golven, in dit geval wanneer de golven uit noordnoordwestelijke richting komen.

Zoals de Nederlandse Kustwacht nu bij hoge golven actief waarschuwingen stuurt naar grotere containerschepen die van west naar oost varen, gebeurt dat op dit moment nog niet met schepen die de noordelijke of zuidelijke vaarroute gebruiken om van oost naar west varen. Deze schepen maken een keuze voor de noordelijke of zuidelijke vaarroute wanneer zij in Duitse wateren varen en krijgen geen advies.¹²⁸ Het is gebruikelijk dat schepen op zee die langs de kust van meerdere landen varen, te maken hebben met verschillende kustwachten. De kustwacht is in ieder land op een eigen manier georganiseerd die geënt is op de taken die de kustwacht heeft in dat land.

Deelconclusie

De Kustwacht heeft geen formele rol in de routing en monitoring van containerschepen. De Nederlandse Kustwacht kan wel schepen die in oostelijke richting varen adviseren over de keuze van de zuidelijke of noordelijke vaarroute. Sinds de tussentijdse waarschuwing van de Onderzoeksraad gebeurt dat ook actief. Schepen die vanuit Duitse wateren in westelijke richting op de noordelijke of zuidelijke vaarroute varen, ontvangen op dit moment geen waarschuwing. De waarschuwingen zijn bedoeld om bij grote containerschepen de alertheid te bevorderen op het routespecifieke risico op de zuidelijke vaarroute ten aanzien van bodemcontact.

¹²⁶ Gemeten bij het L9 platform op de Noordzee, gelegen ongeveer 34 km ten noorden van Vlieland.

¹²⁷ Bron: Kustwacht (operationele Vision systeem).

¹²⁸ Ook niet van de Duitse autoriteiten; zij zijn in afwachting van de eindresultaten van de lopende onderzoeken.

5.4 Aanpak scheepvaartsector

5.4.1 Handelingsperspectief schepen

Het risico op containerverlies wordt beïnvloed door de reisvoorbereiding en de keuzes die de kapiteins die bij slechte weers- en golfomstandigheden op de vaarroutes boven de Waddeneilanden (gaan) varen, maken.

Reisvoorbereiding

De inzet en routing van containerschepen worden uitvoerig gepland door de reder. Veelal wordt gewerkt met vaste vaarschema's die afhankelijk van opgelopen vertragingen tijdens een reis worden aangepast. Daarbij worden voortdurend afwegingen gemaakt waarbij commerciële en operationele belangen een rol spelen. Zo kan het nodig zijn om beladingsplannen in de havens aan te passen, om de vaarsnelheid op te voeren of te reduceren, of om de reis van een schip opnieuw in te plannen als gevolg van een vertraging. De aankomst- en vertrektijden in een haven zijn vaak nauwgezet bepaald, bijvoorbeeld vanwege beschikbaarheid van een ligplaats aan de kade of vanwege het getij in een haven waardoor het voor grote schepen niet altijd mogelijk is een haven in of uit te varen. De tijd die een schip in de haven doorbrengt hangt mede af van het aantal containers dat gelost en geladen wordt. Dit vergt een nauwkeurige planning. Een belangrijke kostenfactor is het brandstofverbruik van het schip, voornamelijk beïnvloed door de lengte van een route en de vaarsnelheid.

Voor elke reis wordt een reisplan opgesteld door de bemanning van het schip. Als basis hiervoor geldt een planning opgesteld door de reder, waarin rekening wordt gehouden met beschikbaarheid in de havens. Voor vertrek uit de haven maakt de bemanning een gedetailleerde planning en stelt de *waypoints* (posities op de route waar van koers moet worden veranderd) vast, waarbij rekening moet worden gehouden met recente en lokale weersverwachtingen, de diepgang van het schip, de waterdiepte, getij, obstakels en andere mogelijke gevaren. Aangezien sommige schepen vaak dezelfde routes varen, worden reisplannen van vorige reizen meegenomen of hergebruikt. Een beoordeling van de weersomstandigheden moet een onderdeel uitmaken van het reisplan. Voor reisplanning op de Noordzee spelen naast de beschikbaarheid in de havens met name wind, zicht, getij, golfhoogte, golfperiode, golfrichting en navigatie gevaren een rol.

Keuzes tijdens de reis

Gedurende de reis dient het reisplan te worden gemonitord en waar nodig gewijzigd. De reisvoorbereiding is dus geen statisch document, deze moet zo nodig aangepast worden aan de omstandigheden. Vaak heeft de reder een operationele afdeling beschikbaar die de kapitein tijdens de vaart vanaf de wal kan assisteren in routing en navigatie in verband met weersomstandigheden. Aan boord van het schip is weersinformatie onder meer beschikbaar in de vorm van NAVTEX-berichten, korte berichten uitgegeven door de relevante kuststaten (zie ook paragraaf 5.3.2). Informatie over golfperiodes en golfrichting maakt echter geen onderdeel uit van de uitgezonden NAVTEX-berichten.

Het is de verantwoordelijkheid van bemanning om zich vertrouwd te maken met de veiligheidswaarschuwingen die van toepassing zijn voor de route van het schip. Daarnaast maken reders gebruik van commerciële meteodienstverleners die uitgebreidere weersinformatie beschikbaar stellen en eventueel ook assisteren bij aangepaste routing waarbij ongunstiger weer wordt vermeden.¹²⁹

Als een schip ondanks een goede voorbereiding toch in zwaar weer terecht komt of als de vaarcondities anders zijn dan verwacht op basis van de voorspellingen, dan kan en moet de kapitein en zijn bemanning maatregelen treffen, zoals de koers van het schip aanpassen zodat het schip in een gunstige hoek op de golven vaart, de snelheid aanpassen, een andere route kiezen of een schuilplaats opzoeken en beter weer afwachten.

‘Goed zeemanschap’ van de kapitein en bemanning moet ervoor zorgen dat zij op tijd anticiperen op de omstandigheden. Uitgangspunt hierbij is dat de kapitein en bemanning over voldoende kennis en ervaring, maar ook informatie, beschikken om bij het varen in slechte weerscondities de juiste keuzes te maken en zodoende het risico op schade te beperken. Dit betekent naast bekendheid met de karakteristieken van een schip en belading ook inzicht hoe het schip zal reageren op bepaalde omgevingscondities. Indien noodzakelijk mag de kapitein hierbij van de geldende scheepvaartregels afwijken. De kapitein moet de besluiten kunnen nemen en uitvoeren die de kapitein noodzakelijk acht voor de veilige navigatie van het schip en de bescherming van het mariene milieu.

Kanttekening hierbij is dat versnellingen op containerschepen niet standaard gemeten worden en de bemanning van containerschepen geen nauwkeurig beeld heeft van de krachten en versnellingen die containers op het dek bij deze scheepsbewegingen ondervinden.¹³⁰ Uit eerdere studie¹³¹ is gebleken dat voor de kapitein en de bemanning moeilijk te beoordelen kan zijn wanneer de krachten of versnellingen op lading daadwerkelijk risicovol worden en wanneer het tijd is om hierop te anticiperen door bijvoorbeeld de snelheid of koers te veranderen.

Risico's van de vaarroutes boven de Waddeneilanden

Bovenstaande reisvoorbereiding en handelingsperspectieven tijdens de reis houden wel in dat de kapitein en de bemanning zich bewust moeten zijn van de risico's op de vaarroutes. Voor schepen boven de Waddeneilanden zijn er twee gangbare vaarroutes beschikbaar: noordelijke en zuidelijke route (zie ook paragraaf 3.2.2). Er worden in de IMO-standaarden geen specifieke voorwaarden gesteld aan de routing van containerschepen ten aanzien van deze twee routes. Containerschepen kiezen veelal de zuidelijke route vanwege kortere afstand en dus kortere reisduur, lager brandstofverbruik en de strakke havenplanning. Tegelijkertijd is het stuk ten noorden van de

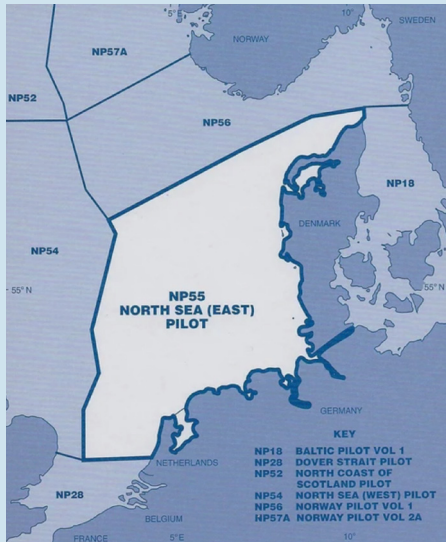
¹²⁹ Commerciële meteodienstverleners verkrijgen hun informatie uit verschillende bronnen waaronder bijvoorbeeld het HMC (Hydro Meteo Centrum) welke actuele hydrologische informatie (stroming, waterhoogte en golven) verschaft.

¹³⁰ Er zijn systemen om de scheepsbewegingen en versnellingen te meten, maar die zijn niet verplicht.

¹³¹ MARIN, *Lashing@sea* (Executive summary), september 2009.

Waddeneilanden vaak relatief kort ten opzichte van een hele reis van een containerschip dat internationaal containers vervoert (bijvoorbeeld vanuit China naar Europa).

Standaard bij de reisvoorbereiding hoort het raadplegen van vaargidsen voor de locaties waar schepen gaan varen. De onderstaande box bevat de waarschuwingen die van kracht zijn voor de zuidelijke en noordelijke vaarroute boven de Waddeneilanden. Op basis hiervan zou het bij kapiteins bekend moeten zijn dat zij op de zuidelijke vaarroute bij slecht weer met zware golfcondities en ondieptes te maken kunnen krijgen.



Specifieke tekst met betrekking tot de Noordzee boven de Waddeneilanden uit vaargids Admiralty Sailing Directions: North Sea East Pilot (NP55)¹³²

Hoofdstuk 1:

- Zware zee 2 tot 5 meter normaal tussen okt en maart. Storm tussen SSW en NNW 2,5 tot 9 meter golven. Bij 10 Bft kan een verwarde wilde zee ontstaan met golven van 9 tot 14 meter.
- Aanhoudende N tot NW stormen veroorzaken ruwe tot zeer hoge zeeën langs de kust tussen Den Helder en de Elbe. Grote brekers ontstaan.

Hoofdstuk 4:

- 4.5) gemiddelde diepte TSS is 30 maar boven Terschelling en Borkum ondieptes van 20 m
- 4.7) Noordelijke stormen kunnen zeer ruwe, korte en steile zeeën veroorzaken in de kustroute van Texel en de Duitse bocht. In deze omstandigheden kan het alternatief Off Friesland TSS gunstigere omstandigheden ('beter zeeën') en meer manoeuvreerruimte bieden.

Vanuit operationeel oogpunt biedt de noordelijke route meer manoeuvreerruimte dan de zuidelijke route bij zwaar weer en hoge golven vanwege de afstand tot de kust. De zuidelijke vaarroute kan juist bij zuidwestelijke en in nog sterkere mate bij zuidoostelijke winden veiligere vaarcondities hebben vanwege het afschermdende effect van het land op deze vaarroute dicht langs de kust. Expliciete kennis om de juiste keuze te maken is onontbeerlijk.

¹³² British Admiralty, Admiralty Sailing Directions: North Sea East Pilot (NP55). Deze publicaties, ook wel *pilots* genoemd, geven informatie voor de veilige navigatie van schepen op zee en in zeehavens.

Hoewel de route boven de Waddeneilanden bekend staat om de potentiële risicovolle vaarcondities tijdens stormen, zijn de routespecifieke risico's voor containerverlies op de zuidelijke en noordelijke vaarroutes zoals geïdentificeerd in de bassinproeven (zie paragraaf 4.3) op dit moment niet onderkend in de container-scheepvaartwereld.¹³³

In de geldende regels met betrekking tot het gebruik van vaarroutes boven de Waddeneilanden en de keuzes die schepen maken voor een vaarroute, wordt niet expliciet rekening gehouden met de risico's voor vervuiling van het Waddengebied als gevolg van verlies van containers. Sommige kapiteins van grote containerschepen zullen bij slecht weer kiezen voor de noordelijke route omdat de zuidelijke route bekend staat vanwege de mogelijke aanwezigheid van extremere golven. Andere kapiteins kunnen en zullen nog steeds voor de zuidelijke route kiezen op basis van hun eigen ervaring en risico-inschatting. De beheersing van de risico's op containerverlies op de vaarroutes boven de Waddeneilanden hangt nu veelal af van de situationele besluitvorming op het schip als risico's bij slecht weer zich daadwerkelijk voordoen. De kapitein en zijn bemanning zullen moeten handelen en keuzes maken vanuit goed zeemanschap, zoals aanpassing van de koers of vaarroute. Dit is kwetsbaar, aangezien er geen context geschapen is (onbekendheid, geen specifiek beleid door de Nederlands overheid of routeringsmaatregelen in IMO-verband) waarbij de kapitein en zijn bemanning alert zijn op de risico's op containerverlies op deze vaarroutes nabij een uniek en kwetsbaar natuurgebied. De waarschuwingen van de Kustwacht aan grote containerschepen bij bepaalde golfhoogtes zijn bedoeld om de alertheid op het risico op bodemcontact op de zuidelijke vaarroute te vergroten.

Deelconclusie

Voor containerschepen zijn geen specifieke richtlijnen of eisen gesteld aan de keuze voor de noordelijke of zuidelijke vaarroute boven de Waddeneilanden. De beheersing van de risico's op containerverlies op de vaarroutes boven de Waddeneilanden hangt nu af van de situationele besluitvorming op het schip als risico's zich daadwerkelijk voordoen. Dit is kwetsbaar, aangezien de bemanning geen inzicht heeft in de krachten en versnellingen op containers. Ook ontbreekt informatie over golfperiodes en golfrichting in NAVTEX-berichten, wat wel essentiële informatie is ten behoeve van het inschatten van de risico's als gevolg van slingeren. De Nederlandse overheid of routeringsmaatregelen in IMO-verband attenderen de kapitein en bemanning niet expliciet op de risico's van containerverlies op deze vaarroutes nabij kwetsbaar natuurgebied.

¹³³ Opgemerkt wordt dat de Nederlandse Kustwacht op dit moment grote containerschepen adviseert om de noordelijke in plaats van de zuidelijke route boven de Waddeneilanden te nemen bij hoge golven. Zie paragraaf 5.3.2.

5.4.2 Visie op containerverlies in relatie tot natuurgebieden

Containerschepen op zee verliezen met enige regelmaat containers. Dit is voor containerbranche een gegeven dat inherent is aan containertransport over zee. Containerverlies van containerschepen impliceert echter vervuiling van de zee en in (de buurt van) natuurgebieden betekent dit aantasting van de natuurwaarde. Deze notie is nog geen gemeengoed in de scheepvaartsector en containerbranche. Containerverlies wordt niet gezien als een incident dat altijd voorkomen moet worden om natuurwaarden te beschermen, zoals dat al wel het geval is bij zeetransport van milieugevaarlijke stoffen (bijvoorbeeld olie, giftige gassen en radioactief materiaal).¹³⁴ Ook specifiek voor de vaarroutes boven de Waddeneilanden is in de scheepvaartsector tot nu toe geen verband gelegd tussen de onwenselijkheid van aantasting van natuurwaarden van het Waddengebied en de vervuilende consequenties van containerverlies.

In de scheepvaartsector wordt het verlies van containers, zeker als het aantal beperkt is, behandeld als een 'verzekeringkwestie' en niet direct als een te vermijden milieuvervuiling. Bovendien zal verlies van containers, zolang het aantal verloren containers beperkt is, ook niet tot een ongevalsonderzoek leiden. Het overboord vallen van 58 containers van het schip de Mondriaan in 2006 is bijvoorbeeld indertijd niet beschouwd als een ernstig scheepvaartongeval naar IMO-criteria en is niet onderzocht in het kader van IMO-regelgeving voor scheepvaartongevalsonderzoek.

Deelconclusie

In de beheersing van risico's op vaarroutes boven de Waddeneilanden heeft de scheepvaartsector tot nu toe geen verband gelegd tussen de onwenselijkheid van aantasting van natuurwaarden (in het bijzonder van het Waddengebied) en de vervuilende consequenties van containerverlies.

5.4.3 Aandacht voor risico's op containerverlies bij de ontwikkeling van grotere containerschepen

Terwijl containerschepen groter zijn geworden en nog steeds groter worden, is de wijze waarop containers worden vastgezet niet wezenlijk veranderd. Schepen zijn breder en daardoor ook stabiel geworden. Dit heeft effect op het scheepsgedrag. Dit onderzoek heeft laten zien dat golfcondities op de vaarroutes boven de Waddeneilanden kunnen leiden tot extreme scheepsbewegingen bij grote, brede (stabiele) containerschepen met grote versnellingen tot gevolg. Hierdoor zijn de marges tussen ontwerpcriteria van sjorsystemen en de krachten of versnellingen op grote, brede containerschepen tijdens scheepsbewegingen kleiner geworden. Daarnaast is het steeds grotere aantal containers aan dek van grote containerschepen in zichzelf al een verhoging van het risico, doordat steeds meer containers van het schip kunnen vallen.

¹³⁴ Zie bijvoorbeeld de *International Maritime Dangerous Goods Code* van de *International Maritime Organization*.

De ontwikkeling van het containervervoer op zee is gericht op operationele efficiëntie. Schaalvergroting is echter juist aanleiding om ook na te denken over risico's.¹³⁵ Dit geldt des te meer aangezien de potentiële gevolgen ook steeds groter worden doordat er steeds meer containers in hogere stapels worden vervoerd die overboord kunnen vallen. Daarbij is het zicht op containerverlies op grote containerschepen minder geworden.

Uit de casus MSC ZOE is gebleken dat de kapitein en de bemanning niet bedacht waren op de extreme effecten die op de zuidelijke route tijdens het zware weer in de nacht van 1 op 2 januari 2019 op het schip optraden. Zij hebben niet bemerkt dat zij op verschillende momenten containers hadden verloren.¹³⁶ Het is dus onder bepaalde omstandigheden mogelijk dat een groot containerschip containers verliest zonder dat de kapitein en zijn bemanning dat merken.

Deelconclusie

De ontwikkeling van steeds grotere containerschepen leidt tot een groter risico op containerverlies, zowel qua kans als qua omvang van het effect van een dergelijk incident. De schaalvergroting naar de steeds groter wordende containerschepen heeft niet geleid tot een herziene inventarisatie en evaluatie van de risico's op containerverlies op deze schepen.

¹³⁵ Bron: Raad voor Ruimtelijk, Milieu- en Natuuronderzoek (RMNO), *Nieuwe risico's in het vizier*, 2004.

¹³⁶ Bron: Internationaal onderzoek naar de toedracht (PMA, BSU, Onderzoeksraad).

6 CONCLUSIES

Naar aanleiding van het ongeval met de MSC ZOE heeft de Onderzoeksraad onderzoek gedaan naar routespecifieke risico's op containerverlies van grote containerschepen op de vaarroutes ten noorden van de Waddeneilanden.

Routespecifieke risico's op containerverlies op de zuidelijke vaarroute

Grote containerschepen op de zuidelijke vaarroute krijgen bij een stormachtige noordwestelijke wind te maken met specifieke risico's op containerverlies. Deze risico's zijn het gevolg van hoge dwarsscheepse golven, de beperkte diepte van de vaarroute en de hoge stabiliteit van brede containerschepen.

De golven bij noordwester stormcondities hebben tijd en ruimte om op te bouwen in hoogte en piekperiode tot aan de Nederlandse en Duitse Waddenkust. Een stormachtige noordwestelijke wind zoals tijdens het voorval met de MSC ZOE komt gemiddeld jaarlijks één tot enkele keren voor in dit gebied en is dus niet extreem of buitengewoon. Vervolgens heeft de beperkte diepte van de Noordzee boven de Waddeneilanden effect op de golven en daarmee op het scheepsgedrag van schepen op de zuidelijke vaarroute. Onder deze omstandigheden lieten proeven met een model van een groot en breed containerschip in een testbassin zien dat wanneer dergelijke golven dwarsscheeps op het schip komen, grote, brede containerschepen heftige scheepsbewegingen maken.

In de proeven zijn vier hydrodynamische fenomenen gemeten en geobserveerd, die individueel en in combinatie een risico met zich meebrengen op verlies van containers:

- extreme scheepsbewegingen, resulterend in grote versnellingen en krachten op sjorsystemen en containers;
- bodemcontact met de zeebodem door een combinatie van de slingerbeweging van het schip met grote verticale bewegingen in de golven waardoor versnellingen, trillingen en vervormingen optreden in de romp van het schip, die worden doorgezet naar containers op het dek;
- groenwater, waarbij massief water van golven met hoge snelheid langs de zijkant van het schip omhoog spuit en impulsieve krachten op containers boven het gangboord en eventueel een zijwaartse kracht op een stapel containers veroorzaakt;
- impulsieve golfklappen tegen de zijkant van het schip, waardoor trillingen zich door het hele schip en lading heen bewegen.

Een groot en breed containerschip dat onder genoemde omstandigheden in deze route vaart, komt deze fenomenen en combinaties van deze fenomenen tegen. Daardoor worden er grote krachten uitgeoefend op het schip, de containers en de sjorsystemen. Dit krachtenspel is complex, mede door de reactiekrachten die optreden waarbij het schip – afhankelijk van zijn stijfheid – buigt en tordeert.

Het kunnen optreden van extreme scheepsbewegingen hangt samen met de ontwikkeling dat containerschepen groter en breder zijn geworden en varen met een hoge stabiliteit. De eigen slingerperiode van een groot en breed containerschip met een hoge stabiliteit komt dicht in de buurt van de golfperiode die op de Noordzee kan heersen. Bij dwarsscheepse golven met een golfperiode dichtbij de eigen slingerperiode van een schip reageert het schip als gevolg van resonantie sterk op de golven, resulterend in heftige slingerbewegingen. Hoewel dit mogelijk contra-intuïtief klinkt, betekent dit dat grote en brede containerschepen met een hoge stabiliteit meer slingeren in dwarsscheeps inkomende golven dan minder stabiele schepen. Daarbij leidt een hoge stabiliteit ook tot het effect dat het schip snel terug wil naar de evenwichtsconditie. Dit leidt tot hoge versnellingen en daarmee ook tot grote krachten op containers en het sjormateriaal aan boord. Het optreden van bodemcontact, groenwater en golfklappen kunnen de versnellingen en/of krachten versterken.

Vergelijking routespecifieke risico's van de zuidelijke en noordelijke vaarroute

Zowel op de zuidelijke als op de noordelijke route zijn er routespecifieke risico's ten aanzien van het verlies van containers. Waar er een evident milieubeschermend effect uitgaat van het bevaren van de noordelijke route door tankers voor oliebestrijding, is dat niet zo voor containerverlies. Voor zowel de noordelijke als de zuidelijke vaarroutes geldt dat gezien de nabijheid van een kwetsbaar natuurgebied, verlies van containers tot vervuiling van de Waddenzee en Waddeneilanden kan leiden.

Uit het onderzoek naar meteorologische en maritieme omstandigheden ten tijde van het voorval met de MSC ZOE is gebleken dat de golfcondities in de noordelijke vaarroute vergelijkbaar waren met die op de zuidelijke route. De noordelijke vaarroute is dieper dan de zuidelijke, maar op beide vaarroutes komen onder deze meteorologische omstandigheden golven voor die typerend zijn voor ondiep water: steile, hoge golven die af en toe breken. De krachten op het schip, de lading en/of sjorsystemen als gevolg van extreme scheepsbewegingen bij een stormachtige wind en golven uit noordnoordwestelijke richting, doen zich zowel op de zuidelijke als de noordelijke vaarroute voor. Golfklappen en groenwater kunnen ook op beide vaarroutes voorkomen, maar de bassintests wijzen erop dat deze fenomenen vaker voorkomen op de zuidelijke vaarroute. Op de noordelijke vaarroute is vanwege de extra meters diepte ten opzichte van de zuidelijke route, de kans op het raken van de zeebodem verwaarloosbaar klein. Daarnaast kunnen schepen op de noordelijke route gemakkelijker een gunstige koers voor het schip zoeken bij noordwester stormcondities, doordat de manoeuvreerruimte hier groter is dan op de zuidelijke route.

Op beide routes komen in een noordwester stormcondities zoals de MSC ZOE meemaakte, fenomenen voor die tot het verlies van containers kunnen leiden, zij het dat de kans op de zuidelijke route groter is. Maar de noordelijke route is daarmee vanuit perspectief op containerverlies geen veilige, hooguit iets minder riskante route bij noordwester stormcondities. In andere omstandigheden kan juist de zuidelijke route minder riskant zijn.

Nieuwe inzichten

Het onderzoek heeft voor grote, brede containerschepen op de vaarroutes boven de Waddeneilanden risico's op containerverlies aan het licht gebracht. Tegelijkertijd hebben de in het rapport beschreven risico's slechts betrekking op één scenario, namelijk de omstandigheden waarin het ongeval met MSC ZOE plaatsvond en dit schip containers verloor. Hydrodynamische fenomenen en scheepsgedrag in ondiepe vaarroutes zoals boven de Waddeneilanden, zijn nog maar zeer beperkt wetenschappelijk onderzocht. Verder onderzoek is nodig om voor beide vaarroutes ook de risico's bij andere omstandigheden en/of andere scheepsgrootten en scheepstypen in kaart te brengen.

Risicobeheersing door schepen op de vaarroutes

De scheepvaartsector heeft in de beheersing van risico's op vaarroutes boven de Waddeneilanden tot nu toe geen verband gelegd tussen de kenmerken van grote containerschepen, de specifieke omstandigheden ten noorden van Waddeneilanden, de vervuilende consequenties van containerverlies en de onwenselijkheid van aantasting van de natuurwaarde van het Waddengebied.

Voor containerschepen gelden geen specifieke richtlijnen, beperkingen of eisen bij het gebruikmaken van de noordelijke of zuidelijke vaarroute boven de Waddeneilanden. De zuidelijke route is korter en daarmee spelen in de routekeuze economische factoren, zoals tijd en brandstofverbruik, nadrukkelijk een rol. De beheersing van het risico op verlies van containers op de vaarroutes boven de Waddeneilanden bij slechte weersomstandigheden hangt af van de situationele besluitvorming op het schip als risico's zich daadwerkelijk voordoen. De kapitein en zijn bemanning moeten handelen en keuzes maken vanuit goed zeemanschap, zoals aanpassing van de koers of vaarroute. Dit is kwetsbaar, aangezien de bemanning op dit moment geen inzicht heeft in de optredende krachten en versnellingen op containers. Ook ontbreekt in NAVTEX berichten informatie over voor deze vaarroutes belangrijke karakteristieke kenmerken zoals golfperiodes en golfrichting, wat wel essentiële informatie is ten behoeve van het inschatten van de risico's als gevolg van slingeren. De Nederlandse overheid of routeringsmaatregelen in IMO-verband attenderen de kapitein en bemanning niet expliciet op de risico's van containerverlies op deze vaarroutes nabij kwetsbaar natuurgebied. Uitzondering hierop is dat de Nederlandse Kustwacht sinds 1 november 2019 schepen waarschuwt voor het risico op bodemcontact de zuidelijke vaarroute.

Bescherming van kwetsbaar natuurgebied in een internationale context

Het Waddengebied is een uniek, internationaal erkend en kwetsbaar natuurgebied. Vanuit dit perspectief is containerverlies op zowel de zuidelijke of noordelijke vaarroute ongewenst. Deze twee vaarroutes zijn internationaal vastgestelde scheepvaartroutes. Nederland heeft geen zelfstandige bevoegdheden om bindende voorschriften op te stellen ten aanzien van het gebruik van de zuidelijke of noordelijke vaarroute of om de ligging van routes aan te passen. Alleen besluiten van de International Maritime Organization (IMO) kunnen leiden tot verplichtingen of voorschriften voor schepen op deze vaarroutes. De erkenning van de Waddenzee als kwetsbaar natuurgebied (*Particularly Sensitive Sea Area*) door de IMO schept voor de betrokken lidstaten Nederland, Duitsland en Denemarken mogelijkheden om aanvullende (beperkende) maatregelen voor de scheepvaart voor te stellen. Op dit moment zijn er nog geen

specifieke maatregelen getroffen met als doel de Waddenzee te beschermen tegen vervuiling als gevolg van overboord geslagen containers. De betreffende kuststaten hebben echter gezien de internationaal erkende status van dit gebied (UNESCO werelderfgoed) wel de verplichting om aantasting van de natuurwaarden te voorkomen. Dit betekent dat de kuststaten van de Waddenzee de bevindingen uit (het internationale onderzoek en) dit onderzoek met betrekking tot de aan het licht gebrachte risico's moeten delen in IMO-verband en een voorstel moeten ontwikkelen voor passende maatregelen.

Handelingsperspectief Nederlandse overheid

De Nederlandse Kustwacht heeft geen formele rol in het bepalen van routes die containerschepen ten noorden van de Waddeneilanden nemen. Wel kan de Kustwacht schepen die in oostelijke richting varen, adviseren over de keuze voor de zuidelijke of noordelijke vaarroute. Sinds de tussentijdse waarschuwing van de Onderzoeksraad gebeurt dat ook actief door te wijzen op het risico op bodemcontact bij hoge golven op de zuidelijke vaarroute. De waarschuwingen van de Kustwacht zijn bedoeld om bij grote containerschepen de alertheid te bevorderen op één van de routespecifieke risico's op de zuidelijke vaarroute. Schepen die vanuit Duitse wateren in westelijke richting op de noordelijke of zuidelijke vaarroute varen, ontvangen op dit moment geen waarschuwing; de Duitse autoriteiten zijn in afwachting van de eindresultaten van de lopende onderzoeken.

De Nederlandse overheid heeft in het kader van het Noordzeebeleid geen specifieke risicoanalyses gedaan voor de vaarroutes boven de Nederlandse Waddeneilanden. De mogelijke effecten van containerverlies voor de Waddenzee zijn ook niet nader onderzocht. Eerder geuite zorgen onder andere door de Waddengemeenten hebben niet geleid tot een gerichte aanpak voor het beheersen van de risico's op containerverlies op de vaarroutes boven de Waddeneilanden. Na het voorval met de MSC ZOE is het evident dat een actievere houding gevraagd wordt van de Nederlandse overheid ten aanzien van de risicobeheersing van containerverlies op de vaarroutes ten noorden van de Waddeneilanden.

7 AANBEVELINGEN

Het minimaliseren van de risico's van containerverlies op de twee vaarroutes ten noorden van de Waddeneilanden vergt een integrale aanpak door de betrokken partijen: de containerscheepvaartsector, de IMO en de Nederlandse overheid. In het internationale onderzoek naar de toedracht van het voorval met de MSC ZOE en dit onderzoek naar risico's op de vaarroutes ten noorden van de Waddeneilanden worden aanbevelingen gedaan om containerverlies nabij het Waddengebied te voorkomen. De aanbevelingen van beide onderzoeken moeten in samenhang worden beschouwd.

Aanbevelingen internationaal onderzoeksrapport

In het internationale rapport¹³⁷ worden aanbevelingen gedaan aan de Panamese, Duitse en Nederlandse overheden om in IMO-verband de technische eisen die gesteld worden aan containerschepen te herzien. Meer specifiek gaat het dan om:

1. de ontwerpeisen die gesteld worden aan sjorsystemen en containers,
2. de eisen ten aanzien van belading en stabiliteit van containerschepen,
3. verplichtingen ten aanzien van instrumenten die inzicht bieden in slingerbewegingen en versnellingen, en
4. de technische mogelijkheden tot het detecteren van containerverlies.

Ook worden aanbevelingen gedaan aan de Duitse en Nederlandse overheden om in samenwerking met Denemarken de noodzaak van aanvullende maatregelen op deze vaarroutes dan wel aanpassingen aan de routes te onderzoeken en op basis daarvan een voorstel in te dienen bij de IMO. Daarnaast krijgt de reder van de MSC ZOE de opdracht om bemanning die in dit gebied vaart nadrukkelijk te attenderen op de routespecifieke risico's, en om hun schepen zo uit te rusten dan wel te beladen dat containerverlies wordt tegengegaan. Tenslotte wordt de internationale maritieme sector, via de *World Shipping Council* en de *International Chamber of Shipping*, opgeroepen om de veiligheidslessen uit het onderzoek actief te communiceren en het voortouw te nemen in het opstellen van veiligheidseisen en in het innoveren in zowel scheepsontwerp als containertransport zodat het risico op containerverlies ook in de omstandigheden zoals nabij het Waddengebied wordt geminimaliseerd.

De onderstaande aanbevelingen die volgen uit het onderzoek naar de vaarroutes zijn specifiek gericht aan Nederlandse partijen.

¹³⁷ De aanbevelingen staan in het toedracht rapport dat het resultaat is van het internationale onderzoek. Het complete rapport staat op de website van de Onderzoeksraad en van de BSU.

Initiatief tot internationale aanpak om containerverlies te voorkomen

In het gebied ten noorden van het Waddengebied gelden er op dit moment geen beperkingen voor de containerscheepvaart met betrekking tot de twee internationaal vastgelegde vaarroutes: de zuidelijke en de noordelijke vaarroute. Aanvullende routeringsmaatregelen voor (een bepaalde categorie) containerschepen kunnen alleen door IMO worden vastgesteld op initiatief van een of meer lidstaten.

Aan de minister van Infrastructuur en Waterstaat

1. Neem in samenwerking met de Waddenstaten Duitsland en Denemarken het initiatief voor een concreet voorstel aan de IMO met maatregelen voor de internationale containerscheepvaart om containerverlies op beide vaarroutes ten noorden van de Waddeneilanden te voorkomen. Dat kan bijvoorbeeld door herziening van technische standaarden, het instellen van beperkingen, aanbevolen routes, voorzogsgebieden (*precautionary areas*), verkeersbegeleiding en/of informatievoorziening. Benut daarbij de status van de Waddenzee als *Particularly Sensitive Sea Area* (PSSA) en de mogelijkheden van de IMO-standaarden voor het treffen van maatregelen ter bescherming van een PSSA. Maak gebruik van de uitkomsten van dit onderzoek en andere onderzoeken naar routespecifieke risico's (zie ook aanbeveling 5).

Aanpak op korte termijn

Besluitvorming bij de IMO is een langdurig proces. Daarom dient Nederland vanuit voorzorg ter bescherming van de Waddenzee, parallel aan dat proces zelf binnen de bestaande wettelijke kaders direct maatregelen te nemen om risico's op containerverlies te minimaliseren. Bovenal heeft de containerscheepvaartsector zelf een maatschappelijke verantwoordelijkheid om containerverlies te voorkomen, zeker nabij de Waddeneilanden maar ook elders.

Aan de minister van Infrastructuur en Waterstaat

2. Informeer rederijen en kapiteins van grote containerschepen op structurele wijze over de vier in dit onderzoek naar voren gekomen hydrodynamische fenomenen die zich bij dwarsscheepse hoge golven kunnen voordoen op de beide vaarroutes ten noorden van de Waddeneilanden. Vermeld hierbij dat deze fenomenen en combinaties van deze fenomenen bij grote, brede en stabiele containerschepen krachten veroorzaken die kunnen leiden tot verlies van containers. Indien uit andere onderzoeken nog andere routespecifieke risico's naar voren komen, dienen rederijen en kapiteins ook hierover direct te worden geïnformeerd.
3. Geef de Kustwacht de taken, bevoegdheden en middelen die nodig zijn om containerschepen te begeleiden zodat schepen onder alle golf- en weersomstandigheden veilig varen langs de Waddeneilanden. Onderzoek hiervoor de mogelijkheden voor verkeersbegeleiding van containerschepen, zoals het instellen van een VTS-gebied, actieve verspreiding van waarschuwingen aan de scheepvaart over heersende weers- en golfcondities in het Nederlandse deel van de Noordzee en innoveren in de manier waarop dergelijke informatie wordt aangereikt. Betrek de Kustwacht en Rijkswaterstaat bij het vormgeven van deze rol en verantwoordelijkheid. Zoek hierbij ook samenwerking en/of afstemming met Duitsland over de beoogde taken.

Aan Nederland Maritiem Land en de Koninklijke Vereniging van Nederlandse Reders

4. Communiceer actief de lessen uit dit onderzoek en het internationale toedrachtsonderzoek en neem in uw nationale en internationale netwerken een voortrekkersrol in het overeenkomen en uitdragen van principes en industriestandaarden die de veiligheid van containervervoer in de nabijheid van de Wadden bevorderen.

Inzicht in routespecifieke risico's ten noorden van de Waddeneilanden

De risico's die door dit onderzoek aan het licht zijn gebracht hebben betrekking op een scenario voor grote, brede en stabiele containerschepen. Verder onderzoek is nodig om ook de risico's bij andere omstandigheden en andere type (container)schepen dan een groot containerschip als de MSC ZOE in kaart te brengen. De eerste stappen voor dit vervolgonderzoek zijn al gezet door het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Dit verdient verdere opvolging.

Aan de minister van Infrastructuur en Waterstaat

5. Onderzoek in hoeverre de in dit rapport genoemde routespecifieke risico's op containerverlies op de vaarroutes nabij de Waddeneilanden kunnen optreden bij verschillende type containerschepen en bij verschillende meteorologische en maritieme omstandigheden. Betrek in dit onderzoek alle incidenten en andere signalen die mogelijk duiden op andere nog niet onderkende risico's van containerverlies op genoemde vaarroutes.
6. Maak een periodieke risicoanalyse van de routespecifieke risico's die tot containerverlies kunnen leiden op de vaarroutes nabij de Waddeneilanden met het oog op de veiligheid van de scheepvaart en bescherming van de Noordzee en het Waddengebied en maak deze analyse tot een vast onderdeel van het Noordzeebeleid. Maak hierbij in ieder geval gebruik van een systeem van monitoring en analyse van zeescheepvaartvoorvallen en bijna-voorvallen op deze vaarroutes. Betrek hierin ook de ontwikkelingen in de scheepvaart zoals schaalvergroting, veranderingen in het verkeersbeeld van de scheepvaart en (toekomstige) wijzigingen in infrastructuur en gebiedsactiviteiten op de Noordzee.

ONDERZOEKSVERANTWOORDING

Deze bijlage beschrijft het onderzoeksproces op hoofdlijnen, de belangrijkste kwaliteitstoetsen en de projectorganisatie.

A.1 De Onderzoeksraad voor Veiligheid

De Onderzoeksraad voor Veiligheid onderzoekt zowel concrete voorvallen als bredere veiligheidsvraagstukken en onveilige situaties die geleidelijk ontstaan. Met het onderzoek worden niet alleen directe oorzaken achterhaald, maar ook mogelijke structurele veiligheidstekorten en bestuurlijke processen die van invloed zijn op de veiligheid. Het doel van alle onderzoeken is om te leren van voorvallen en aanbevelingen te doen om de veiligheid te verbeteren. De onderzoeken van de Raad gaan niet in op schuld of aansprakelijkheid.

A.2 Aanleiding voor het onderzoek

In de nacht van 1 op 2 januari 2019 verloor het Panamese containerschip MSC ZOE 342 containers ten noorden van het Waddengebied. De stranden van de Waddeneilanden en de Fries-Groningse kust werden bezaaid met de inhoud van de containers. Ook het Duitse Waddengebied had te kampen met de gevolgen van het voorval. De toedracht van het voorval met de MSC ZOE is onderzocht door een internationaal onderzoeksteam bestaande uit onderzoeksinstanties van Panama, Duitsland en Nederland. Vanwege de impact op het milieu is het voorval met de MSC ZOE geclassificeerd als een 'zeer ernstig' scheepvaartongeval. Conform de IMO-regelgeving voor scheepvaartongevalsonderzoek had de *Panama Maritime Authority* (PMA) de leiding. Nederland en Duitsland zijn vanwege de locatie en de impact van het voorval betrokken bij het onderzoek als staten met aanmerkelijk belang. PMA, de Duitse *Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung* (BSU) en de Onderzoeksraad voor Veiligheid hebben de toedracht van dit voorval gezamenlijk onderzocht. De resultaten van dit onderzoek zijn opgenomen in het internationale rapport naar de toedracht.

Bij het voorval met de MSC ZOE was er geen Nederlandse betrokkenheid, anders dan dat de MSC ZOE zich op het moment van het overboord gaan van de containers in het Nederlandse deel van de Noordzee bevond. Nederland heeft, samen met Duitsland, bij dit ongeval wel te kampen gehad met de gevolgen, namelijk de vervuiling van het Waddengebied. De vraag is wat Nederland kan doen om dit soort ongevallen te voorkomen en indien ze zich toch voordoen de schadelijke gevolgen ervan zoveel mogelijk te beperken. De Onderzoeksraad heeft daarom een aanvullend onderzoek

uitgevoerd gericht op de vaarroutes boven de Nederlandse Waddeneilanden. De resultaten van dit onderzoek zijn opgenomen in dit rapport.

A.3 Doel, onderzoeksvragen en afbakening

Doel van het onderzoek van de Onderzoeksraad is een bijdrage te leveren aan een betere risicobeheersing van het containertransport over de vaarroutes op de Noordzee ten noorden van het Waddengebied. Hiervoor is het nodig om te kijken naar de routespecifieke risico's op containerverlies door grote containerschepen. De focus ligt hierbij op de omstandigheden die mogelijk kunnen leiden tot onveilige situaties bij grote containerschepen in de vaarroutes boven de Waddeneilanden en op welke manier betrokken partijen bij containervervoer over zee rekening houden met de routespecifieke risico's van de zuidelijke vaarroute. Voor het onderzoek zijn de omstandigheden ten tijde van het voorval met de MSC ZOE gekozen als uitgangspunt.

In het onderzoek van de Onderzoeksraad staan de volgende hoofdvragen centraal:

Wat zijn voor grote containerschepen zoals de MSC ZOE de routespecifieke risico's op containerverlies op de zuidelijke vaarroute ten noorden van de Waddeneilanden?

In hoeverre zijn deze routespecifieke risico's ook van toepassing op de noordelijke vaarroute?

Op welke manier wordt bij containervervoer over zee rekening gehouden met de routespecifieke risico's van de vaarroutes boven de Waddeneilanden?

Afbakening

Directe aanleiding voor dit onderzoek was het voorval met de MSC ZOE. De toedracht van het voorval met de MSC ZOE was onderwerp van het internationale onderzoek onder verantwoordelijkheid van de PMA.

Dit onderzoek van de Onderzoeksraad richtte zich op de routespecifieke risico's op containerverlies op de vaarroutes in de Noordzee ten noorden van de Waddeneilanden voor een zeer groot containerschip zoals de MSC ZOE. Vanwege de focus op de vaarroutes richt het onderzoek zich niet op de technische ontwerpcriteria en certificatie van containerschepen, containers en bevestigingsmechanismen/sjormaterialen. Vanwege de focus op zeer grote containerschepen zoals de MSC ZOE heeft dit onderzoek wel nuttig maar geen nauwkeurig inzicht gegeven in risico's op containerverlies door andere type (container)schepen. Scheepsbewegingen brengen ook risico's voor de bemanning met zich mee, maar dit onderwerp viel buiten de focus van dit onderzoek met nadruk op het risico containerverlies. Het onderzoek richtte zich ook niet op het sjorren van containers en de sjorringen.

Ook de navolgende onderwerpen met betrekking tot de effecten van containerverlies vielen buiten de focus van het onderzoek van de Onderzoeksraad:

- Uitvoering van het incidentenmanagement en de crisisbeheersing direct na het voorval. Het Instituut voor Fysieke Veiligheid heeft hier onderzoek naar gedaan. De Onderzoeksraad heeft de uitkomsten van dit onderzoek wel bestudeerd om zich een beeld te vormen de ernst van de gevolgen van het voorval.
- (Lange termijn) effecten van de plasticvervuiling in zee- en kustgebieden rond de Waddeneilanden als gevolg van het voorval met de MSC ZOE. De Onderzoeksraad heeft wel gebruik gemaakt van andere onderzoeken hiernaar. Ook heeft de Onderzoeksraad experts op het gebied van marine-ecologie en (micro) plasticvervuiling geraadpleegd.

Een overzicht van andere lopende onderzoeken wordt gegeven in Hoofdstuk 1.

A.4 Onderzoeksaanpak

De Onderzoeksraad is, samen met de PMA en BSU, op 6 januari 2019 in Bremerhaven aan boord van de MSC ZOE gegaan en heeft op het schip de eerste data verzameld. Dit betrof onder andere fotomateriaal van de situatie op het schip, informatie van de *Voyage Data Recorder* (VDR), en initiële verklaringen van een aantal bemanningsleden.

Op 10 januari heeft de Onderzoeksraad gecommuniceerd een onderzoek te starten naar de vaarroutes in aanvulling op het voorvalonderzoek geleid door de PMA.

Technisch onderzoek

Voor het in kaart brengen van de routespecifieke risico's was allereerst een analyse van de route- en omgevingsspecifieke variabelen van het gebied ten noorden van de Waddeneilanden nodig. Daarnaast diende onderzocht te worden welke effect de omgevingscondities op grote containerschepen als de MSC ZOE hebben. Voor beide aspecten is de Onderzoeksraad een technisch onderzoek gestart.

Dit technisch onderzoek omvatte de volgende vragen:

1. Wat waren de heersende omgevingsomstandigheden ten tijde van het voorval (1 januari 2019) in de Noordzee ten noorden van de Wadden, zowel op de gekozen vaarroute van de MSC ZOE, alsmede (in de omgeving van) de meer noordelijk gelegen diepwaterroute? In hoeverre zijn deze omstandigheden uniek voor de situatie op de Noordzee ten noorden van de Wadden?
2. In hoeverre dragen omgevingsomstandigheden en bepaalde scheepskenmerken van containerschepen bij aan het risico op verlies van containers?

Voor het beantwoorden van deze vragen is de Onderzoeksraad een samenwerkingsverband aangegaan met de wetenschappelijke instituten Deltares en MARIN. Dit technisch onderzoek is uitgevoerd in de periode van juli tot en met november 2019 en omvatte naast modelberekeningen ook bassin-proeven met een scheepsmodel.

De rapportages van het technische onderzoek zijn opgenomen in Bijlage F en G. Een deel van het onderzoek hebben beide partijen uit eigen middelen gefinancierd. Er zijn een aantal expertsessies georganiseerd met het onderzoeksteam en MARIN en Deltares waarbij de onderzoeksresultaten en de interpretatie en verdere verwerking en analyse daarvan door de Onderzoeksraad zijn besproken. Daarnaast zijn de technische rapporten voorgelegd aan de begeleidingscommissie en de PMA, BSU en TU Hamburg in het kader van het internationale onderzoek en toedracht rapport.

Onderzoek naar sociaalwetenschappelijke, bestuurskundige en ecologische aspecten

Naast het technische onderzoek, heeft het onderzoeksteam onderzoek gedaan naar routing van scheepvaart op de Noordzee en handelingsperspectieven, de wettelijke kaders voor routing (zowel nationaal wetgeving als internationale standaarden) in kaart gebracht, beleidsanalyses uitgevoerd, ontwikkelingen en incidenten in zeecontainertransport (zowel nationaal als internationaal) en onderzoeken naar de ecologische schade van plastic vervuiling bestudeerd.

Het team heeft hiertoe een grote hoeveelheid documenten bestudeerd en maakte hiervoor gebruik van zowel publieke bronnen (waaronder wetgeving en beleidsdocumenten) alsmede bij partijen opgevraagde informatie relevant voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen. Daarnaast heeft de Onderzoeksraad gedurende het onderzoek ongeveer 26 semigestructureerde interviews gehouden. Deze semigestructureerde interviews zijn gehouden met voorbereide vragen, waarbij de interviewers ook open stonden voor onderwerpen die de geïnterviewde opwierp. Onder andere zijn interviews gehouden met:

- Ministerie van IenW
 - IDON
 - Rijkswaterstaat
 - DGLM
 - KNMI
- Kustwacht
- MSC en bemanningsleden van de MSC ZOE
- Een aantal kapiteins van grote containerschepen
- Een reder
- Regiecollege Waddengebied
- Waddenacademie
- Universiteit Wageningen
- Deltares (ecotoxicology, waterkwaliteit)

Daarnaast heeft de Onderzoeksraad een aantal bijeenkomsten georganiseerd. Tijdens een ronde tafel bijeenkomst met verschillende partijen uit de Nederlandse containerbranche zijn de mogelijkheden en/of maatregelen die deze partijen zien om het overboord gaan van lading te minimaliseren besproken. Daarnaast heeft de Onderzoeksraad een werkbezoek gebracht aan de Rotterdamse haven (inclusief een zeer groot containerschip) en aan Schiermonnikoog, waarbij ook het strand en het duingebied bezocht zijn. Aansluitend heeft er een bijeenkomst plaatsgevonden met de gemeente Schiermonnikoog, gebiedsbeheerders in het Waddengebied, de Waddenvereniging en een vertegenwoordiging van eilandbewoners. Daarnaast is er een bestuurlijke ronde

tafel georganiseerd met de Waddenprovincies, eiland- en kustgemeenten, veiligheidsregio, waterschappen en Rijkswaterstaat.

Analyse en oordeelsvorming

De Onderzoeksraad heeft zijn bevindingen getoetst aan een referentiekader, zie Hoofdstuk 2. Dat bestaat enerzijds uit een juridisch kader dat (inter)nationale standaarden, wet- en regelgeving en richtlijnen omvat, en anderzijds uit een kader van de Raad zelf dat mede is gebaseerd op kennis uit dit onderzoek, zijn eerdere onderzoeken en wetenschappelijke inzichten. Met het referentiekader geeft de Onderzoeksraad aan wat van de betrokken partijen verwacht mag worden om veiligheidsrisico's op een bepaald terrein te beheersen. Door afwijkingen ten opzichte van het referentiekader te identificeren, is inzichtelijk gemaakt op welke aspecten veiligheidswinst is te behalen.

A.5 Kwaliteitsborging

Om de kwaliteit van het onderzoek te borgen zijn de volgende stappen doorlopen:

- Het onderzoeksteam heeft meerdere analysesessies uitgevoerd om bevindingen te bespreken en vanuit meerdere invalshoeken te onderzoeken.
- Om het risico van biases (zoals hindsight bias en tunnelvisie) te beheersen, heeft het onderzoeksteam ook sessies georganiseerd met collega's die niet betrokken waren bij het onderzoek en vond er toetsing plaats door collega's van de afdelingen Onderzoek & Ontwikkeling en Bestuurlijke Zaken, Advies & Communicatie. Deze sessies zijn tijdens verschillende fases van het onderzoek georganiseerd en richtten zich op het kritisch uitdagen en weerleggen van hypothese, aannames en onderliggende theoretische kaders en eventuele blinde vlekken.
- Andere vorm van tegenspraak is door de Onderzoeksraad georganiseerd door het onderzoek te bespreken met een begeleidingscommissie. Zie onder kopje Begeleidingscommissie voor de concrete invulling van deze commissie.
- De resultaten van het technisch onderzoek zijn ook voorgelegd aan de PMA, BSU en TU Hamburg ter versterking van de wetenschappelijke basis.
- Een conceptversie van dit rapport is, conform de Rijkswet Onderzoeksraad voor Veiligheid, voorgelegd aan de betrokken organisaties en personen met het verzoek het rapport te controleren op fouten, omissies en onjuistheden en het eventueel te voorzien van commentaar. In bijlage B is aangegeven welke partijen inzage hebben gekregen en op welke wijze de reacties zijn verwerkt.
- Een stakeholderanalyse is uitgevoerd om systematisch na te gaan welke belangen verschillende partijen hebben, op welke wijze deze het verloop van het onderzoek zouden kunnen beïnvloeden, en hoe de onderzoeksorganisatie het beste met deze krachten om kan gaan.

A.6 Tussentijdse waarschuwing

De Onderzoeksraad heeft op 31 oktober 2019 een tussentijdse waarschuwing uitgebracht. Uit het technisch onderzoek dat op dat moment nog in volle gang was, bleek dat brede, grote containerschepen in zware omstandigheden op de zuidelijke vaarroute boven de Waddeneilanden kans lopen op bodemcontact en daarmee op krachten op het schip en de lading. Dit was reden voor de Onderzoeksraad om op dat moment een tussentijdse waarschuwing uit te brengen, zie bijlage C. De minister van Infrastructuur en Waterstaat heeft direct na het uitbrengen van de waarschuwing, aan de Nederlandse Kustwacht gevraagd om de waarschuwing kenbaar te maken via een aantekening op de (elektronische) zeekaarten en om bij de specifieke wind- en golfcondities en getijde een bericht uit te zenden aan de scheepvaart. Daarnaast heeft het ministerie ook aanvullend onderzoek uitgezet.

A.7 Begeleidingscommissie

De Onderzoeksraad heeft voor dit onderzoek een begeleidingscommissie ingesteld, samengesteld uit externe deskundigen die beschikken over voor het onderzoek relevante expertise. De leden hadden op persoonlijke titel zitting in de begeleidingscommissie. Op vier momenten is de commissie bij elkaar gekomen om met de Raad en de teamleden van gedachten te wisselen over de opzet en bevindingen van het onderzoek, de conclusies en mogelijke oplossingsrichtingen. Daarnaast hebben er ook een aantal schriftelijke consultaties plaatsgevonden. De commissie vervult een adviserende rol binnen het onderzoek. De Onderzoeksraad is verantwoordelijk voor het rapport en de aanbevelingen.

| Naam | Functie |
|--|---|
| Prof. dr. ir. M.B.A. van Asselt (voorzitter) | Raadslid, Onderzoeksraad voor Veiligheid |
| Em. prof. dr. ir. M. Vantorre | Emeritus hoogleraar Universiteit Gent |
| Prof. ir. H. Ligteringen | Emeritus hoogleraar TU Delft |
| Prof. dr. E. Turnhout | Hoogleraar Wageningen University & Research |
| J.P.M. Verschelden | Managing Owner Threepoint |
| M.J.M. Borsboom, Vice-admiraal b.d. | Voorzitter Raad van Commissarissen Nederlands Loodswezen BV (NLBV) |
| Ir. H.L.J. Noy | Voormalig buitengewoon raadslid bij de Onderzoeksraad voor Veiligheid en voormalig CEO van Arcadis NV |
| Schout-bij-nacht b.d. P.J. Bindt | Buitengewoon raadslid Onderzoeksraad voor Veiligheid |

A.8 Projectorganisatie

Het projectteam bestond uit de volgende personen:

| Naam | Functie |
|------------------------|---|
| Dr. A. Umar | Onderzoeksmanager |
| Ir. S.M. van Hijum | Projectleider |
| Ing. L. van der Veen | Onderzoeker |
| Ir. L.P. Sluijs | Onderzoeker (vanaf 20 januari 2020) |
| E.V. de Vilder | Onderzoeker (vanaf 10 februari 2020) |
| Dr. P.J.J.M. Verhallen | Onderzoeker (tot 20 januari 2020) |
| M.C.B. van Helden MSc | Onderzoeker (extern, tot 1 november 2019) |
| Drs. R.D. de Wit | Secretaris/Onderzoeker |
| Drs. M.H. Verschoor | Adviseur onderzoek en ontwikkeling (tot 1 januari 2020) |
| Drs. E.J. Willeboordse | Adviseur onderzoek en ontwikkeling (vanaf 1 januari 2020) |
| N. Wierda | Projectondersteuning |
| S. Lalmohamed | Projectondersteuning |

REACTIES OP HET CONCEPTRAPPORT

Het conceptrapport is, met uitzondering van de samenvatting, beschouwing en aanbevelingen, voorgelegd aan de betrokken partijen. Deze partijen is gevraagd het rapport te controleren op feitelijke onjuistheden en onduidelijkheden. Het conceptrapport is voorgelegd aan de volgende partijen:

- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
- Kustwacht

De Onderzoeksraad heeft kennis genomen van de ontvangen reacties. De betreffende reacties en de toelichting zijn opgenomen in een tabel die te vinden is op www.onderzoeksraad.nl.

TUSSENTIJDSE WAARSCHUWING ONDERZOEKSRaad



Datum 31 oktober 2019 Bladnummer 1 van 2
Contactpersoon Bijlage(n)
Doorkiesnummer
Uw kenmerk
Ons kenmerk 19.0009755
Project Overboord geslagen containers

Bezoekadres
Lange Voorhout 9
2514 EA Den Haag
T 070 333 70 00

Postadres
Postbus 95404
2509 CK Den Haag

onderzoeksraad.nl

AANGETEKEND

- Aan de minister van Infrastructuur en Waterstaat
Mevrouw drs. C. van Nieuwenhuizen
Rijnstraat 8
2515 XP DEN HAAG

Onderwerp Tussentijdse waarschuwing n.a.v. onderzoek 'Overboord geslagen containers MSC Zoe'

Geachte mevrouw Van Nieuwenhuizen,

Begin januari 2019 heeft het Panamese containerschip MSC Zoe containers verloren in de Noordzee in het verkeersscheidingsstelsel Terschelling-German Bight ten noorden van de Waddeneilanden. Panama doet als vlaggenstaat volgens de internationale standaarden onderzoek naar de oorzaak van het voorval en de situatie aan boord van het schip tijdens het voorval. Daarnaast is de Onderzoeksraad voor Veiligheid een eigen onderzoek gestart.

Als onderdeel van zijn onderzoek doet de Onderzoeksraad in samenwerking met de wetenschappelijke instituten MARIN en Deltares onderzoek naar scheepsbewegingen van zeer grote containerschepen in ondiep water bij wind- en golfcondities zoals deze zich voordeden ten tijde van het voorval met MSC Zoe. Dit technisch onderzoek, uitgevoerd in de periode van juli tot en met november, omvat naast modelberekeningen ook bassin-proeven met een scheepsmodel.

Gedurende het onderzoek zijn de contouren van een risico zichtbaar geworden dat de Raad ernstig genoeg acht om het onder de aandacht te brengen van de gebruikers van het verkeersscheidingsstelsel Terschelling-German Bight ten noorden van de Waddeneilanden.

Op deze route kunnen bepaalde wind- en golfcondities en getijde leiden tot grote domp- en slingerbewegingen van het schip die de veilige afstand tussen het schip en de zeebodem in gevaar brengen. Voor schepen met afmetingen vergelijkbaar met die van MSC Zoe ontstaat daarmee het risico van contact of bijna-contact met de zeebodem.

De Raad adviseert u daarom dit risico binnen uw organisatie bekend te stellen en te communiceren aan de gebruikers van het verkeersscheidingsstelsel Terschelling-German Bight.

Naar verwachting wordt het eindrapport naar aanleiding van de overboord geslagen containers in het voorjaar van 2020 gepubliceerd.

Hoogachtend,

ir. J.R.V.A. Dijsselbloem
voorzitter

CC: De heer J. van Zanten, directeur Kustwacht Nederland
De heer S. Hassing, voorzitter Koninklijke Vereniging van Nederlandse reders
Mr D. Aponte, president and CEO Mediterranean Shipping Company S.A.

UITGANGSPUNTEN VOOR HET VEILIGHEIDSMANAGEMENT

Gebaseerd op (inter)nationale wet- en regelgeving en een groot aantal breed geaccepteerde normen heeft de Onderzoeksraad hierbij een zestal aandachtspunten gedefinieerd voor het veiligheidsmanagement van een organisatie die een activiteit met veiligheids- en/of milieurisico's ontplooit:

1. *Inzicht in risico's als basis*
Betrokken partijen/organisaties moeten, met behulp van risico-inventarisaties, vaststellen welke risico's dienen te worden beheerst.
2. *Aantoonbare veiligheidsaanpak*
Dit omvat het vastleggen van een realistisch en praktisch toepasbaar veiligheidsbeleid en het vaststellen welke beheersmaatregelen daarvoor noodzakelijk zijn.
3. *Uitvoeren en handhaven veiligheidsaanpak*
Het is aan het management om ervoor te zorgen dat de geïdentificeerde risico's systematisch worden beheerst, onder andere door het duidelijk en actief centraal coördineren¹³⁸ van activiteiten om de veiligheid te vergroten.
4. *Continue aanscherping*
De veiligheidsaanpak moet continu worden aangescherpt op basis van 1. periodiek (en in ieder geval bij iedere wijziging van uitgangspunten) uit te voeren risicoanalyses, inspecties, audits en dergelijke (proactieve aanpak) en 2. een systeem van monitoring en onderzoek van incidenten en (bijna-)ongevallen inclusief deskundige analyse daarvan (reactieve aanpak).
5. *Managementsturing, betrokkenheid en communicatie*
Het management van de betrokken partijen/organisaties moet zorgen voor de randvoorwaarden waarbinnen medewerkers veilig kunnen werken en ervoor zorgen dat andere (bijvoorbeeld commerciële) belangen de veiligheid niet overvleugelen. Het management moet intern zorgen voor duidelijke en realistische verwachtingen ten aanzien van de veiligheidsambitie, en extern duidelijk communiceren over de algemene werkwijze, de wijze van toetsing daarvan, de procedures bij afwijkingen, enzovoort.

¹³⁸ Centrale coördinatie wil in dit geval zeggen coördinatie door het rederij-management ('vanuit het hoofdkantoor'). Vanuit het perspectief van het management is coördinatie op het schip decentraal.

6. *Veilige leeromgeving*

Voor een optimale beheersing van veiligheidsrisico's is binnen organisaties, en binnen de gehele scheepvaart, ook een veilige leeromgeving nodig. Dat betekent onder meer dat men effectief leert van incidenten en onveilige situaties. Van belang is daarbij is dat werknemers en anderen elkaar durven aan te spreken op onveilig gedrag, en gestimuleerd worden om voorvallen te melden zonder te hoeven vrezen dat ze voor hun handelingen, omissies, vergissingen of beslissingen worden gestraft (tenzij sprake is van opzet of grove nalatigheid vanuit onveilige intenties).

IMPACT VAN VERLOREN LADING OP ORGANISMEN

Effecten van plastics in zee

Afhankelijk van de aard en grootte van het materiaal kunnen grotere dieren als vogels en zeezoogdieren in plastics verstrikt raken of erin verstikken. Zulke incidenten maken individuele dieren tot slachtoffer. Wetenschappers koesteren zwaardere verdenkingen tegen de rol van microplastics¹³⁹, die door organismen kunnen worden opgenomen en via predatoren in de voedselketen kunnen worden doorgegeven. Accumulatie van microplastics in de voedselketen kan mogelijk de vitaliteit van soorten en groepen organismen aantasten en daarmee een bedreiging vormen voor het gehele ecosysteem. Om deze reden heeft de Waddenacademie aan Rijkswaterstaat geadviseerd het onderzoek naar de gevolgen van de vervuiling door de MSC ZOE, in eerste instantie te concentreren op de effecten van microplastics op de ecologie van het Waddengebied. Overeenkomstig dit advies is Rijkswaterstaat een meerjarig monitor- en onderzoeksprogramma gestart dat momenteel in uitvoering is.

Eén van de opengebarsten containers van de MSC ZOE bevatte een grote hoeveelheid (22,5 ton) polystyreen korreltjes van 0,5 mm. Daarnaast zijn grote aantallen industriële pellets van Hoge-Dichtheid-Polyetheen (HPDE), schijfjes van 4-5 mm doorsnede, in zee aangetroffen en aangespoeld op de stranden. Het is van belang op te merken dat ook de grotere plastic objecten uit de lading, waarvan er nog steeds honderden tonnen in het milieu rondzwerven, onder invloed van zonlicht, warmte en zuurstof verweren en uiteindelijk tot microplastics uiteen zullen vallen.

Er was al sprake van plasticvervuiling in het Waddengebied voordat de MSC ZOE haar lading verloor. Wat de MSC ZOE aan die plasticvervuiling heeft bijgedragen, en wat daarvan het netto effect is op de ecologische vitaliteit van de Wadden, zal uit het voornoemde onderzoeksprogramma van Rijkswaterstaat moeten blijken.

Bestaand onderzoek naar de gevolgen van microplastics in het mariene milieu

Er bestaat in toenemende mate aandacht voor het probleem van plasticvervuiling van de zee. Het milieuprogramma van de Verenigde Naties (UNEP) benoemt plastic in de wereldzeeën sinds 2011 als een van de meest urgente milieuproblemen.¹⁴⁰

¹³⁹ Microplastics worden gedefinieerd als partikels met een grootte tussen 1 µm en 5 mm.

¹⁴⁰ United Nations Environmental Programme (UNEP), Year Books 2011 - 2018.

Wetenschappers hebben inmiddels plastic aangetroffen in tal van mariene organismen, zoals wormen, schelpdieren, zoöplankton, krabben, garnalen en vissen. Het lijkt onvermijdelijk dat plasticdeeltjes die het zeewater en het sediment vervuilen, met het voedsel door organismen worden opgenomen. In magen en darmen van potvissen en andere walvissen die op de Noordzeekusten strandden zijn microplastics aangetroffen, maar ook grote delen als plastic zakken en stukken touw.^{141, 142}

Het meeste wetenschappelijk onderzoek naar de schadelijkheid van microplastics voor mariene organismen is uitgevoerd langs de weg van laboratoriumexperimenten, waarbij dieren in aquaria oplopende concentraties microplastics in hun menu krijgen opgediend.¹⁴³ Een van de effecten die hierbij zichtbaar wordt, is het mechanisme van voedselverdunding. Als een organisme voedsel eet waar plastic in zit, krijgt het minder nutriënten binnen. Dat leidt tot verminderde groei, verminderde reproductie, verminderde vitaliteit en uiteindelijk sterfte. Plasticdeeltjes kunnen ook obstipatie veroorzaken. Scherpe of gefafelde randen van microplastics kunnen inwendige weefselschade en ontstekingen veroorzaken. Deeltjes kleiner dan 100 nm, nanoplastics genoemd, kunnen mogelijk celmembranen passeren en schade toebrengen aan genetisch materiaal.¹⁴⁴ Ten slotte bevatten veel plasticsoorten additieven als weekmakers, UV-beschermers en vlamvertragers, toxische stoffen die de gezondheid van levende organismen kunnen schaden.

Omdat alle dieren eten en gegeten worden, worden verontreinigingen als microplastics in de voedselketen doorgegeven en kunnen daar accumuleren. Ook de mens die zich voedt met vis, schaal- en schelpdieren maakt deel uit van de mariene voedselketen en is dus potentieel kwetsbaar voor gezondheidseffecten door plasticvervuiling.

SAPEA¹⁴⁵, een groep representanten van Europese academische instellingen die onafhankelijke wetenschappelijke adviezen geeft aan de Europese Commissie om haar beleidsvorming te ondersteunen, heeft in januari 2019 een literatuuronderzoek¹⁴⁶ gepubliceerd, waarin de belangrijkste resultaten van wetenschappelijk onderzoek naar de risico's van microplastics zijn samengebracht. De SAPEA-werkgroep bevestigt in haar rapport de aanwezigheid van microplastics in alle segmenten van het milieu: lucht, bodem, zoet water, zeeën, oceanen en in alle organismen die daarin leven, inclusief de mens. Tegelijkertijd stelt de werkgroep dat er op dit moment nog geen betrouwbaar bewijs is dat microplastics op grote schaal fysieke schade toebrengen aan het milieu en levende wezens. In gecontroleerde experimenten is aangetoond dat hoge concentraties micro- en nanoplastics de vitaliteit van flora en fauna aantasten, maar buiten het laboratorium komen deze hoge concentraties nauwelijks voor, met uitzondering van enkele sterk vervuilde gebieden. De auteurs van het SAPEA-rapport tekenen daarbij aan

¹⁴¹ E. Besseling et al. (2015) Microplastic in a macro filterfeeder: Humpback whale *Megaptera novaeangliae*. Marine Pollution Bulletin 95 (1).

¹⁴² B. Unger et al. (2016) Large amounts of marine debris found in spermwhales stranded along the North Sea coast in early 2016. Marine Pollution Bulletin 112.

¹⁴³ Zie: Y. Cae, & Y.J. An (2017) Effects of micro- and nanoplastics on aquatic ecosystems: current research trends and perspectives. Marine Pollution Bulletin 124 (2).

¹⁴⁴ I. Zeegers (2014) Nanoplastics gevaarlijker voor milieu en gezondheid dan microplastics. Magazine over de zee (2).

¹⁴⁵ SAPEA: Science Advice for Policy by European Academies.

¹⁴⁶ SAPEA (2019) A scientific perspective on microplastics in nature and society.

dat het nog ontbreekt aan gestandaardiseerde methodes om plasticconcentraties en hun effecten in de natuur te meten. Risicoschattingen zijn daarom moeilijk, vooral ten aanzien van nanoplastics. Bovendien zijn laboratoriumcondities niet een-op-een vertaalbaar naar de werkelijkheid. Zo is het mogelijk dat gerafelde plasticdeeltjes, afkomstig van oude, uiteengevallen macroplastics, schadelijker zijn voor organismen dan de plastics die in de gestandaardiseerde laboratoriumproeven gebruikt worden. Er bestaat volgens de SAPEA-werkgroep in veel opzichten een tekort aan wetenschappelijke kennis. De kennis die er wel is, is omgeven door onzekerheden.

De wetenschappelijke terughoudendheid van de SAPEA-werkgroep maakt plaats voor meer stelligheid in de afsluitende conclusie van het rapport. Deze luidt dat als de plasticvervuiling van het milieu doorgaat in het tempo waarin dat nu gebeurt, er binnen een eeuw wijdverspreide ecologische risico's ontstaan. Het persistente karakter van plastics maakt de vervuiling zowel cumulatief als onomkeerbaar. Bij uitblijven van gedragsverandering en maatregelen tegen plasticuitstoot lijkt het onvermijdelijk dat de natuurlijke omgeving daar op lange termijn onder gaat lijden. In het mariene bereik zullen ondiepe kustwateren als de Waddenzee dan het eerst in de gevarezone komen.

TECHNISCH ONDERZOEK DELTARES

Voor het in kaart brengen van de routespecifieke risico's is de Onderzoeksraad een technisch onderzoek gestart naar de route- en omgevingspecifieke variabelen van het gebied ten noorden van de Waddeneilanden en welk effect de omgevingscondities op grote containerschepen als de MSC ZOE hebben.

Deltares heeft op basis van modellen de stroming, waterstand, wind- en golfcondities voor referentieposities op de zuidelijke en noordelijke vaarroute berekend ten tijde van het voorval met de MSC ZOE. Het rapport van Deltares is beschikbaar via www.onderzoeksraad.nl.

TECHNISCH ONDERZOEK MARIN

Voor het in kaart brengen van de routespecifieke risico's is de Onderzoeksraad een technisch onderzoek gestart naar de route- en omgevingspecifieke variabelen van het gebied ten noorden van de Waddeneilanden en welk effect de omgevingscondities op grote containerschepen als de MSC ZOE hebben.

MARIN heeft op basis van gegevens verkregen uit het onderzoek van Deltares (zie Bijlage F) berekeningen en bassinproeven met een scheepsmodel uitgevoerd om meer inzicht te krijgen in de omstandigheden en scheepsbewegingen die zich voordoen in het gebied ten noorden van de Waddeneilanden. Het rapport van MARIN is beschikbaar via www.onderzoeksraad.nl.



ONDERZOEKRAAD
VOOR VEILIGHEID

Bezoekadres

Lange Voorhout 9
2514 EA Den Haag
T 070 333 70 00
F 070 333 70 77

Postadres

Postbus 95404
2509 CK Den Haag

www.onderzoeksraad.nl