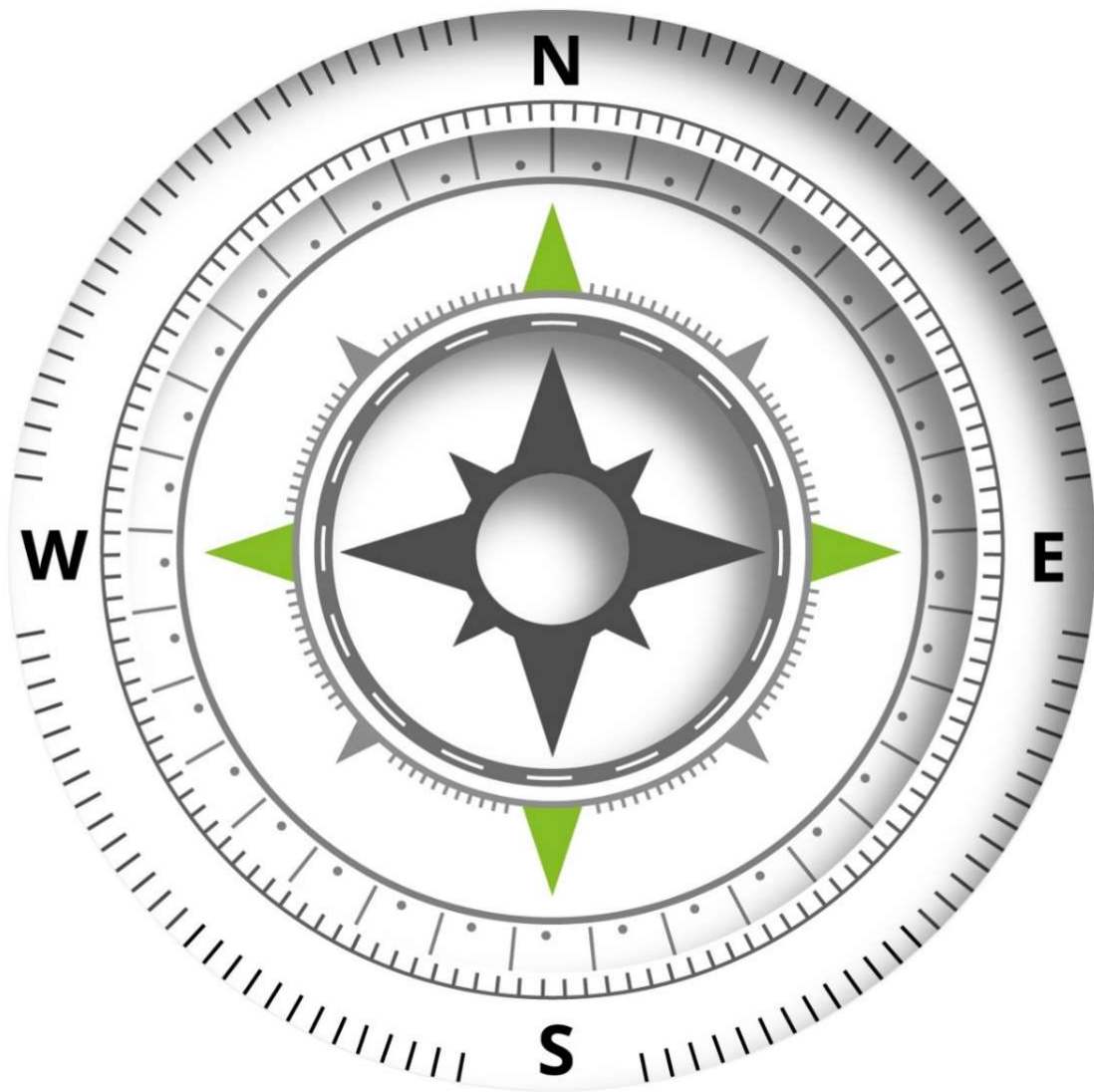


Eindrapport onderzoek varende drones

In opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat



15 november 2019

Management samenvatting

Het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (I&W) is zich bewust dat technische ontwikkelingen de scheepvaart kunnen veranderen. Een van de ontwikkelingen die nu gaande is betreft de opkomst van Smart Shipping; een ontwikkeling waarbij hulpmiddelen voor de besturing van schepen en het slimmer delen van informatie centraal staat, maar waar ook varende drones toe behoren. De inzet van varende drones kan de scheepvaartsector concurrerender, veiliger en duurzamer maken. I&W wil deze ontwikkeling dan ook graag steunen. In dit onderzoek wordt een varende drone gedefinieerd als een op afstand bestuurd of autonoom varend *onbemand* vaartuig (HS 1). I&W heeft reeds een onderzoek laten uitvoeren naar de juridische mogelijkheid om varende drones in te zetten waaruit volgde dat wet- en regelgeving niet toestaat varende drones in te zetten aangezien deze onbemand zijn en de wet onder andere voorschrijft dat een schipper¹ zich aan boord moet bevinden tijdens de vaart van het schip.

Hoofdvraag en deelvragen

In dit onderzoek vraagt I&W antwoord te geven op de vraag: *Op welke wijze kan de scheepvaart wet- en regelgeving geschikt gemaakt worden en welke beoordelingskaders zijn er nodig voor de (structurele) inzet van varende drones?* I&W geeft te kennen op zoek te zijn naar een advies dat de sector zekerheid kan geven en de markt niet onnodig laat wachten. De kern van het onderzoek is daarmee tweeledig, (1) welke varende drones wenst de markt nu en in de nabije toekomst in te zetten? en (2) welke knelpunten worden ervaren en op basis van welke beoordelingskaders kunnen deze knelpunten worden weggenomen? Dit onderzoek is gebaseerd op een literatuurstudie en uitvoerige stakeholders consultaties².

Daarnaast heeft I&W enkele deelvragen (DV) geformuleerd die beantwoord kunnen worden:

DV1: *Hoe kunnen taken, verplichtingen en verantwoordelijkheden die op conventionele schepen bij fysiek aanwezige bemanning liggen, worden ingevuld bij de inzet van een drone?*

DV2: *Over welke competenties/kwalificaties moet op afstand betrokken personeel beschikken?*

DV3: *Wordt geadviseerd om technische eisen op te stellen, zo ja aan welke eisen moet een varende drone voldoen, en op welke wijze kan I&W deze het beste vastleggen?*

DV4: *Zijn voor verschillende type drones (gelet op o.a. toepassing, ontwerp, afmeting en vaargebied) verschillende criteria nodig, zo ja welke?*

Inzichten vanuit de markt – geen grote drones

Om de behoeftes van de markt en de ontwikkelingen in de markt in kaart te brengen is een segmentatie van de verschillende soorten drones gemaakt (HS 1.1). Hierin onderscheiden wij onder- en boven water drones, verschillende formaten drones, en verschillende gebruiksscenario's. Op basis van deze segmentatie is een stakeholder veld geconsulteerd. Stakeholders zijn onder andere kennisinstellingen, bedrijven, fabrikanten, ontwikkelaars, gebruikers van varende drones ten behoeve van inspectie, brancheverenigingen binnen de scheepvaart, verkopers van varende drones, vaarwegbeheerders, vertegenwoordigers van consumenten, etc.

Uit de stakeholder consultaties en de literatuurstudie blijkt dat grote varende drones, van het formaat 'groot schip'³ zoals gedefinieerd in het Binnenvaartpolitiereglement (BPR), in de praktijk niet zullen worden ingezet binnen nu en tien jaar (HS 2.4). Hoewel wet- en regelgeving een knelpunt kan zijn in de verre toekomst kent de inzet van grote varende drones grotere barrières die eerst beslecht moeten worden voordat een verandering van wet- en regelgeving noodzakelijk is. De techniek om aantoonbaar robuust veilig te varen is onvoldoende ontwikkeld (zowel op afstand bestuurd als autonoom varend), communicatieprotocollen tussen drones en naar andere schepen ontbreken, het uitrustingsniveau van schepen die het water met elkaar delen loopt sterk uiteen, de

¹ In vigerende wet- en regelgeving spreekt men in de binnenvaart over 'de schipper' en in de zeevaart over 'de kapitein'. Voor de leesbaarheid van dit rapport hebben wij ervoor gekozen steeds te verwijzen naar 'de schipper', waarmee, tenzij anders aangeven steeds zowel 'de schipper' als 'de kapitein' wordt bedoeld.

² Om de vertrouwelijkheid te borgen zijn er geen gespreksverslagen opgeleverd als onderdeel van deze opdracht. Een lijst met geconsulteerde stakeholders is separaat opgeleverd aan de opdrachtgever en vormt geen onderdeel van dit document zodat de vertrouwelijkheid geborgd is.

³ BPR artikel 1.01, lid 3, over het algemeen schepen langer dan 20 meter, of schepen met een specifieke functie.

omgeving is onvoldoende ingericht voor de inzet van grote varende drones, en het ontbreekt aan reële use- en business case voor grote varende drones. Het oplossen van deze knelpunten is wellicht niet onoverkomelijk, maar vergt wel tijd waardoor grote varende drones nog verre toekomst zijn (minimaal 10 jaar). Er zijn bedrijven in de markt die wel de ambitie uitspreken al eerder dan deze 10 jaar klaar te zijn om dit type drones te kunnen inzetten. In brede zin ziet de sector de techniek in die periode nog niet voldoende om aantoonbaar robuust veilig te varen, de wijze waarop de techniek wel voldoende ontwikkeld zal zijn is op dit moment nog niet voldoende bekend om nu al beleid op aan te passen.

Inzichten vanuit de markt – wel kleinere drones, mits op afstand bestuurd (niet autonoom)

Uit het onderzoek blijkt dat kleinere drones reeds in de praktijk worden ingezet (HS 2.4), voornamelijk voor inspecties en onderhoud. Deze drones vormen vaak een veilig alternatief voor de inzet van duikers of kunnen inspecties uitvoeren met apparatuur die door duikers lastig te gebruiken is. Ook hoeft de vaarweg meestal niet gestremd te worden voor de inzet van de varende drones, terwijl dat bij alternatieven vaak wel moet gebeuren. Het blijkt dat ook voor kleinere drones autonoom varen, waarbij er niet ten alle tijden menselijk ingrijpen mogelijk is, nog verre toekomst is. Er zijn grote technische barrières en ontbrekende protocollen en afspraken hoe autonome schepen en 'normale' schepen met elkaar om moeten gaan. Met name het aantoonbaar robuust functioneren van de systemen om veilig varen mogelijk te maken, zoals object herkenning door AI en het maken van keuzes door de software blijkt een knelpunt dat nog lange tijd nodig heeft om opgelost te worden; geen van de stakeholders achtte dit volledig op te lossen in de nabije toekomst (binnen 10 jaar). Varende drones die op afstand worden bestuurd worden reeds in de praktijk ingezet en blijken in de praktijk weinig risico met zich mee te brengen (HS 2.4).

Besturing op afstand - FOB en OBA

Besturing op afstand verdelen wij onder in twee categorieën op basis van het bewustzijn van de bestuurder van de omgeving waarin de drone zich bevindt: fysiek omgevingsbewust (FOB) en omgevingsbewust op afstand (OBA). Bij FOB is de bestuurder zich fysiek bewust⁴ van de omgeving waarin de varende drone zich bevindt, ook als alle verbinding tussen de drone en bestuurder wegvalt. Bij FOB heeft de bestuurder de varende drone doorgaans in het zicht tenzij de drone niet zichtbaar is ten behoeve van bijvoorbeeld de inspectie van lastig bereikbare plekken (bijvoorbeeld onder een steiger) of zich onderwater bevindt. In het geval van FOB blijft de bestuurder van de drone zich bewust van de situatie als de verbinding tussen drone en bestuurder wegvalt, bijvoorbeeld door technisch falen. De bestuurder is in staat om overig scheepvaartverkeer te waarschuwen of kan de calamiteitendiensten informeren. Ook blijft hij zicht houden op hoe de situatie zich ontwikkelt en kan deze informatie doorgeven aan de relevante partijen. Bij OBA wordt de bestuurder via technische systemen geïnformeerd van de omgeving waarin de drone zich bevindt. Als de verbinding tussen drone en bestuurder wegvalt, bijvoorbeeld door technisch falen, heeft de bestuurder niet langer zicht op de omgeving waarin de drone zich bevindt. Derhalve kan de bestuurder de situatie niet inschatten, kan overig vaarverkeer niet waarschuwen, kan geen inschatting maken van de grootte van een eventuele calamiteit en kan niet zien hoe de situatie zich ontwikkelt. Daarmee is besturing op basis van OBA risicovoller dan besturing op basis van FOB. In de praktijk worden varende drones op FOB basis ingezet en zijn met wisselend succes enkele experimenten uitgevoerd met OBA. FOB is een volwassen techniek en OBA kan in de nabije toekomst in specifieke omstandigheden aantoonbaar robuust veilig worden ingezet.

Knelpunten in wet- en regelgeving

Tijdens stakeholder consultaties en de literatuurstudie zijn drie knelpunten met betrekking tot wet- en regelgeving en de structurele inzet van varende drones geïdentificeerd. (1) De wet- en regelgeving is onduidelijk wat ogenschijnlijk leidt tot inconsequenties tussen partijen en vaarwegbeheerders. (2) De wet- en regelgeving verplicht de schipper aan boord te zijn tijdens de

⁴ Fysiek Omgeving Bewust (FOB), zou gedefinieerd kunnen worden als: "De schipper/kapitein bevindt zich in de fysieke nabijheid van de drone en kan daarmee blijkgewen goed geïnformeerd te zijn van de omgevingsfactoren en benut deze kennis effectief voor het veilig opereren van de drone en het vervullen van de taken en verantwoordelijkheden van schipper/kapitein."

vaart; dit botst per definitie met de inzet van varende drones die onbemand zijn. (3) Ook drones, zijnde een schip, moeten voldoen aan technische eisen, veel van deze eisen zijn ook voor drones relevant, een deel moet opnieuw worden afgewogen of deze ook voor drones noodzakelijk zijn. Wij merken op dat de knelpunten zich alleen in de binnenvaart voordeden. In de zeevaart ervaart men geen knelpunten⁵ en daar zien wij dus ook geen noodzaak om de wet- en regelgeving te wijzigen.

Uitgangspunten in het wijzigen van wet- en regelgeving (HS 3.1)

Aangezien drones in de wet- en regelgeving nu al schepen zijn en zij ook daadwerkelijk worden ingezet op vaarwateren vormen zij ook onderdeel van het verkeer op de vaarwateren. Derhalve is het verstandig om varende drones expliciet te erkennen in wet- en regelgeving voor de scheepvaart. Wijzigingen in wet- en regelgeving zijn bij voorkeur minimaal invasief en sluiten bij voorkeur nauw aan bij bestaande wet- en regelgeving zodat er geen parallelle wet- en regelgeving ontstaat die kan leiden tot onduidelijkheden. De wet- en regelgeving leunt sterk op de verantwoordelijkheid van de schipper en voor het varen van kleine schepen met beperkte snelheid heeft de schipper geen vaarbewijs nodig, tenzij het schip gebruikt wordt voor commerciële doeleinden of op zee. Naar mate te schepen groter en/of sneller worden moet de schipper aan hogere eisen voldoen en ook de technische eisen van het schip nemen toe. Uitgangspunt voor het oplossen van de knelpunten voor de inzet van varende drones is dat eenzelfde veiligheidsniveau als in de scheepvaart wordt gerealiseerd.

Aanbevelingen

Definieer varende drones expliciet in wet- en regelgeving (HS 3.2)

Wij bevelen aan om varende drones expliciet op te nemen in wet- en regelgeving in verschillende reglementen waarin de Scheepvaartverkeerswet⁶ in is uitgewerkt; het BPR, RPR, etc. Dit zorgt voor erkenning van varende drones en neemt een groot deel van de onduidelijkheid rond varende drones weg. Houd ruimte in de definitie van varende drones voor autonoom varen om toekomstbestendig te zijn.

De FOB bestuurder van de drone is de schipper (HS 3.3, HS 3.4, DV1, DV2)

Om voor varende drones een vergelijkbaar veiligheidsniveau te realiseren kan van de FOB bestuurder, die in fysieke nabijheid van de drone is, de schipper worden gemaakt. Hiermee komen ook alle taken, verplichtingen en verantwoordelijkheden die bij een schipper liggen toe aan de bestuurder van de drone. Er gelden geen aanvullende eisen voor de schipper aangezien ook van een schipper van een 'gewoon' schip wordt vereist dat hij bij machte is het schip goed te kunnen besturen. Dit wordt gerealiseerd door aan de reglementen zoals het BPR, RPR, SRGM, etc. een expliciete uitzondering toe te voegen waarbij een schipper van een varende drone niet vereist is om aan boord te zijn van het schip maar ook is toegestaan de varende drone FOB te besturen. Het is aan te bevelen om met het oog op de toekomst van varende drones een ontheffingsmogelijkheid⁷ op te nemen in deze reglementen of in hogere wetgeving om zo onder 'maatwerk' voorwaarden OBA besturing van een drone mogelijk te maken. OBA besturing is risicovoller dan FOB en kan alleen afhankelijk van de specifieke situatie worden toegestaan waardoor een veralgemenisering van OBA niet aan te raden is.

Varende drones volgen de geldende regels en technische eisen voor schepen (HS 3.4, HS 3.5, DV3, DV4)

Door varende drones te erkennen als schepen en de bestuurder van een varende drone de schipper te maken (hoewel niet aan boord) zijn varende drones dien ten gevolge gebonden aan de geldende vaarregels en de technische eisen voor schepen. Op deze manier wordt wederom een

⁵ In de zeevaart worden wel eisen gesteld aan de kapitein. Waaronder bijvoorbeeld in de wet zeevarenden artikel 4, lid 4: "De kapitein en de scheepsofficieren gedragen zich aan boord ten opzichte van de opvarenden, het schip, de lading, het milieu en het scheepvaartverkeer zoals het een goed zeeman betaamt." Toch worden deze niet gezien als knelpunten door de stakeholders in de huidige dagdagelijkse praktijk voor de inzet van drones.

⁶ De Scheepvaartwet beschrijft niet de verschillende typen schepen, dit doen de onderliggende regelingen zoals het BPR wel, daarom ligt het voor de hand in die regelingen de drones expliciet als type op te nemen.

⁷ De huidige ontheffingsmogelijkheden staan volledig onbemand varen niet toe, hier zijn dus 'maatwerk' voorwaarden voor nodig.

veiligheidsniveau gerealiseerd wat vergelijkbaar is met conventionele schepen. Varende drones die kleine schepen zijn, zullen veelal niet verplicht zijn tot een certificaat en zullen geen hinder hebben van de technische eisen. In het geval dat varende drones wel aan technische eisen moeten voldoen is het aan te bevelen om zoveel mogelijk te blijven bij de technische eisen voor schepen, en deze eisen voor varende drones zodanig aan te passen dat de varende drone aantoonbaar robuust en veilig is. Dit kan niet sec op basis van de huidige wettekst. Een sprekend maar niet geïsoleerd voorbeeld hiervan is: artikel 2.02a lid 1a uit het scheepvaartreglement voor de Gemeenschappelijke Maas stelt onder andere dat een klein schip moet zijn uitgerust met een of meer pagaaien of roeispanen. Op het eerste gezicht lijkt een dergelijke bepaling voor een varende drone overbodig; er is immers geen bemanning aan boord om de roeispaan te gebruiken. Echter, de achterliggende gedachte voor deze verplichting kan zijn dat er een redundante voortstuwing is vereist (roeien) in het geval dat de voortstuwing van het schip uitvalt. Aangezien deze vereiste alleen is opgenomen in het SRGM kan de risico inschatting voor specifiek het gebied waar dit reglement van toepassing is extra risicovol zijn, bijvoorbeeld door de aanwezigheid van een sterke stroming of intensief vaarverkeer in het toepassingsgebied. Als dit het geval is zou een varende drone wellicht ook aan aanvullende eisen moeten voldoen ten aanzien van de betrouwbaarheid/redundantie van de voortstuwing. Het is van belang om de gedachte achter de technische eisen voor schepen te vertalen naar een toepasselijke eis voor varende drones. Bijvoorbeeld, eisen die specifiek de veiligheid en het comfort van de bemanning moeten waarborgen lijken in hun geheel geschrapt te kunnen worden. Toch kan ook over deze eisen niet zomaar heen worden gestapt, denk bijvoorbeeld aan een bepaalde hoeveelheid ventilatie; hoewel er geen bemanning aan boord is kan dit toch nodig zijn wanneer een monteur aan boord moet komen. Voor de hand liggende specificaties voor varende drones punten zijn de manoeuvreerbaarheid, de betrouwbaarheid/redundantie van kritische systemen zoals de voortstuwing en verbinding met de bestuurder, en het reduceren van vereisten specifiek voor de veiligheid en het comfort van de bemanning. Alle vigerende technische eisen dienen na te worden gegaan in relatie tot drones, echter hiervoor is niet direct urgentie en hiermee kan worden gewacht tot de eerste drones die aan deze technische eisen dienen te voldoen zich aandienen (niet verwacht binnen de komende 10 jaren). Er moet geen onderscheid worden gemaakt in de technische eisen tussen drones en andere schepen, er moet worden gehandeld vanuit de reden waarom de technische eis is gesteld. Als dit voor bijvoorbeeld het veilig manoeuvreren van het schip is dan geldt dit ook voor een drone, als dit is voor de comfort of veiligheid van de bemanning dan lijkt dit in eerste instantie niet relevant voor drones, echter dient men ook rekening te houden met het mogelijk moeten enteren van een drone.

Aanvullende regels in lokale bepalingen (HS 3.6)

De behoefte voor aanvullende bepalingen rond de inzet van varende drones kan sterk afhankelijk zijn van de locatie, net zoals nu het gebruik van onder andere waterscooters vaak lokaal is gereguleerd. Bijvoorbeeld, in een haven kan behoefte zijn om op de hoogte te blijven van iedere inzet van varende drones door middel van een opgelegde meldplicht, terwijl op andere vaarwegen deze behoefte er niet is en een meldplicht alleen zou worden gezien als een administratieve last. Daarom bevelen wij aan om aanvullende maatregelen of bepalingen naar behoefte van de vaarwegbeheerder op te nemen in lokale bepalingen, zoals bijvoorbeeld in een havenbeheersverordening. Hierdoor hebben de bevoegd vaarwegbeheerders zelf invloed op de voorwaarden voor het inzetten van varende drones.

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	6
1 Introductie.....	7
1.1 Varende drones en hun gebruikers	8
1.2 Ontwikkelingen die ertoe doen.....	9
1.3 Voor- en nadelen van varende drones	10
1.4 Aanleiding, doel en scope van het onderzoek.....	11
2 Huidige landschap met betrekking tot varende drones	13
2.1 Inzet van varende drones nu en in de toekomst.....	13
2.2 Eerder onderzoek naar wet- en regelgeving en varende drones	15
2.3 Autonoom rijden en vliegende drones	16
2.4 Inzichten opgedaan vanuit de markt	18
3 Handelingsperspectief.....	24
3.1 Uitgangspunten voor het wijzigen van wet- en regelgeving	24
3.2 Definitie van een varende drone.....	25
3.3 De bestuurder van de varende drone is de schipper/kapitein.....	25
3.4 Varende drones volgen de geldende regels voor schepen.....	26
3.5 Geen expliciet onderscheid in het formaat van drones.....	27
3.6 Aanvullende regels in lokale bepalingen.....	28

1 Introductie

Drones zijn een bekend fenomeen in de Nederlandse maatschappij. Bij het woord *drone* zullen de meeste mensen denken aan de vliegende drones, de kleine op afstand bestuurbare luchtvaartuigen die worden voortgestuwd door meerdere propellers. Echter, het begrip *drone* omvat een bredere groep objecten. Hoewel het woord *drone* geen exacte universeel gehanteerde definitie heeft, luidt de definitie zoals gehanteerd in dit rapport: drones zijn alle onbemande voertuigen, luchtvaartuigen of vaartuigen, die op afstand worden bestuurd of zichzelf (deels) autonoom besturen.

Onbemand

In de definitie van een drone is *onbemand* een belangrijk kenmerk. Een zelf varende vaartuig waar de verantwoordelijke schipper in de vorm van een natuurlijke persoon fysiek aanwezig is in het vaartuig, is geen drone, het vaartuig is immers niet onbemand. Een zelf varende veerboot vol met passagiers, maar waar geen schipper fysiek aanwezig is in de veerboot, is wel een drone. Onbemand of bemand staat los van de aanwezigheid van cargo (passagiers of objecten) en heeft betrekking op de fysieke aanwezigheid van een natuurlijke persoon die verantwoordelijk is voor de besturing van het vaartuig (voertuig of luchtvaartuig).

Op afstand bestuurd

Besturing op afstand betekent dat de verantwoordelijke bestuurder niet fysiek aanwezig is in of op het voertuig, vaartuig, of luchtvaartuig, maar op afstand het voertuig, vaartuig, of luchtvaartuig bestuurt. De verantwoordelijke bestuurder kan direct zicht hebben op de te besturen drone, maar dit hoeft niet. De besturing op afstand kan doormiddel van draadloze (radio) signalen, maar kan ook via een fysieke verbinding (bekabeld).

Automatische en autonome besturing

Automatisering en autonomie zijn nauw verwant aan elkaar. *Automatisering* is het vervangen van menselijke handelingen door machines en/of computersystemen. Zo is bijvoorbeeld de auto-pilot van een schip of de *cruise control* in een auto een voorbeeld van automatisering; de menselijke bestuurder hoeft niet langer zelf de juiste koers aan te houden of het gaspedaal te bedienen, maar een regelsysteem neemt deze taak over en zorgt dat het schip de ingestelde koers volgt of de auto een constante snelheid blijft rijden. Een geavanceerder systeem is adaptieve cruise control. Dit systeem zorgt voor een constante snelheid van de auto en houdt ook afstand tot de voorganger. De keuze om meer of minder gas te geven wordt door het systeem zelf gemaakt aan de hand van data die over de omgeving wordt verzameld, bijvoorbeeld door middel van camerasystemen en radar. Doordat adaptieve cruise control zelf het besluit tot afremmen en versnellen neemt, zonder verdere tussenkomst van de bestuurder, spreekt men van een systeem met een grotere autonomie dan standaard cruise control; omdat meer taken worden overgenomen. *Autonomie* definiëren wij in dit rapport als het onafhankelijk zijn van externe besturingssignalen, waarbij geen direct menselijk ingrijpen mogelijk is. Echter, autonomie kent verschillende gradaties. Parasuraman et al. onderscheiden in hun artikel tien verschillende niveaus van autonomie⁸, zie tabel 1.

Hoog	10. De computer bepaalt alles, opereert autonoom, negeert de mens.
	9. informeert de mens alleen als de computer beslist dit te doen
	8. informeert de mens alleen als de mens het vraagt, of
	7. voert automatisch uit, en informeert de mens, en
	6. geeft de mens beperkt de tijd om een veto uit te spreken voor automatische uitvoering, of
	5. voert de optie uit die de mens heeft goedgekeurd, of
	4. geeft één alternatieve optie
	3. limiteert het aantal geselecteerde opties tot enkele opties, of
	2. De computer geeft een complete set van besluit of actiemogelijkheden, of
Laag	1. De computer biedt geen ondersteuning en de mens moet alle besluiten en acties nemen

Tabel 1: de verschillende niveaus van autonomie; van (1) geen enkele ondersteuning door de computer, ook te lezen als 'het systeem', tot (10) volledige autonomie.

⁸ Parasuraman, R., Sheridan, T. B., & Wickens, C. D. (2000). A model for types and levels of human interaction with automation. *IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics-Part A: Systems and Humans*, 30(3), 286-297.

Automatische stuursystemen op vaartuigen en luchtvaartuigen bestaan als sinds begin 20^e eeuw. De eerste trans-Atlantische vlucht die volledig automatisch werd uitgevoerd (inclusief opstijgen en landing) vond plaats in 1947⁹. Het eerste autopilotsysteem op een schip is naar verluidt een systeem op de J.A. Moffet in 1920. Deze vaartuigen en luchtvaartuigen waren echter niet onbemand en er is in deze gevallen dan ook geen sprake van (varende) drones.

1.1 Varende drones en hun gebruikers

Dit adviesrapport heeft betrekking op varende drones. Varende drones zijn in dit rapport gedefinieerd als *onbemande* vaartuigen die op afstand worden bestuurd of (deels) autonoom varen. Ieder soort schip, groot en klein, kan vanuit technologisch oogpunt op korte termijn onbemand worden gemaakt, echter de techniek is nog onvoldoende ontwikkeld dat het schip aantoonbaar robuust veilig kan varen (zowel op afstand bestuurd als autonoom varend), communicatieprotocollen tussen drones en naar andere schepen ontbreken, het uitrustingsniveau van schepen die het water met elkaar delen loopt sterk uiteen, de omgeving is onvoldoende ingericht voor de inzet van grote varende drones, en het ontbreekt aan reële use- en business case voor grote varende drones. In dit rapport worden drie klassen drones gehanteerd volgens een zachte definitie: kleine drones, middelgrote drones, en grote drones. Hiermee wordt de indeling van eerder onderzoek door het ministerie van Economische Zaken gevolgd¹⁰. Iedere klasse is vervolgens onder te verdelen in drones die op het wateroppervlak varen en drones die ook onderwater kunnen varen. De klasseindeling is geen harde verdeling, maar is bedoeld om een achtergrond te schetsen ten behoeve van dit beleidsadvies. Er zijn voor nu met opzet nog geen exacte afmetingen of gewichten opgenomen per klasse, omdat vooral de consultatie met de stakeholders hier verdere invulling aan zullen geven. Later in dit onderzoek zal wel worden verwezen naar specifieke afmetingen en of gewichten.

Droneklassen

Grote drones

Grote drones zijn drones rond het formaat 'jacht' of 'binnenvaartschip' en groter tot en met de grootste schepen vandaag de dag; formaat 'zeeschip'. Grote drones hebben net als grote schepen, door hun doorgaans grote massa, beperkte manoeuvreerbaarheid en lange remweg. In het geval van een aanvaring met welke vaarwatergebruiker dan ook zijn de gevolgen doorgaans ernstig. Grote drones die op het wateroppervlak varen bevinden zich op dit moment in de prototype fase en zijn op afstand of autonoom bestuurd. Grote drones die zich onder het wateroppervlak bevinden zijn op dit moment niet bekend, noch zijn hiervoor plannen bekend. Grote drones vallen altijd onder technische eisen zoals beschreven in de vigerende wet- en regelgeving.

Kleine- en middelgrote drones

Kleine varende drones zijn drones die qua risico's vergelijkbaar zijn met de vliegende consumenten drones; denk qua formaat aan 'draagbaar' door een enkel persoon. Dit zijn drones die in het geval van een aanvaring met een andere vaarwatergebruiker (schip, zwemmer, etc.) doorgaans geen ernstige schade dan wel ernstig letsel veroorzaken. Kleine drones worden nu al gebruikt voor de onderwaterspectie van schepen, als modelbootjes (races), en voor het maken van beelden onderwater. Onderwater drones zijn doorgaans op afstand bestuurd via een kabel waarbij consumenten drones vaak kabels hebben van tientallen tot enkele honderden meters. Er zijn verschillende onderwater drones die autonoom opereren. Kleine drones die varen op het wateroppervlak worden doorgaans bestuurd door middel van een afstandsbediening waarbij de bestuurder direct zicht heeft op de drone. Ook zijn nu al drones beschikbaar die op het wateroppervlak varen zonder dat zij geregeld besturingssignalen van buiten ontvangen; dit zijn kleine autonome drones.

Middelgrote drones zijn drones rond het formaat 'sloep'; qua afmetingen geschikt voor het vervoer van enkele personen, vergelijkbaar met een watertaxi. De risico's van een middelgrote drone zijn

⁹ Voorpagina New York Times, 23 september 1947, "Robot-Piloted Plane Makes Safe Crossing of Atlantic; No Hand on Controls From Newfoundland to Oxfordshire--Take-Off, Flight and Landing Are Fully Automatic PILOTLESS PLANE CROSSES ATLANTIC MAKES TRANSATLANTIC FLIGHT UNDER CONTROL OF 'MECHANICAL BRAIN'"

¹⁰ Unmanned autonomous (aerial) vehicles for maritime applications (2019), door het Maritiem Kenniscentrum, Ministerie van Defensie, TNO en TU Delft in opdracht van Nederland Maritiem Land en het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

groter dan die van een kleine drone, mede doordat een middelgrote drone groter en zwaarder is dan een kleine drone. In het geval van een aanvaring tussen een middelgrote drone en een kwetsbare vaarwatergebruiker, zoals bijvoorbeeld een zwemmer of roeier, kunnen de gevolgen ernstig zijn. Middelgrote drones die varen op het wateroppervlak bevinden zich op dit moment veelal in de prototypen fase en zijn op afstand of autonoom bestuurd. Middelgrote drones die zich onder het wateroppervlak begeven zijn reeds in gebruik, zowel (bekabeld) op afstand bestuurd als autonoom bestuurd. Kleine- en middelgrote drones vallen op basis van hun formaat¹¹ niet onder technische eisen in de vigerende wet- en regelgeving.



Gebruiksscenario's

In dit rapport onderscheiden wij drie gebruiksscenario's¹² van varende drones:

- Gebruik door de consument (C)
- Professioneel gebruik voor transport (T)
- Professioneel gebruik ten behoeve van onderzoek en onderhoud (O)

Onder consumenten gebruik valt het gebruik van varende drones dat niet professioneel is, vergelijkbaar met de classificatie 'recreatief' in de regelgeving voor vliegende drones. In de scheepvaart bekend onder de classificatie 'pleziervaart'. Al het andere gebruik is daarmee professioneel. In professioneel gebruik worden twee soorten onderscheiden: transport en onderzoek/onderhoud. Onder transport valt alle transport van goederen en mensen. Zowel op kleine schaal (zoals een watertaxi) als op grote schaal (zoals containerschepen).

Figuur 1 geeft de verschillende gebruiksscenario's per drone klasse weer. Het criterium voor het toekennen van een gebruiksscenario aan een droneklasse is dat drones van de desbetreffende klasse reeds op de aangegeven manier gebruikt worden of dat er concrete plannen zijn om dit in de toekomst te doen.

	C Consument	T Transport	O Onderzoek/onderhoud
	Klein (K)	Middelgroot (M)	Groot (G)
 Boven water (B)	(B-K) C Race, modelboot O Bathymetrie, watermonsters	(B-M) C Autonome sloep T Watertaxi, pakkettransport O Klimaatdata	(B-G) T Veerboot, containerschip O
 Onderwater (O)	(O-K) C Onderwatercamera O Inspectie kunstwerken, grachten	(O-M) O T O Bathymetrie, mijnopruiming	(O-G) O O O

Figuur 1: overzicht van de gebruiksscenario's per drone klasse met enkele voorbeelden (niet limitatief). De ingekleurde markers geven de gebruiksscenario's per klasse weer.

1.2 Ontwikkelingen die ertoe doen

Niet alleen ontwikkelingen in de technologie direct gerelateerd aan varende drones stimuleert de inzet van varende drones, maar ook zaken als verregaande mondiale digitalisering, behoefte aan *big data* en bredere maatschappelijke acceptatie van drones en autonome voertuigen dragen hieraan bij.

Dronetechnologie

De inzet van drones wordt gestimuleerd door recente technologische ontwikkelingen die leiden tot (1) een betere dataverzameling met betrekking tot de omgeving door onder andere verbeterde sensoren zoals camera's, radar, LIDAR, GPS, etc., (2) verbeterde rekenkracht per Watt om deze

¹¹ Kleiner dan 20 meter (op basis van het BPR)

¹² Een vierde gebruiksscenario is het gebruik van drones door defensie. Echter, aangezien wet- en regelgeving op maritiem vlak voor defensie vaak afwijkt van de algemeen geldende wet- en regelgeving en doordat de ontwikkelingen rond drones en de inzet van drones door defensie niet per se publiek hoeft te zijn, maakt dit gebruiksscenario geen onderdeel uit van dit rapport.

complexe samengestelde data real-time te kunnen verwerken zonder hoog energieverbruik en (3) een verbeterde interpretatie van de omgevingsdata en het genereren van adequate handelwijzen door de opkomst van *artificial intelligence*, *machine learning* en *deep learning*.

Mondiale verregaande digitalisering

Naast technologische ontwikkeling die betrekking heeft op technieken direct gerelateerd aan drones stimuleert ook de wereldwijde verregaande digitalisering van de logistiek dronegebruik. Voorraadsystemen geven automatisch aan welke producten besteld moeten worden en de bestelling wordt (deels) geautomatiseerd in het warehouse verzameld. Echter, het transport van de bestelling naar de klant is vandaag de dag nog niet geautomatiseerd en vergt mensenwerk. De inzet van varende drones kan het transport van leverancier naar klant (deels) automatiseren en brengt hiermee de integratie van de digitale wereld en de fysieke wereld een stap dichterbij.

Big data

Doordat het verwerken en interpreteren van *big data* een vlucht heeft genomen en voor steeds meer partijen toegankelijk is geworden, groeit de behoefte naar het verzamelen van deze grote datasets. Drones worden onder andere ingezet om big data te verzamelen over de oceanen om zo bij te dragen aan onderzoek naar (de effecten van) klimaatverandering.

Maatschappelijke acceptatie

De introductie van 'zelfrijdende' auto's en de brede beschikbaarheid van vliegende drones draagt bij aan een bredere acceptatie van autonome voertuigen en drones in het algemeen, ook varende drones. Kanttekening hierbij is dat de acceptatie van zelfrijdende auto's als voorwaarde heeft dat (1) de auto beter rijdt dan een menselijke bestuurder en (2) op ieder moment een natuurlijke persoon de macht over het stuur moet kunnen overnemen¹³. Deze laatste voorwaarde sluit volledige autonomie (niveau 10, zie tabel 1) uit.

1.3 Voor- en nadelen van varende drones

De inzet van drones kan voor verschillende maritieme activiteiten veranderingen teweegbrengen. Positief, maar in potentie ook negatief. De mogelijk grootste voordelen van drones zijn veiligheid en economische voordelen, terwijl bijvoorbeeld een afname van werkgelegenheid een nadeel kan zijn.

Voordelen

Veilig duiken

Op dit moment worden voor onderhouds- en inspectiedoeleinden vaak duikers ingezet. Zij moeten zich op in potentie gevaarlijke plekken begeven om de inspecties of het onderhoud uit te voeren. Denk aan de inspectie van het onderwaterdeel van schepen, civieltechnische kunstwerken of pijpleidingen. Door voor deze werkzaamheden kleine onderwaterdrones in te zetten kunnen de inspecties veilig worden uitgevoerd zonder dat mensen zich op gevaarlijke plekken hoeven te begeven. Ook is de inzet van een drone vaak goedkoper dan de inzet van duikers. Drones raken niet vermoeid en kunnen lang achter elkaar worden ingezet.

Een gereduceerde bemanning

Ook in sommige scheepvaart zou (een deel van) de bemanning kunnen worden vervangen door een op afstand bestuurbaar of autonoom systeem. Niet alleen leidt afwezigheid van een bemanning tot een besparing op personeelskosten, maar door afwezigheid van een bemanning op een schip kan het schip flexibeler worden ingezet, er hoeft immers geen rekening met het personeel te worden gehouden.

Duurzaam

Daarnaast biedt dit potentieel een grotere vrijheid in ontwerp en geometrie van een schip; er hoeft geen ruimte aanwezig te zijn voor een bemanning en het schip kan daarmee compacter of efficiënter worden ingericht wat bijvoorbeeld ten goede kan komen aan het brandstofverbruik en kan leiden tot

¹³ Maurer, M., Gerdes, J. C., Lenz, B., & Winner, H. (2016). *Autonomous driving*. Berlin, Germany: Springer Berlin Heidelberg, 10, 978-3.

minder CO2-uitstoot. Ook kan door middel van afstemming tussen drones onderling en tussen drones en infrastructuur de capaciteit van vaarwegen beter benut worden en kunnen wachttijden bij bijvoorbeeld sluizen en bruggen verkort worden.

Veilig varen

Doordat er geen bemanning fysiek aanwezig is op het schip loopt de bemanning ook geen gevaar tijdens de vaart. In het geval van een autonome drone bestuurt het autonome systeem het schip. Dit systeem wordt in tegenstelling tot een menselijke schipper nooit moe en houdt zich altijd aan de voorgeschreven protocollen; terwijl menselijke fouten de grootste oorzaak is van scheepsongelukken¹⁴. Wij merken op dat deze statistiek niet weerspiegelt dat menselijk handelen ook veel scheepsongelukken voorkomt en men moet waken voor *survivorship bias*; een vorm van *selection bias* waar alleen wordt gekeken naar een subset (schepen betrokken bij een ongeluk) die onderdeel is van een set (alle schepen, ook die niet betrokken zijn bij een ongeluk). Daarnaast is niet alleen de kapitein of schipper bepalend voor maritieme veiligheid, maar het hele socio-technische systeem¹⁵.

Nadelen

Geen menselijk toezicht dat fysiek aanwezig is

Het voordeel van een systeem dat zich altijd aan de voorgeschreven protocollen houdt is tegelijk een nadeel. Door het gebrek aan fysieke aanwezigheid van een natuurlijke persoon die de situatie rond de drone goed kan inschatten en de besturing van de drone kan overnemen indien nodig. Het ontbreken van dit inzicht en de controle over de drone vormen een mogelijk veiligheidsrisico. In het geval van een autonome drone is menselijk ingrijpen wenselijk als de computer een verkeerde beslissing neemt, bijvoorbeeld doordat de drone in een onbekende situatie belandt en niet weet hoe hij moet reageren (geen passend protocol) of doordat de situatie anders wordt ingeschat dan dat de situatie werkelijk is. Hiervoor is het belangrijk dat een drone operator weet wat de drone op voorhand wil doen (autonomie niveau 6-7).

Geen enkel systeem is 100% van de tijd 100% juist

Drones kunnen alleen volledig veilig autonoom varen (autonomie niveau 10) als de drone zich bewust is van iedere situatie en in iedere situatie weet wat hij moet doen, zonder enige uitzondering. De twee opeenvolgende stappen: (1) bewust zijn van de situatie en (2) vervolgens adequaat handelen, gelden net zo zeer voor de bestuurder van een op afstand bestuurd drone. Ook bij besturing op afstand is het van belang dat de bestuurder zich bewust is van de daadwerkelijke situatie waarin de drone zich bevindt en vervolgens adequaat handelt. De techniek moet voldoende robuust veilig kunnen handelen. Minimaal op hetzelfde veiligheidsniveau als nu behaald wordt met de 'menselijke' schipper aan boord.

Wie is aansprakelijk als het misgaat?

Een logisch gevolg van deze afweging is het bepalen van wie in het geval van falen van een (autonoom) systeem aansprakelijk is. Is dit de eigenaar van de drone, de bouwer van de drone, de leverancier van de software, of een andere partij? Een op afstand bestuurd drone waarbij de bestuurder zich niet in fysieke nabijheid van de drone bevindt krijgt slechts een beperkte hoeveelheid informatie binnen via de drone. Ook hier rijst de vraag rond aansprakelijkheid.

1.4 Aanleiding, doel en scope van het onderzoek

Gezien de ontwikkelingen met betrekking tot varende drones en de mogelijke voordelen, zowel op het gebied van veiligheid, als duurzaamheid voordelen, als ten behoeve van een versterkte concurrentiepositie van Nederland met betrekking tot varende drones wil het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (I&W) de inzet van varende drones faciliteren door passend beleid, onder andere door passende wet- en regelgeving. I&W heeft reeds een juridisch onderzoek laten uitvoeren naar waar Nederlandse wet- en regelgeving en het inzetten van varende drones knelt¹⁶.

¹⁴ Safety shipping review 2018, Allianz (2018)

¹⁵ van den Broek, H. (2017). Techniek is belangrijk, maar het zijn de mensen die het verschil maken.: de relevantie van human factors in maritieme automatisering.

¹⁶ Juridisch Onderzoek Smart Shipping, Prof.dr. Frank Smeele en dr. Frank Stevens (2018)

De huidige stand van de technologie met betrekking tot varende drones is reeds in kaart gebracht in opdracht van (onder andere) het ministerie van Economische Zaken en Klimaat¹⁷. Het huidige onderzoek vormt de schakel tussen deze twee eerdere onderzoeken en de praktijk. Door in kaart te brengen welke barrières in wet- en regelgeving op dit moment door de markt worden ervaren en door werkbare oplossingsrichtingen voor deze barrières te vinden kan tot een concreet en praktisch beleidsadvies worden gekomen wat vervolgens kan worden gebruikt om richting te geven aan het proces voor nieuwe/aangepaste wet- en regelgeving met betrekking tot de inzet van varende drones. Wij baseren ons in dit onderzoek, naast literatuuronderzoek, op stakeholder consultaties¹⁸ die de verschillende combinaties van drone klassen en gebruiksscenario's afdekken.

Scope

De scope van dit onderzoek beperkt zich tot de wet- en regelgeving specifiek voor Nederlandse territoriale wateren en de wetgeving met betrekking tot Nederlandse schepen. Uitgangspunt voor dit onderzoek zijn de kleine drones en middelgrote drones, waarna een doorkijk wordt gegeven naar de toepasbaarheid van de gevonden oplossingsrichtingen naar grote drones. De keuze hiervoor is gebaseerd op de verwachting dat de inzet van drones zich ontwikkelt op volgorde van grootte; kleine drones worden reeds ingezet in de praktijk terwijl middelgrote drones zich al in een vergevorderd stadium bevinden, de structurele inzet van grote drones in de praktijk lijkt daarentegen nog ver weg.

Hoofdvraag en deelvragen

In dit onderzoek vraagt I&W antwoord te geven op de vraag: *Op welke wijze kan de scheepvaart wet- en regelgeving geschikt gemaakt worden en welke beoordelingskaders zijn er nodig voor de (structurele) inzet van varende drones?* I&W geeft te kennen op zoek te zijn naar een advies dat de sector zekerheid kan geven en de markt niet onnodig laat wachten. De kern van het onderzoek is daarmee tweeledig, (1) welke varende drones wenst de markt nu en in de nabije toekomst in te zetten? en (2) welke knelpunten worden ervaren en op basis van welke beoordelingskaders kunnen deze knelpunten worden weggenomen? Dit onderzoek is gebaseerd op een literatuurstudie en uitvoerige stakeholders consultaties¹⁹.

Daarnaast heeft I&W enkele deelvragen (DV) geformuleerd die beantwoord kunnen worden:

DV1: *Hoe kunnen taken, verplichtingen en verantwoordelijkheden die op conventionele schepen bij fysiek aanwezige bemanning liggen, worden ingevuld bij de inzet van een drone?*

DV2: *Over welke competenties/kwalificaties moet op afstand betrokken personeel beschikken?*

DV3: *Wordt geadviseerd om technische eisen op te stellen, zo ja aan welke eisen moet een varende drone voldoen, en op welke wijze kan I&W deze het beste vastleggen?*

DV4: *Zijn voor verschillende type drones (gelet op o.a. toepassing, ontwerp, afmeting en vaargebied) verschillende criteria nodig, zo ja welke?*

¹⁷ Unmanned autonomous (aerial) vehicles for maritime applications (2019), door het Maritiem Kenniscentrum, Ministerie van Defensie, TNO en TU Delft in opdracht van Nederland Maritiem Land en het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

¹⁸ De stakeholder consultaties geschieden op basis van anonimiteit om de stakeholders vrij te kunnen laten spreken, derhalve zijn geen gespreksverslagen bijgehouden. In dit adviesrapport zijn de geconsulteerde stakeholders opzettelijk niet genoemd. De gesproken stakeholders zijn bekend bij de opdrachtgever.

¹⁹ Om de vertrouwelijkheid te borgen zijn er geen gespreksverslagen opgeleverd als onderdeel van deze opdracht. Een lijst met geconsulteerde stakeholders is separaat opgeleverd aan de opdrachtgever en vormt geen onderdeel van dit document zodat de vertrouwelijkheid geborgd is.

2 Huidige landschap met betrekking tot varende drones

In dit hoofdstuk wordt de inzet van varende drones, nu en in de nabije toekomst, beschreven (2.1) en wordt een synopsis gegeven van het eerdere onderzoek naar wet- en regelgeving omtrent Smart Shipping²⁰ (2.2). Daarnaast wordt gekeken naar de ontwikkelingen rond autonoom rijden en rond de inzet van vliegende drones (2.3) aangezien deze ontwikkelingen en technieken raakvlakken hebben met varende drones. De door de markt ervaren barrières in wet- en regelgeving omtrent de inzet van varende drones die zijn geïdentificeerd tijdens de verschillende stakeholder consultaties worden gepresenteerd in 2.4..

2.1 Inzet van varende drones nu en in de toekomst

Om een beeld te krijgen van de inzet van varende drones nu en in de nabije toekomst worden in deze sectie concrete voorbeelden gegeven van de verschillende gebruiksscenario's en de droneklassen, effectief wordt hiermee een concrete invulling van Figuur 1 gegeven. Wij baseren ons op literatuuronderzoek en stakeholder consultaties. De inzet van drones in de (nabije) toekomst laat zich vanzelfsprekend niet exact voorspellen. Wij merken op dat de in deze sectie genoemde inzet van varende drones niet per se limitatief is, maar voldoende dekkend is om het huidige landschap te schetsen.

Consumenten

Kleine drones

De varende drones die worden gebruikt door consumenten lijken op dit moment voornamelijk kleine drones te betreffen. Met op afstand bestuurbare modelvaartuigen²¹ (draadloos) worden ook wedstrijden gevaren. Dit zijn model (zeil)boten die op afstand van enkele tientallen meters (vanaf de wal) bestuurd worden en een wedstrijdparcours van enkele tientallen meters afleggen. Wedstrijden vinden plaats op vijvers en soms op vaarwater dicht bij de wal, gezien het beperkte bereik van de afstandsbediening. De populariteit van deze sport lijkt toe te nemen, maar de totale omvang van de tak van sport blijft naar verwachting ook in de toekomst beperkt. Andere kleine drones die winnen aan populariteit zijn de camera drones, dit kunnen zowel onderwater als boven water drones zijn. De boven water cameradrones worden vaak bestuurd door middel van een draadloze afstandsbediening vergelijkbaar met de modelboten. De onderwater cameradrones zijn ook op afstand bestuurd, maar dan door middel van een bekabelde afstandsbediening²². Onderwater drones zijn doorgaans verkrijgbaar met kabellengtes van tientallen tot enkele honderden meters. Ook zijn hybride systemen beschikbaar waar een draadloze afstandsbediening verbinding legt met een drijvende boei die vervolgens via een kabel aan de onderwater drone verbonden is.

Middelgrote en grote drones

Op dit moment is ons niet bekend dat middelgrote of grote drones worden ingezet door consumenten, ook zijn ons geen concrete plannen bekend dit in de toekomst wel te doen. Enige uitzondering hierop is de draadloze afstandsbediening voor het afmeren van schepen. Deze afstandsbediening is bedoeld om een schip (bijvoorbeeld een pleziervaartuig) in de haven af te meren terwijl de schipper aan boord van het schip is; in de praktijk stapt de schipper geregeld van boord om een beter zicht te hebben op het afmeren. Op dat moment is de natuurlijke persoon verantwoordelijk voor de besturing van het vaartuig niet langer aan boord en is er sprake van een onbemand op afstand bestuurd vaartuig, oftewel een varende drone²³. Daarnaast ligt het voor de hand dat in de toekomst autopilot systemen, ook op pleziervaartuigen, steeds geavanceerder worden en steeds meer handelingen overnemen van de schipper. Echter, er zal dan in de regel nog

²⁰ Juridisch Onderzoek Smart Shipping, prof.dr. Frank Smeele en dr. Frank Stevens (2018)

²¹ Ook bekend als 'RC boot' of 'RC zeilboot'

²² Het is moeilijk om besturingssignalen draadloos (radiografisch) door te sturen onder water aangezien water radiografische signalen slecht doorlaat, in tegenstelling tot lucht dat radiografische signalen goed doorlaat. Ook de overgang van lucht naar water is problematisch. Tonolini, F., & Adib, F. (2018, August). Networking across boundaries: enabling wireless communication through the water-air interface. In *Proceedings of the 2018 Conference of the ACM Special Interest Group on Data Communication* (pp. 117-131). ACM.

²³ Deze afstandsbedieningen hebben een typisch bereik van tientallen meters

steeds een schipper aan boord zijn die verantwoordelijk is voor de besturing en daarmee is er geen sprake van een drone, een drone is immers onbemand.

Transport

Kleine drones

Het ligt niet voor de hand dat kleine drones worden ingezet voor transport van goederen of personen aangezien er voor transport ruimte nodig is om goederen en personen te vervoeren.

Middelgrote en grote drones

Op dit moment worden drones (nog) niet structureel ingezet voor het transport van goederen of personen. Er wordt echter veelvuldig gewerkt aan prototypes²⁴ die uiteindelijk op de lange termijn structureel zouden kunnen worden ingezet. In Noorwegen werkt men bijvoorbeeld aan een autonoom containerschip, de Yara Birkeland (120 TEU)²⁵, dat gepland staat om in 2020 bemand in de vaart te gaan om daarna de bemanning gradueel af te bouwen zodat in 2022 volledig onbemand en autonoom gevaren kan worden. In Finland hebben de eerste experimenten plaatsgevonden met een autonome en op afstand bestuurbare veerboot genaamd de Falco²⁶. Deze veerboot heeft zowel autonoom als op afstand bestuurd gevaren (vanuit een controlekamer op 30 km afstand). De veerboot was tijdens deze experimenten bemand en de bemanning was in staat om op ieder moment de besturing van het schip over te nemen. Hoewel beide schepen dus technisch in staat zijn als een drone te varen zijn zij nog niet als zodanig gebruikt; het grootste knelpunt hierin is de robuustheid van de techniek. Ook op Nederlandse bodem werkt men aan autonoom varen ten behoeve van transport. Onder andere Watertaxi Rotterdam werkt met hun MSTX14 mee aan dataverzameling ten behoeve van autonoom varen²⁷. Ook verschillende andere bedrijven werken aan transport per varende drone, zoals bijvoorbeeld AMS²⁸ dat op den duur mogelijkheden ziet voor varende drones in de Amsterdamse grachten voor onder andere pakketbezorging en afvalinzameling of het Franse Seabubbles²⁹ dat werkt aan een autonome elektrische watertaxi. Wij merken op dat in veel van deze toepassingen een hybride vorm tussen autonoom, op afstand bestuurd, en bestuurd door een schipper denkbaar zijn. Bijvoorbeeld, een schip kan in de haven op afstand worden bestuurd vanuit een controlekamer, waarna het schip zelf autonoom de oceaan over vaart waarna bij aankomst in de andere haven een schipper aan boord gaat om het schip door het drukke verkeer in de haven te loodsen en af te meren.

Onderzoek/onderhoud

Kleine drones

In Nederland worden kleine varende drones ingezet voor onderzoek en onderhoud. Onder water worden bijvoorbeeld (bekabelde) inspectie camera's voor de inspectie van civieltechnische kunstwerken ingezet³⁰. Op deze manier kunnen plekken worden geïnspecteerd die anders moeilijk te bereiken zijn of gevaarlijk zijn voor duikers. Op het water worden op afstand bestuurde (draadloze) drones gebruikt voor inspecties van objecten die anders moeilijk te bereiken zijn³¹. Ook zijn de eerste autonome drones ingezet met Rijkswaterstaat als de beoogde *launching customer*³² ten behoeve van onder andere waterkwaliteitsmetingen of het in kaart brengen van de bodem.

²⁴ Schiaretti, M., Chen, L., & Negenborn, R. R. (2017, October). Survey on autonomous surface vessels: Part II-categorization of 60 prototypes and future applications. In *International Conference on Computational Logistics* (pp. 234-252). Springer, Cham.

²⁵ <https://www.maritime-executive.com/article/shipbuilder-chosen-for-yara-birkeland> (22 oktober 2019)

²⁶ <https://www.rolls-royce.com/media/press-releases/2018/03-12-2018-rr-and-finferries-demonstrate-worlds-first-fully-autonomous-ferry.aspx> (22 oktober 2019)

²⁷ <https://www.watertaxirotterdam.nl/nieuws/artikel/slimme-watertaxi-moet-straks-volledig-autonoom-varen> (22 oktober 2019)

²⁸ <https://www.ams-institute.org/urban-challenges/smart-urban-mobility/roboat/> (22 oktober 2019)

²⁹ <http://www.seabubbles.fr/en/bubble> (22 oktober 2019)

³⁰ <https://www.rps.nl/diensten/kunstwerkenbeheer/rov-onderwaterinspectie/> (22 oktober 2019)

³¹ <https://aquasmartxl.com/our-services/> (22 oktober 2019)

³² <https://smashnederland.nl/cases/zelfvarende-drone-de-ijssel> (22 oktober 2019)

Middelgrote drones

Ook middelgrote drones ten behoeve van onderzoek worden reeds structureel ingezet in de praktijk, hoewel deze drones veelal niet worden ingezet op binnenwateren. De middelgrote onderwater drones bedoeld voor het in kaart brengen van de bodem moeten grote afstanden afleggen en zijn veelal sigaarvormig, zoals bijvoorbeeld de Bluefin drones³³. Omdat de drones grote afstanden moeten afleggen en doordat draadloze besturing van onderwater drones erg lastig is zijn deze drones meestal autonoom. Vergelijkbare drones worden onder andere ingezet door Fugro voor exploratie en het in kaart brengen van de bodem³⁴. Andere middelgrote onderwater drones zijn juist wel bekabeld en zijn niet bedoeld om grote afstanden af te leggen, maar voeren inspecties uit vanaf een moederschip. Dit zijn de zogenaamde 'work-class' ROV's (*Remotely Operated Vehicles*). Deze drones zijn onder andere ingezet tijdens het lek bij de Deep Horizon in 2010³⁵. Ook het in Nederland gevestigde Bluestream beschikt onder andere over deze geavanceerde work-class ROV's³⁶. Deze drones kunnen inspecties uitvoeren en hebben vaak op afstand bestuurd gereedschap aan boord dat kan worden ingezet voor reparatie en onderhoud.

Middelgrote drones worden ook boven water ingezet voor onderzoek. Een vloot van autonome zeilende drones verzamelt klimaatgegevens op de oceanen in opdracht van het Amerikaanse instituut *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA)³⁷. Deze drones zijn een goedkoop en duurzaam alternatief ten opzichte van de onderzoeksschepen die anders deze metingen hadden moeten uitvoeren.

Grote drones

Grote drones worden voor zover bekend niet ingezet voor onderzoek en onderhoud, noch zijn daar plannen voor bekend.

2.2 Eerder onderzoek naar wet- en regelgeving en varende drones

De onderzoekers Prof. Dr. Frank Smeele en Dr. Frank Stevens, beide verbonden aan de Erasmus School of Law, hebben in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat een onderzoek verricht naar de ruimte binnen de huidige juridische kaders voor vergaand geautomatiseerd varen en welke aanpassingen in de huidige juridische kaders nodig zijn om vergaand geautomatiseerd varen mogelijk te maken³⁸. In deze sectie geven wij een samenvatting van het deel van het juridisch onderzoek dat betrekking heeft op de structurele inzet van varende drones. Deze samenvatting heeft zeker niet de diepgang en het detail van het rapport en is slechts bedoeld om de huidige juridische kaders te schetsen.

In hun onderzoek maken de onderzoekers onderscheid tussen drie vormen van geautomatiseerd varen: (1) varen met (sterk) verminderde bemanning, (2) op afstand bestuurd varen, en (3) autonoom varen. In het kader van dit beleidsadvies zijn de door hun gehanteerde definities (2) en (3) van belang aangezien deze definities ook voorzien in eventueel onbemand varen; dus varende drones. De onderzoekers onderscheiden daarnaast twee scenario's: (1) experimenten met betrekking tot vergaand geautomatiseerd varen en (2) een structurele toepassing van vergaand geautomatiseerd varen. De laatste is ook het onderwerp van dit beleidsadvies. Ook splitsen zij het onderzoek op in binnenvaart en zeevaart. De belangrijkste conclusies voor de binnenvaart en scheepvaart worden hieronder kort herhaald.

In het algemeen zijn, voor zowel autonoom als op afstand bestuurd varen, de grootste knelpunten de bemanningsvereisten en taken/plichten die op dit moment bij de schipper en/of de bemanning liggen die in de huidige wet- en regelgeving verondersteld worden zich aan boord van het schip te bevinden.

³³ <https://gdmissonsyste.ms.com/underwater-vehicles/bluefin-robotics> (22 oktober 2019)

³⁴ <https://www.fugro.com/about-fugro/our-expertise/technology/auv-autonomous-underwater-vehicle> (22 oktober 2019)

³⁵ <http://blogs.reuters.com/photographers-blog/2010/09/20/pictures-from-a-mile-deep-ground-zero-of-the-bp-oil-leak/> (22 oktober 2019)

³⁶ <https://www.bluestreamoffshore.com/site/services/rov.html> (22 oktober 2019)

³⁷ <https://www.sciencemaq.org/news/2018/03/fleet-sailboat-drones-could-monitor-climate-change-s-effect-oceans> (22 oktober 2019)

³⁸ Juridisch Onderzoek Smart Shipping (2018)

Binnenvaart

Met betrekking tot de binnenvaart bieden de huidige juridische kaders voor de structurele inzet van vergaand geautomatiseerde schepen enige ruimte doordat de Binnenvaartwet reeds de mogelijkheid biedt om vrijstelling van regels te verlenen voor gedefinieerde of nog te definiëren categorieën van schepen. De onderzoekers suggereren dat de concrete uitwerking van deze categorieën en vrijstellingen in grote mate zal afhangen van ervaring die worden opgedaan door experimenten met vergaand geautomatiseerd varen. De onderzoekers bevelen aan om in de Scheepvaartverkeerswet een algemene vrijstellings-, resp. ontheffingsmogelijkheid op te nemen. Zij merken op dat deze wijziging niet in strijd lijkt te zijn met enige verdragsverplichting van Nederland, maar niettemin bevelen zij aan andere betrokken staten te informeren over de wijziging. Ook bevelen zij aan om te bepalen dat verplichtingen die nu bij de schipper rusten bij de scheepseigenaar rusten indien er geen kapitein maar aan boord van het schip is, of dat deze verplichtingen komen te liggen bij degene die het schip op afstand bestuurd.

Zeevaart

De onderzoekers merken op dat noch de Schepenwet, noch de Wet Zeevarenden een definitie van het begrip 'schip' geven. Ook merken zij op dat het SOLAS verdrag niet definieert wat een schip is. Zij stellen dat derhalve een normale en redelijke interpretatie aan de term 'schip' moet worden gegeven. Ook merken zij op dat voor oorlogsschepen afwijkende regels kunnen gelden. De onderzoekers stellen dat Nederlandse zeeschepen een bemanningsplan dienen te hebben conform het van overheidswege goedgekeurde bemanningsplan. Zij zien ruimte binnen de huidige juridische kaders om dit plan vast te stellen op nul (0) bemanningsleden mits het schip veilig kan opereren. Zij merken op dat de Wet zeevarenden wel een bemanning aan boord veronderstelt. De onderzoekers bevelen aan om in de Schepenwet of onderliggende regelgeving, zoals het Schepenbesluit 2004, bepalingen die verplichtingen dan wel verantwoordelijkheden van de kapitein bevatten, aan te vullen met een zinsnede die de verplichtingen neerleggen bij een andere partij zoals de scheepseigenaar om te verduidelijken op wie deze verplichtingen rusten bij een op afstand bestuurd of een autonoom varend schip. De Nederlandse regelgeving inzake technische vereisten voor zeeschepen is in zeer grote mate gebaseerd op internationale regels. Diverse technische eisen gaan expliciet of impliciet uit van een bemand schip en vormen daarmee een belemmering voor bemande schepen. Voor verschillende technische vereisten zijn ontheffingen of vrijstellingen mogelijk: het SOLAS verdrag geeft de bevoegde overheid de mogelijkheid om ontheffing te verlenen van bepaalde voorschriften en voorziet in de mogelijkheid om functioneel gelijkwaardige systemen toe te laten. Ook de Schepenwet voorziet de Minister in de mogelijkheid om ontheffing of vrijstelling te verlenen, indien nodig gekoppeld aan voorschriften of beperkingen. Het Schepenbesluit 2004 biedt de mogelijkheid om gelijkwaardige voorzieningen te erkennen. Ook ten behoeve van de zeevaart, in relatie tot de territoriale zee, bevelen de onderzoekers aan een algemene bevoegdheid tot het verlenen van vrijstelling/ontheffing op te nemen met betrekking tot specifieke bepalingen op het vlak van de verkeersreglementering.

Zoals blijkt uit het Juridisch Onderzoek Smart Shipping bieden de huidige juridische kaders reeds enige ruimte voor het toestaan van varende drones via ontheffingen of vrijstellingen. In de huidige studie bekijken wij de behoefte van de marktpartijen en onderzoeken wij de vraag in hoeverre de huidige juridische kaders, die veelal ruimte bieden aan varende drones via ontheffingen of vrijstellingen, afdoende zijn en of een aanvulling of wijziging in wet- en regelgeving nodig is; bijvoorbeeld door het expliciet erkennen van op afstand bestuurde of autonoom varende onbemande vaartuigen in wet- en regelgeving.

2.3 Autonoom rijden en vliegende drones

In het kader van dit onderzoek is het nuttig om te kijken naar wat door de overheid is ingericht aan wet- en regelgeving op het gebied van autonoom rijden en op het gebied van vliegende drones aangezien beide raakvlakken hebben met (autonoom) varende drones.

Vliegende drones

Vliegende drones zijn breed beschikbaar en worden ook veelvuldig gebruikt, zowel recreatief als beroepsmatig. In de wet- en regelgeving voor vliegende drones wordt onderscheid gemaakt tussen recreatief³⁹ en beroepsmatig⁴⁰ gebruik. Waar beroepsmatig gebruik is samen te vatten als het gebruik van een vliegende drone met de intentie daar geld mee te verdienen⁴¹.

Recreatief gebruik

Recreatief gebruik van vliegende drones is geregeld in de 'regeling modelvliegen'. Er zijn ruimtelijke beperkingen voor het gebruik van deze drones. Er geldt bijvoorbeeld een vliegverbod in de buurt van vliegvelden en boven aaneengesloten bebouwing of mensenmenigten. Daarnaast geldt een maximale massa (25 kg), een maximum vlieghoogte, en moet de drone in het zicht blijven van de bestuurder van de drone. Verder is het verboden te vliegen in het donker en moet een drone altijd voorrang verlenen aan alle andere luchtvaartuigen. Aan de bestuurder van de drone worden verder geen eisen gesteld; ook niet qua certificering of qua leeftijd.

Beroepsmatig gebruik

De 'regeling modelvliegen' heeft expliciet betrekking op recreatief gebruik⁴². De wet- en regelgeving voor vliegende drones voor beroepsmatig gebruik is vastgelegd in de 'regeling op afstand bestuurd luchtvaartuigen'. De wet- en regelgeving met betrekking tot vliegende drones voor beroepsmatig gebruik is een stuk uitgebreider dan de wet- en regelgeving voor recreatief gebruik. Drones voor beroepsmatig gebruik worden gezien als op afstand bestuurd luchtvaartuigen, en daarmee lijkt autonoom vliegen direct uitgesloten. Voor het besturen van een beroepsmatige drone heeft de piloot een vliegbrevet nodig (RPA-L), moet de piloot een medische keuring ondergaan en moet de piloot ouder zijn dan 18 jaar. Ook moet een bewijs van luchtwaardigheid voor de te gebruiken drone worden afgegeven door de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT). De organisaties die met een drone (RPAS) vluchten willen uitvoeren tegen vergoeding, moeten in het bezit zijn van een ROC of een ROC-light (drones van maximaal 4 kg).

De maximale massa van zakelijke drones is 150 kg en de beroepsmatige drones zijn ook gebonden aan gebiedsbeperkingen, hoewel de minister op aanvraag bijzondere bevoegd verklaringen kan afgeven voor de besturing van drones⁴³. Drone bestuurders moeten een logboek bijhouden en zorgen voor de aanwezigheid van verschillende documentatie zoals het bewijs van bevoegdheid (RPA-L), de geluidverklaring en het eerdergenoemde ROC dan wel ROC-light. Het beroepsmatige gebruik van drones is daarmee strenger gereguleerd dan recreatief gebruik.

Europese regelgeving medio 2020

De verwachting is dat 1 juli 2020 de regelgeving in Nederland met betrekking tot drones wordt vervangen door een Europese regelgeving⁴⁴. In de regels voor drones met een laag risico, de open categorie waarin onder andere vereist is dat de drone maximaal 25 kg is, wordt geen onderscheid meer gemaakt tussen recreatief en beroepsmatig gebruik. Alle drone-operators worden verplicht zich te registreren in een online systeem⁴⁵ en voor drones met een massa van meer dan 250 gram geldt de verplichting om enige vorm van training/toetsing te doorlopen. Voor de lichtste drones is dit een online training en kennistoets, voor de zwaardere drones tot 25 kg is dit een theorie en/of praktijktoets⁴⁶ bij een erkend instituut. Ook worden verschillende klassen drones gedefinieerd met bijbehorende technische eisen, zoals het voeren van een uniek serienummer, een maximaal gewicht, maximale afmeting, maximale geluidsproductie en de verplichting tot geofencing en geo-awareness.

³⁹ Regeling modelvliegen

⁴⁰ Regeling op afstand bestuurd luchtvaartuigen

⁴¹ <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/drone/zakelijk-gebruik-drone> (29-10-2019)

⁴² Regeling modelvliegen – Artikel 1 – modelluchtvaartuig: luchtvaartuig, niet in staat een mens te dragen, en uitsluitend gebruikt voor luchtvaartvertoning, recreatie of sport.

⁴³ Afhankelijk van bepaalde operaties

⁴⁴ Op basis van de Europese regelgeving wordt het in beginsel mogelijk om, onder strikte voorwaarden, autonome vluchten uit te voeren.

⁴⁵ indien zij een drone bezitten met een maximale startmassa van meer dan 250 gram of indien de drone beschikt over een camera of microfoon. Voor piloten op afstand die drones besturen met een massa van meer dan 250 gram geldt de verplichting om enige vorm van training/toetsing te doorlopen.

⁴⁶ naast de hiervoor genoemde training en toets, een praktische zelfopleiding en een aanvullende theorietoets

Uitgangspunt voor deze Europese regelgeving is een 'risk-based' methodiek; geef ruimte waar ruimte gegeven kan worden.

Autonoom rijden

Op dit moment is het mogelijk om zelfrijdende voertuigen te testen op de openbare weg. Het RDW kan een ontheffing verlenen nadat het RDW heeft bepaald of het veilig is om de gewenste test uit te voeren. Echter, van de structurele inzet van onbemande autonoom rijdende of op afstand bestuurde voertuigen op de openbare weg is op dit moment geen sprake. Moderne auto's hebben vaak wel 'autonome' systemen aan boord die een deel van de handelingen van de bestuurder overnemen, van cruise control tot het automatisch wisselen van rijbaan. De bestuurder van het voertuig blijft echter verantwoordelijk en dient te allen tijde zijn aandacht bij de weg te houden. In het geval van een falend systeem kan de producent verantwoordelijk gehouden worden. In het geval van experimenten met autonoom rijdende auto's waarvoor ontheffing is aangevraagd bij het RDW ligt de verantwoordelijkheid bij de testrijder als hij de auto zelf bestuurd, en bij de producent als het systeem niet goed werkt⁴⁷. Wij merken op dat volledig autonome voertuigen, die passagiers van deur tot deur brengen en niet gelimiteerd zijn tot snelwegen of bepaalde specifieke gecontroleerde omgevingen, nog verre toekomst lijken^{48,49}.

2.4 Inzichten opgedaan vanuit de markt

In het kader van dit onderzoek zijn marktpartijen geconsulteerd voor de in hoofdstuk 1 geïdentificeerde combinaties van droneformaten (groot, middelgroot en klein) en gebruiksscenario's (consumenten, transport en onderzoek/onderhoud). In deze sectie worden de belangrijkste inzichten die zijn opgedaan tijdens deze gesprekken beschreven; daarmee is deze sectie niet limitatief. Het blijkt dat er geen concrete behoefte vanuit de markt is om de inzet van grote varende drones door beleid te faciliteren. Daarentegen is er wel degelijk behoefte om kleine en middelgrote drones in te (blijven) zetten in de praktijk.

Grote drones

Hoewel verschillende knelpunten zijn geïdentificeerd in het Juridisch Onderzoek Smart Shipping die met name betrekking hebben op grote drones, blijkt dit in de praktijk geen knelpunt te zijn. Op basis van stakeholderconsultaties blijkt dat de techniek voor autonoom en/of op afstand bestuurd varen zonder enige bemanning voor grote schepen nog verre toekomst is. De techniek is verre van voldoende ontwikkeld, de omgeving is niet ingericht voor onbemande vaart, en de use- en business cases voor onbemand varende drones zijn beperkt.

Hoewel er grote stappen worden gezet in de techniek is autonoom varen voor grote schepen nog erg ver weg. Voor autonoom varen moet eerst omgevingsbewustzijn worden gecreëerd door het achtereenvolgens (1) verzamelen en (2) interpreteren van omgevingsdata. Vervolgens (3) neemt de software een besluit tot welke actie moet worden uitgevoerd aan de hand van de geïnterpreteerde omgevingsdata en (4) wordt deze actie automatisch uitgevoerd (4). Ontwikkelingen en verbeteringen van sensoren zoals bijvoorbeeld camera's, LIDAR, radar, inertia sensoren en GPS zorgen voor een verbeterde dataverzameling. Data wordt doorgaans geïnterpreteerd met behulp van AI. Ondanks dat AI een sterke ontwikkeling doormaakt blijft vooral de robuustheid van AI onduidelijk en een punt van zorg en aandacht. De vraag of en wanneer AI ver genoeg kan worden ontwikkeld om stap (1) en (2) aantoonbaar robuust uit te voeren blijft vooralsnog onbeantwoord. De auto industrie toont aan dat ondanks miljardeninvesteringen het robuust herkennen van een situatie uitermate lastig blijft en dat ook de aantoonbaarheid hiervan lastig is⁵⁰. Ook voor het plannen van een actie, stap (3), ontbreken robuuste algoritmes. Bijvoorbeeld, de regels ter voorkoming van aanvaringen op zee (COLREGS) geven een kwalitatieve beschrijving die voor gebruik door een computersysteem kwantitatief moeten worden gemaakt. Hoewel hier de eerste stappen in zijn gezet

⁴⁷ <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/mobiliteit-nu-en-in-de-toekomst/vraag-en-antwoord/aansprakelijk-bij-ongeluk-met-zelfrijdende-auto> (29-10-2019)

⁴⁸ <https://www.volkskrant.nl/economie/visioen-van-zelfrijdende-auto-is-voorlopiq-verdampt~b5794dcf/> (5-11-2019)

⁴⁹ <https://www.economist.com/leaders/2019/10/10/driverless-cars-are-stuck-in-a-jam> (8-11-2019)

⁵⁰ Swarting, W., Alonso-Mora, J., & Rus, D. (2018). Planning and decision-making for autonomous vehicles. *Annual Review of Control, Robotics, and Autonomous Systems*.

is de verwachting dat dit nog vele jaren, zo niet decennia duurt, voordat deze algoritmes in hun volledigheid zijn gedefinieerd en aantoonbaar robuust zijn.

Tussenconclusie 1.1: de techniek blijkt onvoldoende ontwikkeld voor de inzet van grote drones.

Grote scheepvaart gaat gepaard met communicatie met andere schepen, maar ook met communicatie naar bijvoorbeeld havens, sluizen, en andere infrastructuur. Ook in het geval van autonoom of op afstand bestuurbaar varen moet deze communicatie feilloos zijn. Op dit moment geschiedt communicatie op bemande schepen veelal via marifoon en AIS. Een autonoom schip zou in ieder geval de marifoon autonoom moeten kunnen bedienen om te kunnen communiceren met bemande schepen die geen uitrusting hebben buiten de nu geldende vereisten; of via software of via menselijk ingrijpen. Een alternatief is dat een vervangend communicatiemiddel wordt ingevoerd, dat vereist is voor alle schepen, en communicatie tussen varende drones en andere schepen mogelijk maakt. Ook moeten alle boodschappen van andere schepen kunnen worden geïnterpreteerd. Op dit moment is de techniek niet ver genoeg gevorderd om de communicatie per marifoon over te nemen. Daarnaast heeft de recreatievaart op de binnenwateren vaak helemaal geen zend- of ontvangstapparatuur aan boord waardoor autonome schepen een inschatting moeten maken van de intentie van recreatievaart, zij kunnen dit immers niet proactief communiceren. Voor autonome schepen is het nuttig om data te delen met andere schepen en zo (voorgenomen) handelingen met andere schepen af te stemmen. Hier zijn echter (nog) geen universele digitale protocollen voor beschikbaar. Op afstand bestuurbare schepen en autonome schepen hebben robuuste draadloze connectiviteit nodig om menselijk ingrijpen mogelijk te maken. Om de bestuurder op afstand bewust te maken van de omgeving waarin het schip zich bevindt wordt het overdragen van duidelijke camerabeelden noodzakelijk geacht. Deze overdracht gaat gepaard met vereisten aan bandbreedte aan de verbinding die op volle zee via satelliet zal verlopen en daarmee kostbaar is. Ook is op de Nederlandse binnenwateren niet overal en altijd volledige dekking van het mobiele netwerk waardoor ook daar moet worden teruggevallen op satelliet. Om deze verbindingen robuust genoeg te maken en zo menselijk ingrijpen ten alle tijden mogelijk te maken, zijn er nog aanzienlijke ontwikkelingen en investeringen nodig.

Tussenconclusie 1.2: de communicatie van en naar autonome of op afstand bestuurde schepen blijkt onvoldoende ontwikkelt voor de inzet van grote drones.

Zelfs als alle bovenstaande punten worden geadresseerd zal door de lange gebruiksperiode van een groot schip decennialang sprake zijn van de aanwezigheid van zowel bemande als onbemande schepen op hetzelfde vaarwater met een sterk uiteenlopend uitrustingsniveau. Dit geldt zowel voor de zeevaart als voor de binnenvaart.

Tussenconclusie 1.3: schepen hebben een sterk uiteenlopend niveau van uitrusting.

In tegenstelling tot op het land waarop in Nederland strikte regels gelden van waar je wel en niet mag rijden, lopen en fietsen, gelden op het water relatief weinig regels en wordt voor veilig verkeer op het water een grote verantwoordelijkheid⁵¹ gelegd bij de vaarwatergebruikers. Iedereen wordt verwacht zijn verantwoordelijkheid te nemen wat in zowel de regels voor de binnenvaart als de zeevaart wordt samengevat met het begrip 'goede zeemanschap'⁵². Het aanbrengen van meer structuur op de vaarwateren zou zowel het op afstand besturen als het autonoom varen vereenvoudigen. Daarnaast kunnen ook havens, sluizen, bruggen en andere infrastructuur zo worden ingericht dat ze gemakkelijker zijn te gebruiken voor autonome en op afstand bestuurbare schepen; denk bijvoorbeeld aan het plaatsen van sensoren in een kade die een schip kunnen begeleiden bij het afmeren.

Tussenconclusie 1.4: drones zijn gebaat bij een 'slimme' infrastructuur die kan ondersteunen bij het robuust veilig inzetten van grote drones.

Hoewel onbemand varen leidt tot minder personeelskosten is voor veel grote schepen de inzet van bemanning nog altijd gewenst; ook al zou de mogelijkheid tot onbemand varen (technisch en juridisch) mogelijk zijn. In de zeevaart wordt een groot deel van het onderhoud tijdens de vaart gedaan en dit onderhoud uitvoeren in de haven zou uitermate kostbaar zijn. Om dit te voorkomen

⁵¹ In beginsel de verantwoordelijkheid voor het naleven van de regels, regels die zich vooral richten op veiligheid, van schip en opvarenden en uiteraard de andere vaarweg gebruikers.

⁵² Bijvoorbeeld, Binnenvaartpolitierglement Artikel 1.04

zouden machinekamers robuust genoeg moeten worden uitgevoerd, er kan immers niet iemand van de bemanning naar de machinekamer. Het robuust maken van de machinekamer kan extra kosten met zich mee kan brengen, bijvoorbeeld door de installatie van systemen voor *predictive maintenance* en het redundant uitvoeren van de belangrijkste systemen. Hoe groter het schip hoe kleiner het aandeel personeelskosten als deel van de totale kosten. Dit leidt er toe dat er op dit moment geen use- en business case is voor grote varende drones (dus *onbemand* varen) en dat deze ook in de toekomst niet evident is.

Tussenconclusie 1.5: er is geen use- en business case voor grote varende drones.

Op basis van de stakeholder consultaties en de literatuurstudie concluderen wij dat er sprake is van:

- onvoldoende ontwikkelde en robuuste techniek,
- onvoldoende communicatiemogelijkheden,
- uiteenlopende niveaus van de uitrusting van schepen
- het ontbreken van een use- en business cases,
- grote risico's die grote schepen met zich meebrengen door hun doorgaans grote massa, beperkte manoeuvreerbaarheid en lange remweg,

Hierdoor zullen er op dit moment, en in de komende tien jaar, geen grote varende drones structureel worden ingezet.

Conclusie 1: *nu en in de komende tien jaar worden er geen grote varende drones structureel ingezet.*

Daardoor is het ook niet nodig om door middel van beleid de structurele inzet van grote varende drones te faciliteren. Desalniettemin wordt door de markt aangegeven dat er wel degelijk behoefte is aan het uitvoeren van experimenten met varende drones. Onder andere via de Beleidsregel experimenten vergaand geautomatiseerd varen rijksvaarwegen is het mogelijk (onder voorwaarden) experimenten ten behoeve van autonoom en op afstand bestuurd varen uit te voeren. Door verschillende partijen worden deze experimenten bestempeld als stip aan de horizon, waarbij gedurende de experimenten (deel)systemen worden getest die bepaalde taken overnemen van de schipper of kapitein. De schepen zijn tijdens deze experimenten bemand en dus geen varende drones. Dit betreft maatwerk aangezien de risico's voor experimenten verschillen per experiment. Dit maatwerk kan worden geboden door bijvoorbeeld onder aanvullende voorwaarden, zoals onder andere het verschaffen van een veiligheidsplan, een ontheffingsmogelijkheid in te stellen voor zaken als de vereiste bemanning, vereiste uitrusting, en voor de verplichting dat de schipper zich aan boord bevindt. De systemen die worden getest tijdens dergelijke experimenten zijn niet uitsluitend in te zetten voor autonoom varen, maar kunnen ook gebruikt worden om de veiligheid van bemande schepen te verbeteren; bijvoorbeeld door het gebruik van geavanceerde sensoren die 's nachts een beter beeld geven van de situatie rond een schip dan dat een schipper dat met zijn eigen zintuigen kan. Door de inzet van hulpsystemen aan boord zou in sommige gevallen de bemanning aan boord kunnen worden gereduceerd, de taken zijn immers makkelijker te verrichten. Voorwaarde hiervoor is dat het hulpsysteem op een aantoonbaar robuuste manier de taken en verplichtingen van het deel van de te reduceren bemanning kan overnemen. Ook wordt door de markt geopperd dat sommige veiligheidssystemen kunnen worden vervangen door een digitaal equivalent. Neem als voorbeeld de verplichting tot het varen met radar bij mist; zou het signaal van een nauwkeurige radar op de kant niet digitaal kunnen worden doorgegeven aan schepen in dat gebied, zodat zij zelf geen radar meer nodig hebben? Ook hier geldt de voorwaarde dat deze substitutie op een aantoonbaar robuuste manier de functie van het te vervangen veiligheidssysteem moet kunnen overnemen. Het aantonen van de robuustheid van een systeem als vervanging van een veiligheidssysteem of ten behoeve van het reduceren van de bemanning kan, door de sector zelf, bijvoorbeeld gedaan worden door een diepgaande risicoanalyse/veiligheidsanalyse waarin niet alleen aandacht is voor de technische robuustheid van het systeem, maar juist ook voor de functionele robuustheid; wat kan een systeem in welke situatie aantoonbaar wel en niet, en welke risico's zijn hier aan verbonden. Aan de hand daarvan kunnen eventueel (aanvullende) risico mitigerende maatregelen of andere (aanvullende) protocollen worden opgesteld, door de daartoe door het ministerie aangewezen instanties. Als een dergelijk systeem aantoonbaar veilig en aantoonbaar robuust is bevonden kan het systeem erkend of gecertificeerd worden als systeem en zo voldoen aan de technische vereisten zoals bepaald in wet- en regelgeving. Alle vigerende technische eisen dienen na te worden gegaan in relatie tot drones, echter hiervoor is niet direct urgentie en hiermee kan worden gewacht tot de eerste drones

die aan deze technische eisen dienen te voldoen zich aandienen (niet verwacht binnen de komende 10 jaren). Er moet geen onderscheid worden gemaakt in de technische eisen tussen drones en andere schepen, er moet worden gehandeld vanuit de reden waarom de technische eis is gesteld. Als dit voor bijvoorbeeld het veilig manoeuvreren van het schip is dan geldt dit ook voor een drone, als dit is voor de comfort of veiligheid van de bemanning dan lijkt dit in eerste instantie niet relevant voor drones, echter dient men ook rekening te houden met het mogelijk moeten enteren van een drone.

Aanbeveling 1: *houd de mogelijkheden voor experimenten ten behoeve van afstand bestuurd en autonoom varen open, en verruim de mogelijkheden voor experimenten met varende drones.*

Aanbeveling 2: *onderzoek of door de toepassing van bepaalde (digitale) systemen de bemanning aan boord van sommige schepen gereduceerd kan worden en bied waar mogelijk ruimte.*

Aanbeveling 3: *onderzoek of bepaalde (digitale) systemen een alternatief zijn voor de huidige veiligheidssystemen.*

Tijdens de stakeholder consultaties werd duidelijk dat de inzet van grote varende drones op dit moment en in de nabije toekomst geen reëel scenario is. Zowel de inzet van op afstand bestuurd als autonome grote varende drones kennen (grote) technische barrières waardoor er geen noodzaak is voor het faciliteren van een structurele inzet van deze grote drones door middel van passend beleid.

De overheid anticipeert met dit onderzoek op de inzet van varende drones. Toekomstige ontwikkelingen met betrekking tot varende (autonome) drones, met name in de zeevaart, zullen gebaat zijn bij internationaal erkende wet- en regelgeving omtrent dit onderwerp. Denk aan technische eisen aan varende drones, maar ook aan afspraken rond verantwoordelijkheid en aansprakelijkheid in het geval van ongelukken. De overheid zorgt dat zij deze ontwikkelingen blijft volgen zoals zij nu al doet en zorgt dat zij waar nodig proactief handelt zodat Nederland voorop blijft lopen en niet achterop raakt.

Aanbeveling 4: *de overheid blijft betrokken bij internationale ontwikkelingen op het gebied van varende drones en zorgt dat Nederland voorop blijft lopen en niet achterop raakt.*

Kleine en middelgrote drones

Verschillende van de geconsulteerde stakeholders gebruiken op dit moment in de praktijk kleine en middelgrote varende drones voor onderhoud en inspectie. Zowel boven water drones, als onderwater drones en zowel bekabelde als niet-bekabelde varende drones. In alle gevallen wordt de varende drone op afstand bestuurd of kan de bestuurder van de varende drone op ieder moment ingrijpen en de drone stilleggen en vervolgens de besturing overnemen of de drone uit het water halen. Verschillende drones kunnen een automatisch vaarprogramma volgen, maar een menselijke bestuurder kijkt ten alle tijden mee en kan zoals gezegd ingrijpen indien nodig. Daarom classificeren wij deze drones als op afstand bestuurd, ook al zijn sommige van deze varende drones automatisch varende. Consumenten gebruiken kleine op afstand bestuurd drones (vaak modelzeilbootjes) voor het varen van wedstrijden waarbij de bestuurder van de drone op enkele tientallen meters van de drone fysiek aanwezig is.

Tussenconclusie 2.1: kleine en middelgrote op afstand bestuurd drones worden op dit moment ingezet in de praktijk.

Deze drones variëren in lengte van 50 centimeter tot enkele meters, en vallen qua lengte in de categorie kleine schepen. Qua massa variëren zij van enkele kilogrammen tot (enkele) honderden kilogrammen. De drones zijn mechanisch aangedreven (meestal elektrisch) en de vaarsnelheid van deze drones ligt doorgaans op enkele meters per seconde en ligt daarmee onder de grens van 20 km/u en vallen daarmee qua snelheid niet in de categorie 'snelle motorboot'. Hiermee zou volgens bijvoorbeeld het Binnenvaartpolitiereglement de enige vereiste aan de bestuurder van het schip een minimum leeftijd van 16 jaar zijn. Verscheidene drones zijn kleiner dan 7 meter en kunnen niet harder dan 13 km/u ten opzichte van het water en zouden daarmee qua formaat en snelheid in de categorie kleine open motorschepen vallen die mogen worden bestuurd door personen vanaf 12 jaar. Gezien het ontbreken van eisen in wet- en regelgeving aan de bestuurder voor dit formaat vaartuigen (buiten een leeftijdsgrens) kan gesteld worden dat op basis van vigerende wet- en

regelgeving ook het risico van het gebruik van deze varende drones ten gevolge van hun afmetingen en maximale snelheid als laag wordt ingeschat.

Tussenconclusie 2.2: qua afmetingen en snelheid vormen de in de praktijk gebruikte kleine en middelgrote varende drones een laag risico

De varende drones die op dit moment in de praktijk worden gebruikt worden veelal binnen zichtafstand van de bestuurder van de drone gebruikt. Dit betekent dat de bestuurder van de drone deze zoveel mogelijk in het zicht heeft. Echter, varende drones worden veelvuldig gebruikt voor de inspectie van moeilijk bereikbare plekken, onder en bovenwater, waarbij de bestuurder van de drone de drone niet altijd in het zicht kan houden, maar de drone in 'fysieke nabijheid' van de bestuurder blijft. Dit lijkt qua afstand op de *Visual Line of Sight* (VLOS) zoals gebruikt in wet- en regelgeving voor vliegende drones. Echter, doordat de varende drone niet letterlijk in het zicht blijft van de bestuurder spreken wij van de fysieke nabijheid op zo'n manier dat de bestuurder fysiek omgevingsbewust (FOB) is van in welke omgeving de drone zich bevindt. Aanvullend heeft de bestuurder van de drone doormiddel van een videosignaal dat wordt doorgegeven vanaf de drone aan de bestuurder een gedetailleerd beeld van waar de drone zich bevindt. De verbinding tussen drone en bestuurder is bij onderwater drones doorgaans bekabeld via een directe kabel, en voor boven water drones draadloos via de 2.4 GHz of 5 GHz frequentie (de frequentieruimte waar ook Wi-Fi gebruik van maakt). Enkele alternatieven zijn verbindingen via het mobiele netwerk of via satelliet. Deze alternatieve verbindingen bieden de mogelijkheid de afstand tussen bestuurder en drone significant te vergroten. Hierdoor is de bestuurder zich niet fysiek omgevingsbewust; de bestuurder is niet in de fysieke nabijheid van de drone om de situatie in te schatten, maar is omgevingsbewust op afstand (OBA). In het geval dat de bestuurder OBA is kan de bestuurder bij het wegvallen van de verbinding niet langer een inschatting maken van situatie waarin de drone zich bevindt en is de bestuurder niet langer omgevingsbewust, wat een voorwaarde is voor veilig varen.

Tussenconclusie 2.3: varende drones worden doorgaans in de directe nabijheid van de bestuurder gebruikt zodat de bestuurder fysiek omgevingsbewust (FOB) is

In de praktijk ervaren verschillende partijen verschillende barrières in wet- en regelgeving. Doordat varende drones niet expliciet worden erkent in wet- en regelgeving hebben zij een onduidelijke positie. Hierdoor komt het voor dat eenzelfde vaarwegbeheerder de ene partij wel toestemming geeft om varende drones in te zetten en de andere partij niet. Het aanvragen van een ontheffing wordt ervaren als tijdrovend werk en staat spoedklussen in de weg aangezien de procedures vaak enkele weken in beslag nemen. De precieze motivatie of gedachtegang die ten grondslag ligt aan een uiteindelijke beslissing is inconsistent tussen vaarwegbeheerders en soms zelfs binnen vaarwegbeheerders. In de praktijk dient soms toestemming te worden gevraagd aan de bevoegd vaarwegbeheerder, inclusief documentatie van de veiligheidsprotocollen en soms volstaat een eenvoudige melding aan de vaarwegbeheerder. Deze onduidelijkheid leidt er toe dat partijen varende drones niet inzetten; ook al vormt de inzet van varende drones een veiliger alternatief voor de inzet van duikers en hoeft de vaarweg niet gestremd te worden ten behoeve van de inzet van duikers, wat ook het overige vaarverkeer ten goede komt. Verschillende marktpartijen zien de vraag naar de inzet van varende drones groeien. Enerzijds als veilig alternatief voor duikers en anderzijds doordat varende drones inspecties en metingen kunnen verrichten met geavanceerde apparatuur die lastig kan worden ingezet met behulp van duikers, bijvoorbeeld het gedetailleerd in kaart brengen van de rivierbodem.

Tussenconclusie 2.4: onduidelijke wet- en regelgeving leidt ogenschijnlijk tot willekeur naar partijen in de markt en ontmoedigt de inzet van varende drones, terwijl de behoefte naar de inzet van varende drones stijgt

Gezien in de praktijk de drones opereren in de directe nabijheid van de bestuurder waarbij de bestuurder zich fysiek bewust is van de omgeving (FOB) waarin de drone zich bevindt blijkt de inzet van varende drones in de praktijk van laag risico te zijn. Ook zijn varende drones veelal kostbare vaartuigen waardoor de bestuurder ook intrinsiek gemotiveerd is om eventuele schade ten gevolge van een aanvaring te voorkomen.

Conclusie 2: de inzet van varende drones blijkt in de praktijk weinig risico met zich mee te brengen

In de toekomst wensen verschillende marktpartijen varende drones in te zetten met een grotere afstand tussen bestuurder en drone, bijvoorbeeld door middel van besturing vanuit een controlecentrum ergens op de kant zonder dat de drone in de directe nabijheid van de bestuurder is en waar de bestuurder door het doorgeven van sensordata en camerabeelden omgevingsbewust op afstand (OBA) is. Op dit moment wordt daartoe enige mogelijkheid geboden via Beleidsregel experimenten vergaand geautomatiseerd varen rijksvaarwegen. Op dit moment lijkt de techniek niet ver genoeg ontwikkelt om tot een robuust veilige structurele inzet te komen. Meer experimenten zijn dan ook wenselijk, zie aanbeveling 1. Ook de kleine OBA en volledig autonome drones zullen onder de experimenteer beleidsregel moeten blijven vallen, gezien de nog onvoldoende robuuste veiligheid van de bediening. In de aanvraag voor het doen van experimenten en of het maken van uitzonderingen is het aan te bevelen om ruimhartig om te gaan met aanvragen voor dergelijke kleine drones.

Aanbeveling 5: *faciliteer op afstand bestuurd varende drones die worden ingezet in de directe nabijheid van de bestuurder (FOB).*

3 Handelingsperspectief

In dit hoofdstuk worden handelingsperspectieven geboden om de door de markt ervaren knelpunten in wet- en regelgeving met betrekking tot de inzet van varende drones weg te nemen. Zoals uit de stakeholder consultaties en de literatuurstudie blijkt is de inzet van grote drones nu en in de nabije toekomst niet aan de orde. De wet- en regelgeving wordt wel als knelpunt ervaren met betrekking tot de inzet van kleine en middelgrote drones. Dit knelpunt moet worden weggenomen zodat deze drones in de praktijk makkelijker kunnen worden ingezet, bijvoorbeeld als veilig alternatief voor duikers of voor inspectietaken die anders niet kunnen worden uitgevoerd. In dit hoofdstuk worden geen voorstellen voor letterlijk over te nemen wetteksten gegeven en dit hoofdstuk heeft ook niet als doel een diepgaand en sluitend juridisch advies te geven. Het doel van dit hoofdstuk is om oplossingsrichtingen te bieden voor de ervaren knelpunten. De grootste knelpunten blijken (1) de onduidelijkheid van huidige wetgeving met betrekking tot varende drones en (2) de verplichting van de schipper/kapitein om zich aan boord van het vaartuig te bevinden.

3.1 Uitgangspunten voor het wijzigen van wet- en regelgeving

Varende drones zijn volgens de definitie in het burgerlijkwetboek⁵³ schepen. Aangezien varende drones vaak worden ingezet op vaarwateren vormen zij ook daadwerkelijk een onderdeel van het verkeer op de vaarwateren. Derhalve is het verstandig om varende drones expliciet te erkennen in wet- en regelgeving. De vigerende wet- en regelgeving leggen een groot deel van de verantwoordelijkheid voor een veilige vaart bij de schipper/kapitein van het schip. In het algemeen is er voor de Nederlandse vaarwateren nauwelijks sprake van gebiedsbeperkingen en zijn kleine schepen veelal vrijgesteld van de verschillende (technische) eisen. Ook hoeven schippers (afhankelijk van het vaartuig) niet altijd in het bezit te zijn van een vaarbewijs. Afhankelijk van het type schip gelden er leeftijdseisen aan de schipper, bijvoorbeeld geldt een minimum leeftijd van 12 jaar voor het besturen van een klein open motorschip dat niet harder kan varen dan 13 km/u en dat een lengte heeft van minder dan 7 meter. Een van de belangrijkste vaarregels is het 'goede zeemanschap', dat ook geldt voor de Nederlandse binnenwateren, zoals onder andere beschreven in het BPR⁵⁴. Wijzigingen in wet- en regelgeving om varende drones te faciliteren moeten aansluiten bij het vigerend beleid waar de schipper verwacht wordt zijn verantwoordelijkheid te nemen.

Wijzigingen in de wet- en regelgeving zijn bij voorkeur minimaal invasief en sluiten bij voorkeur nauw aan bij bestaande wet- en regelgeving zodat er geen parallelle wet- en regelgeving ontstaat die kan leiden tot onduidelijkheden. Dit betekent bijvoorbeeld ook dat waar mogelijk wordt aangesloten bij huidige technische eisen en verplichtingen tot certificering. Verder worden wet- en regelgeving bij voorkeur doorgevoerd in lagere wetgeving. De beperkte grootte van de varende drones die nu en in de nabije toekomst structureel worden ingezet (kleine en middelgrote drones) leidt er toe dat deze varende drones in de categorie kleine schepen vallen (met een lengte van minder dan 20 meter). Aangezien de huidige drones doorgaans geen passagiers vervoeren en zich op de drone ook geen werkinstallatie bevindt zijn zij doorgaans ook niet verplicht tot certificering en zijn zij gezien hun beperkte afmetingen en maximum vaarsnelheid vrijgesteld van de verplichting tot een certificaat van onderzoek; een verplichting die wel geldt voor schepen met een lengte van ten minste 20 meter, of met een product van lengte, breedte en diepgang van ten minste 100 m³, of schepen van een specifieke categorie (zoals sleepboten)⁵⁵. Wel gelden voor pleziervaartuigen specifieke producteisen vanaf een lengte van 2,5 meter⁵⁶. De Scheepvaartverkeerswet is uitgewerkt in verschillende reglementen ⁵⁷, te weten het Binnenvaartpolitiereglement (BPR), Rijnvaartpolitiereglement (RPR), scheepvaartreglement Westerschelde (SRW), scheepvaartreglement Eemsmonding (SRE), scheepvaartreglement Gemeenschappelijke Maas

⁵³ Burgerlijk Wetboek Boek 8, Artikel 1, lid 1: In dit wetboek worden onder schepen verstaan alle zaken, geen luchtvaartuig zijnde, die blijkens hun constructie bestemd zijn om te drijven en drijven of hebben gedreven.

⁵⁴ Binnenvaartpolitiereglement Artikel 1.04 Voorzorgsmaatregelen: De schipper moet, ook bij ontbreken van uitdrukkelijke voorschriften in dit reglement, alle voorzorgsmaatregelen nemen die volgens goede zeemanschap of door de omstandigheden waarin het schip of het samenstel zich bevindt zijn geboden, teneinde met name te voorkomen dat: het leven van personen in gevaar wordt gebracht; schade wordt veroorzaakt aan andere schepen of aan drijvende voorwerpen, dan wel aan oevers of aan werken en inrichtingen van welke aard ook die zich in de vaarweg of op de oevers daarvan bevinden; de veiligheid of het vlotte verloop van de scheepvaart in gevaar wordt gebracht.

⁵⁵ Binnenvaartbesluit, Artikel 6.

⁵⁶ Wet pleziervaartuigen 2016, Artikel 1.

⁵⁷ Niet alle regelingen zijn eenzijdig door Nederland zelf aan te passen, maar alleen in samenwerking met andere landen, zoals het RPR.

(SRGM), en scheepvaartreglement voor het kanaal van Gent naar Terneuzen (SRKGT) en het scheepvaartreglement Territoriale Zee (STZ). Het is aan te raden om varende drones in ieder geval te definiëren in het BPR en RPR omdat deze wetgeving moet worden aangepast voor de inzet van varende drones. Ook is het aan te raden om het begrip varende drone te definiëren in het SRGM aangezien deze een verplichting tot uitrusting bevat voor kleine schepen waarvan varende drones wellicht kunnen worden uitgezonderd.

Aanbeveling 6: *Definieer varende drones expliciet in de reglementen waarin de Scheepvaartverkeerswet verder is uitgewerkt.*

3.2 Definitie van een varende drone

Om de wet- en regelgeving rondom varende drones te verduidelijken is het aan te bevelen varende drones expliciet te definiëren, bijvoorbeeld in het BPR onder Artikel 1.01. *Betekenis van enkele uitdrukkingen A. Typen schepen.* De definitie van een varende drone zou iets zoals het volgende kunnen zijn:

Varende drone: een schip dat onbemand is en is gebouwd, of in het bijzonder geschikt is, om te worden bestuurd anders dan door een schipper die zich aan boord van het schip bevindt. Dit kan bijvoorbeeld besturing door een bestuurder op afstand zijn of besturing door middel van een automatisch systeem.

Door in de definitie te stellen dat varende drones alle schepen zijn die (1) onbemand zijn en (2) niet worden bestuurd door een schipper die aan boord is, worden zowel op afstand bestuurd drones als autonome drones in scope meegenomen. Hoewel op dit moment de markt alleen behoefte heeft om op afstand bestuurd varende drones mogelijk te maken is het aan te bevelen in de definitie van een varende drone al rekening te houden met een toekomstig scenario waarin autonome drones wellicht wel een plek moeten krijgen in wet- en regelgeving.

3.3 De bestuurder van de varende drone is de schipper/kapitein

In de huidige wet- en regelgeving draagt de schipper/kapitein een groot deel van de verantwoordelijkheid. De wijziging in wet- en regelgeving om varende drones te faciliteren moet hierbij aansluiten. Dit kan door te stellen dat de bestuurder van de varende drone de schipper is met alle daaruit voortvloeiende taken en verplichtingen. Echter, in het BPR en RPR wordt de schipper expliciet de verplichting opgelegd aan boord van het schip te zijn; wat onverenigbaar is met het besturen van een varende drone. Dit knelpunt kan worden opgelost door in het BPR en RPR⁵⁸ in Artikel 1.02. lid 4 een uitzondering op te nemen specifiek voor op afstand bestuurd varende drones, met als voorwaarde dat de schipper/kapitein van een varende drone zich fysiek omgevingsbewust (FOB) is van de situatie waarin de drone zich bevindt. Dit betekent dat de schipper van de varende drone zich in ieder geval in de fysieke nabijheid bevindt van de drone en zich ook zonder technische hulpmiddelen bewust is van de situatie waarin de drone zich bevindt. Doordat de schipper zich fysiek omgevingsbewust (FOB) is van de situatie waarin de drone zich bevindt, ook wanneer de verbinding met de drone wegvalt, kan de schipper van de drone in het geval van een calamiteit alarmeren en ook informeren over de huidige situatie. Als de schipper niet FOB is maar opereert op basis van omgevingsbewustzijn op afstand (OBA) kan de schipper bij het wegvallen van de verbinding met de drone het overige vaarverkeer en/of de relevante instanties niet informeren over de huidige situatie. Dit kan leiden tot gevaarlijke situaties.

Aanbeveling 7: *de bestuurder van de varende drone is de schipper van de varende drone*

Een uitzondering op Artikel 1.02 lid 4 die toestaat dat de schipper van een varende drone niet aan boord is maar in de fysieke nabijheid van de drone is zou iets zoals het volgende kunnen zijn:

De schipper moet tijdens de vaart aan boord zijn; de schipper van een drijvend werktuig moet tevens aan boord zijn, wanneer het werktuig in bedrijf is.

In afwijking van het eerder in dit lid genoemde hoeft de schipper niet aan boord te zijn van het vaartuig wanneer het vaartuig een op afstand bestuurd varende drone betreft. In welk geval de schipper de bestuurder van de varende drone is en zich in de fysieke nabijheid van de drone moet

⁵⁸ Niet alle regelingen zijn eenzijdig door Nederland zelf aan te passen, maar alleen in samenwerking met andere landen, zoals het RPR.

bevinden zodat de schipper zich fysiek omgevingsbewust is van de situatie waarin de drone zich bevindt. Dit geldt:

- a) tijdens de vaart van de varende drone;*
- b) wanneer de varende drone een drijvend werktuig betreft, wanneer het werktuig in bedrijf is.*

Door deze wijziging worden alleen op afstand bestuurbare drones toegestaan. Doordat de bestuurder van de drone de schipper is moet de bestuurder van de drone de vaarregels naleven. Onderdeel hiervan is ook 'goede zeemanschap'. Op basis van 'goede zeemanschap' zijn wij van mening dat een op afstand bestuurd drone niet geschikt is voor personenvervoer aangezien de schipper bijvoorbeeld in het geval van een 'man over boord'-situatie niet adequaat kan ingrijpen. Ook de inzet van varende drones op andere manieren die grotere risico's met zich meebrengen, zoals het vervoer van gevaarlijke stoffen, achten wij niet zondermeer verenigbaar met 'goede zeemanschap'. Het is de vraag of dit expliciet moet worden gemaakt in wet- en regelgeving aangezien dit ook impliciet gedekt wordt in bijvoorbeeld Artikel 1.04 Voorzorgsmaatregelen van het BPR. Wij merken op dat niet in alle genoemde scheepvaartreglementen expliciet genoemd wordt dat de schipper verplicht is aan boord te zijn. Echter, wij interpreteren de wettekst zo, dat wel impliciet verondersteld wordt dat de schipper aan boord is; de wettekst lijkt geschreven onder de aanname dat de schipper aan boord is. Daarom bevelen wij aan om een expliciete uitzondering hierop, zoals de voorgestelde wijziging van 1.02 lid 4 van het BPR, ook op te nemen in de andere genoemde reglementen.

Aanbeveling 8: maak een uitzondering voor de verplichte aanwezigheid van de schipper aan boord van het vaartuig in het geval dat het vaartuig een varende drone betreft

Door de schipper te verplichten dat hij de varende drone FOB bestuurt worden toepassingen met OBA besturing in de basis uitgesloten. Gezien de risico's die met OBA besturing kunnen ontstaan in het geval van technisch falen (bijvoorbeeld het uitvallen van de verbinding) achten wij deze uitsluiting in de basis ook wenselijk. De schipper is dan niet langer in staat om ander scheepvaart verkeer te alarmeren of een inschatting te maken van de situatie. Echter, wanneer het bijvoorbeeld kleine varende drones betreft die in een relatief gecontroleerde omgeving opereren, bijvoorbeeld op rustig en overzichtelijk vaarwater, is het voorstelbaar dat het risico nog steeds laag is. In dat geval zouden de risico's van OBA operatie kunnen opwegen tegen bijvoorbeeld onveilige of vervuilende alternatieven; dit is echter situatie afhankelijk en niet te vatten in algemene wet- en regelgeving. Om toch dit maatwerk te faciliteren zou een ontheffingsbevoegdheid voor de bevoegd vaarwegbeheerder kunnen worden opgenomen om OBA operatie onder aanvullende voorwaarden mogelijk te maken. Nu kost het aanvragen van een ontheffing volgens de stakeholders vaak veel tijd, kijk daarom hoe dit vereenvoudigd kan worden, bijvoorbeeld voor drones met een specifieke functie en formaat. Aanvullende voorwaarden kunnen nodig zijn om aantoonbaar robuust veilig te kunnen varen. Voorwaarden kunnen bijvoorbeeld zijn: het formuleren van een veiligheidsplan, een aantoonbaar robuuste verbinding tussen bestuurder en drone, aantoonbaar robuust uitgevoerde andere kritische systemen, het binnen een bepaalde tijd kunnen bereiken van de drone in het geval van een calamiteit, borging van communicatie met overig vaarverkeer, etc. Deze ontheffingsbevoegdheid kan in de reglementen worden opgenomen in hetzelfde artikel dat FOB besturing toestaat, maar kan ook worden gerealiseerd in hogere wetgeving, het gaat hierbij specifiek om het onbemand varen, iets wat in de huidige ontheffingsregelingen nog niet is toegestaan.

3.4 Varende drones volgen de geldende regels voor schepen

Hoewel varende drones in de praktijk al het overige vaarverkeer uit de weg gaan en zorgen dat het overige vaarverkeer geen hinder ondervindt valt een varende drone door het erkennen van een varende drone als schip ook onder de geldende vaarregels voor schepen. Gezien de bestuurder van de drone de schipper is en daarmee alle daaruit voortvloeiende taken, verantwoordelijkheden en verplichtingen heeft, zal de schipper moeten zorgen dat hij conform de geldende wet- en regelgeving handelt. Dit betekent ook dat de varende drone wanneer deze professioneel gebruikt wordt voorrang heeft op bijvoorbeeld pleziervaart. Echter, doordat sommige drones zo klein zijn dat redelijkerwijs niet kan worden verwacht dat ze op tijd worden gezien door grote schepen getuigd het onzes inziens van goede zeemanschap om ondanks de geldende vaarregels de varende drone zo te gebruiken dat aanvaringen en hinder wordt voorkomen en op tijd afstand te nemen van overig scheepvaartverkeer.

Ook ten aanzien van de eisen aan degene die een varende drone FOB stuurt, bevelen wij aan geen aanvullende eisen naast de reeds geldende eisen voor het sturen van een schip, zoals bijvoorbeeld geldende leeftijdseisen of vereiste vaarbevoegdheden. De motivatie hiervoor is dat een schipper nu

ook verondersteld wordt bij machte te zijn het schip waarover hij het gezag voert te kunnen besturen, waardoor gesteld kan worden dat er sprake is van eenzelfde veiligheidsniveau.

Aanbeveling 9: *een varende drone en zijn schipper volgen de geldende regels gelijk een schip en zijn schipper tenzij expliciet uitgezonderd.*

3.5 Geen expliciet onderscheid in het formaat van drones

Wij bevelen aan om de technische eisen voor varende drones aan te laten sluiten bij de technische eisen voor andere schepen. Hiermee is het dan ook niet noodzakelijk om limieten te stellen aan het formaat van varende drones, deze limieten zijn immers al van kracht voor alle schepen die niet zijn uitgezonderd. Dit betekent in de praktijk dat kleine- en middelgrote drones zullen zijn vrijgesteld van technische eisen, maar dat grotere drones (vallend onder de categorie 'grote schepen') boven de 20 meter of met een specifieke functie wel gekeurd moeten worden. Ondanks dat wij in hoofdstuk 1 opmerken dat een aanvaring tussen een varende drone van het formaat 'sloep', ernstige gevolgen kan hebben voor kwetsbare vaarwatergebruikers zoals roeiers of zwemmers bevelen wij voor varende drones geen aanvullende eisen aan ten opzichte van de geldende regels voor schepen. Door aan te sluiten bij vigerend beleid wordt een gelijkwaardig veiligheidsniveau gerealiseerd en moeten varende drones op eenzelfde wijze voldoen aan de verplichting tot certificering en geldende technische specificaties.

Aanbeveling 10: *hanteer voor varende drones dezelfde limieten in afmetingen voor de certificaat verplichting als voor schepen.*

Voor deze certificering zullen technische eisen specifiek voor varende drones moeten worden geformuleerd afhankelijk van het formaat van de drone. Zolang dit niet gebeurt zullen varende drones groter dan 20 meter worden gecertificeerd volgens de voor schepen geldende regels, en daarmee in de praktijk niet worden goedgekeurd. Echter, bij een dergelijk formaat drone kan de schipper 'goede zeemanschap' niet waarmaken waardoor de verwachting is dat dit slechts een theoretische situatie is. In het geval dat varende drones aan technische eisen moeten voldoen is het aan te bevelen om zoveel mogelijk te blijven bij de technische eisen voor schepen, en deze eisen voor varende drones zodanig aan te passen dat de varende drone aantoonbaar robuust en veilig is. Dit kan niet sec op basis van de huidige wettekst. Voorbeeld: artikel 2.02a lid 1a uit het scheepvaartreglement voor de Gemeenschappelijke Maas stelt onder andere dat een klein schip moet zijn uitgerust met een of meer pagaaien of roeispanten. Op het eerste gezicht lijkt een dergelijke bepaling voor een varende drone overbodig; er is immers geen bemanning aan boord om de roeispaan te gebruiken. Echter, de achterliggende gedachte voor deze verplichting kan zijn dat er een redundante voortstuwing is vereist (roeien) in het geval dat de voortstuwing van het schip uitvalt. Aangezien deze vereiste alleen is opgenomen in het SRGM kan de risico inschatting voor specifiek het gebied waar dit reglement van toepassing is extra risicovol zijn, bijvoorbeeld door de aanwezigheid van een sterke stroming of intensief vaarverkeer in het toepassingsgebied. Als dit het geval is zou een varende drone wellicht ook aan aanvullende eisen moeten voldoen ten aanzien van de betrouwbaarheid/redundantie van de voortstuwing. Het is van belang om de gedachte achter de technische eisen voor schepen te vertalen naar een toepasselijke eis voor varende drones. Bijvoorbeeld, eisen die specifiek de veiligheid en het comfort van de bemanning moeten waarborgen lijken in hun geheel geschrapt te kunnen worden. Toch kan ook over deze eisen niet zomaar heen worden gestapt, denk bijvoorbeeld aan een bepaalde hoeveelheid ventilatie; hoewel er geen bemanning aan boord is kan dit toch nodig zijn wanneer een monteur aan boord moet komen.

Aanbeveling 11: *technische eisen aan varende drones moeten niet worden afgeleid van de huidige technische eisen aan schepen maar van de gedachte achter deze eisen.*

Wanneer wordt aangenomen dat de huidige technische eisen voor schepen zijn geformuleerd op basis van risico, zou een vergelijkbare invalshoek om de benodigde technische eisen voor varende drones te formuleren een uitgebreide risicoanalyse kunnen zijn. Deze risicoanalyse zou kunnen beginnen met een risico 'driver tree'. Deze risicoboom maakt inzichtelijk welke risico's op hoog niveau aanwezig zijn (bijvoorbeeld: vastlopen van een schip) en welke risico drivers dit veroorzaken: de diepgang van het schip en de diepte van het water. Als de risico's in kaart zijn gebracht kan worden bepaald naar welke mitigerende maatregelen als voldoende worden beschouwd, er zal altijd een bepaalde mate van risico aanwezig zijn; een dergelijke risico gebaseerde aanpak heeft als doel om risico's voldoende te mitigeren, maar waar mogelijk ruimte te bieden. Een analyse van de benodigde technische specificaties voor varende drones ligt buiten de reikwijdte van dit onderzoek,

maar voor de hand liggende punten zijn de manoeuvreerbaarheid, de betrouwbaarheid/redundantie van kritische systemen zoals de voortstuwing en verbinding met de bestuurder, en het reduceren van vereisten specifiek voor de veiligheid en het comfort van de bemanning.

3.6 Aanvullende regels in lokale bepalingen

De behoefte voor aanvullende bepalingen rond de inzet van varende drones kan sterk afhankelijk zijn van de locatie, net zoals nu het gebruik van onder andere waterscooters vaak lokaal is gereguleerd. Bijvoorbeeld, in een haven kan behoefte zijn om op de hoogte te blijven van iedere inzet van varende drones door middel van een opgelegde meldplicht, terwijl op andere vaarwegen deze behoefte er niet is en een meldplicht alleen zou worden gezien als een administratieve last. Daarom bevelen wij aan om aanvullende maatregelen of bepalingen naar behoefte van de vaarwegbeheerder op te nemen in lokale bepalingen, zoals bijvoorbeeld in een havenbeheersverordening. Hierdoor hebben de bevoegd vaarwegbeheerders zelf invloed op de voorwaarden voor het inzetten van varende drones.

Aanbeveling 12: laat eventuele aanvullende bepalingen, zoals bijvoorbeeld een meldplicht bij de inzet van een varende drone, over aan de lokale vaarwegbeheerders.

Deloitte.

Deloitte refers to one or more of Deloitte Touche Tohmatsu Limited, a UK private company limited by guarantee (“DTTL”), its network of member firms, and their related entities. DTTL and each of its member firms are legally separate and independent entities. DTTL (also referred to as “Deloitte Global”) does not provide services to clients. Please see www.deloitte.nl/about for a more detailed description of DTTL and its member firms.

Deloitte provides audit, consulting, financial advisory, risk management, tax and related services to public and private clients spanning multiple industries. Deloitte serves four out of five Fortune Global 500® companies through a globally connected network of member firms in more than 150 countries bringing world-class capabilities, insights, and high-quality service to address clients’ most complex business challenges. To learn more about how Deloitte’s approximately 225,000 professionals make an impact that matters, please connect with us on Facebook, LinkedIn, or Twitter.

This communication contains general information only, and none of Deloitte Touche Tohmatsu Limited, its member firms, or their related entities (collectively, the “Deloitte Network”) is, by means of this communication, rendering professional advice or services. Before making any decision or taking any action that may affect your finances or your business, you should consult a qualified professional adviser. No entity in the Deloitte Network shall be responsible for any loss whatsoever sustained by any person who relies on this communication.

© 2019 Deloitte Netherlands