



SMASH!

Nederlands Forum Smart Shipping

Syllabus Smart Shipping

Introductie in de wereld van verregaand geautomatiseerde scheepvaart

Patrick Potgraven en Jelmer de Lange



Contact en informatie

Nederlands Forum Smart Shipping | SMASH!

Contact info@smashnederland.nl

Informatie <https://www.smashnederland.nl>

Auteurs Patrick Potgraven en Jelmer de Lange

Datum 1 september 2022

Afbeelding op voorzijde: Demonstratie van Roboat in Amsterdam op 28 oktober 2021. Foto van Patrick Potgraven.

Inhoud

Inleiding	5
Geen doel maar middel	7
Meer vracht met minder mensen	7
Mate van automatisering	13
De indeling volgens de IMO	13
De indeling van de CCR	15
Mate van interactie	17
Introductiewijzen	18
Geleidelijke automatisering	18
Abrupt geïmplementeerde automatisering	20
Autonoom of op afstand bediend varen	22
Shore control centers	23
Samen sterk	24
Geautomatiseerd en conventioneel, zeevaart en binnenvaart	25
Human Machine Interface	26
Aansprakelijkheid wanneer het mis gaat	28
Samenwerking binnen het Nederlands Forum voor Smart Shipping	29
Regelgeving	31
Mogelijk maken van smart shipping	31
Beperken van ongewenste effecten	32
Zelfregulering	33
Internationaal perspectief	35
Internationale Maritieme Organisatie (IMO)	35
Centrale Commissie voor de Rijnvaart	36

Nieuwe technologie, oude wereld?	37
Een digitale schipper of kapitein	37
Digitalisering van de vaarwgomgeving	38
Media & Literatuur	40



Inleiding

Steeds meer technologie doet haar intreden in de scheepvaart. Dat is niet nieuw: ook in de afgelopen eeuwen zijn er steeds nieuwe werkmethoden ontwikkeld en ingevoerd. Navigeren op de zon en sterren werd navigeren op een magnetisch kompas met papieren kaarten, inmiddels gebruiken we satellieten voor onze plaatsbepaling in een digitale kaart. Andere voorbeelden zijn communicatie-instrumenten of automatisering en digitalisering van de scheepsbesturing.

De stand van de techniek zorgt er voor dat de ontwikkelingen op het gebied van automatisering in de scheepvaart nu erg snel gaan. Onder smart shipping verstaan we grotendeels geautomatiseerd varen. Smart shipping beperkt zich tot de nautische taken aan boord waaronder navigatie, routeplanning, communicatie en aansturing van het schip. Uiteraard kunnen ook andere processen aan boord verder worden geautomatiseerd. Denk daarbij aan het laad- en losproces.

Wanneer een smart schip zonder inmenging van een mens kan varen, wordt ook wel van autonoom varen gesproken. Autonoom varen is niet hetzelfde als varen zonder bemanning: er kan bemanning aan boord zijn bij een autonoom varend schip. Ook onbemand varen is niet altijd gelijk aan autonoom varen: een menselijke operator kan op afstand het schip volledig besturen zonder dat er sprake is van geautomatiseerde vaart.

Autonoom varen in een afgebakende omgeving lijkt technisch haalbaar, autonoom varen onder alle omstandigheden en op alle vaarwegen lijkt vooralsnog ver weg. Slimme “comfort-systemen” die de bemanning aan boord ondersteunen, vergelijkbaar met *Automated Lane Keeping Systems of Adaptive Cruise Control* in het wegverkeer, worden op dit moment in de scheepvaart toegepast. Met name de Track Controle Assistent voor binnenvaartschepen ontwikkelt zich tot een slimme auto-pilot die de stap naar autonoom varen kleiner maakt.

In elk geval voorlopig is het nog nodig om ook schepen die (deels) zelfstandig varen door mensen te laten monitoren. Deze moeten kunnen ingrijpen zodra dreigt dat de automatisering van een schip een situatie niet meer juist te kunnen afhandelen. Dat kan door mensen aan boord, of personeel dat zich in een zogenaamd shore control center bevindt. In het shore control center staan één of meer nagebouwde schepbruggen van waaruit de walkapitein navigatietaken uitvoert.

Deze syllabus is voor het eerst uitgebracht in 2021 en bedoeld als introductie in de wereld van smart shipping. Voor u ligt een bijgewerkte versie, waarin zowel de informatie is aangepast aan de laatste ontwikkelingen als ook enkele onderwerpen zijn toegevoegd of verdiept.



Smart shipping is echter een onderwerp dat constant in ontwikkeling is. Dat betekent dat de informatie in deze syllabus dus in enkele jaren sterk kan verouderen. Bovendien is het heel goed mogelijk dat de beschreven inzichten niet door alle betrokkenen (geheel) worden gedeeld.

September 2022,

Rotterdam, Patrick Potgraven

Utrecht, Jelmer de Lange



Figuur 1: Op 20 april 2021 vond op het IJsselmeer een experiment met een op afstand bestuurd schip van Rijkswaterstaat plaats



Geen doel maar middel

Het (verder) automatiseren van het navigatieproces is vanzelfsprekend geen doel op zich. Toepassing van deze techniek stelt de scheepeigenaar of reder, de logistieke keten of de maatschappij in staat om specifieke doelen te bereiken. Het vergroten van de veiligheid in scheepvaart, het meer duurzaam of zelfs emissieloos varen, of het verminderen van transportkosten zijn opbrengsten waarvan de logistieke keten en de maatschappij profiteert.

Voor overheden is de komst van smart shipping een middel om te komen tot een hogere veiligheid, tot een betere duurzaamheid én de concurrentiekracht van de sector te versterken. Veel ongevallen hebben een menselijke oorzaak, direct of indirect (wanneer een mens maatregelen had moeten treffen om het incident te beteugelen). Door meer te automatiseren kan een deel daarvan worden voorkomen. Bovendien ligt het voor de hand dat bij een schip met een kleinere bemanning het risico op ongevallen met menselijke slachtoffers ook kleiner is.

Smart shipping stelt schepen in staat om duurzamer te varen. Denk daarbij aan het nauwkeurig varen met minder roeruitslag, het zo varen dat er voldoende kielspeling is (in ondiep water wordt meer brandstof gebruikt) en ook slow steaming. In dat laatste geval wordt met zo'n snelheid gevaren dat exact op het juiste moment een haven, burg of sluis wordt aangedaan. Dat kost minder brandstof dan met een hogere snelheid daar naartoe varen om vervolgens te wachten tot gebruik gemaakt kan worden van de haven, de doorvaartbrug of de sluis.

Meer vracht met minder mensen

De Europese Commissie heeft in 2020 in haar zogenaamde 'Green Deal' aangekondigd te streven naar een vergroting van het aandeel van de vracht die per binnenvaart wordt vervoerd: met 25 procent in 2030 en 50 procent in 2050¹. Dat moet helpen om de uitstoot van broeikasgassen door transport in de komende dertig jaar met 90 procent te verminderen.

¹ https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12438-Strategie-voor-duurzame-en-slimme-mobiliteit_nl



Tegelijk wordt geschat dat met name in de binnenvaart de komende 10 jaar veel arbeidskrachten gaan uitstromen door natuurlijk verloop. Schattingen geven aan dat tot 2030 tenminste 50% van de schippers de pensioenleeftijd bereikt, waarvan maar de helft wordt aangevuld met nieuwe toetreders. Het inzetten van buitenlandse arbeidskrachten, iets dat nu al zeer regelmatig gebeurt, is omwille van taalproblemen en verschillen in opleidingsniveau niet altijd ideaal.



Figuur 2: Vincent Wegener van Captain AI demonstreert zijn oplossing aan een schipper op een watertaxi in Rotterdam.

Smart Shipping kan een belangrijke rol spelen via:

1. **Het verhogen van de arbeidsproductiviteit.** Voorzien wordt dat door het automatiseren van taken op termijn met minder mensen kan worden gevaren. Hierdoor is er minder arbeid nodig per vervoerd gewicht. Zeker wanneer het mogelijk wordt om op termijn autonoom en zonder mensen aan boord te varen, heeft dat effect op de arbeidsproductiviteit.
2. **Het verbeteren van de arbeidsomstandigheden en de aantrekkelijkheid van het werk.** Door hulpsystemen wordt het verrichten van arbeid aan boord aantrekkelijker. Denk daarbij aan systemen die taken overnemen die minder plezierig zijn. En door het mogelijk te maken om een deel van de benodigde arbeid op afstand te doen, bijvoorbeeld bij een (deels) op afstand bestuurd schip, hoeft een deel van de arbeidskrachten niet langer aan boord te zijn. Dat maakt het mogelijk om als schipper te varen en toch 'gewoon' thuis te wonen. Smart shipping kan dus als gevolg hebben dat schepen met minder personeel aan boord gaan varen.
3. **Het minder complex maken van de navigatietask.** Denk hierbij aan de eerder genoemde hulpsystemen, of aan systemen die het mogelijk maken om veilig te varen als je de taal van het land waarin je vaart niet machtig bent. Zo kunnen minder ervaren bemanningen of bemanningen uit het buitenland veilig worden ingezet.



Het moeilijk kunnen vinden van bemanningsleden is, zeker met een overspannen arbeidsmarkt, ook heden ten dage al heel lastig en verklaart ook de aanhoudende interesse vanuit de maritieme sector in smart shipping.



Figuur 3: Scheepvaart ontlast de drukke Nederlandse wegen. Hier vaart een containerschip onder de Van Brienenoordburg bij Rotterdam

In short sea en binnenvaart kan smart shipping helpen om vracht van concurrerende en meer milieubelastende modaliteiten, zoals vervoer per vrachtwagen, naar vervoer per schip te verplaatsen. Deze modal shift draagt bij aan een grotere duurzaamheid. Bij vervoer per vrachtwagen wordt anno 2018 circa 2,5 keer meer co₂ uitgestoten dan wanneer dezelfde lading per binnenvaartschip wordt vervoerd.

Van belang is te beseffen dat de impact van smart shipping per deelsector verschilt. Onderscheiden worden de deelsectoren in tabel 1, per sector is aangegeven welke impact wordt verwacht.



Tabel 1 deelsectoren en de verwachte impact die smart shipping zal gaan hebben

Deep Sea	De personeelskosten ten opzichte van de totale operationele kosten zijn op zeegaande schepen beperkt. Niet alleen zijn de personeelskosten beperkt ten opzichte van de totale operationele kosten, een belangrijk deel van de bemanning speelt een rol in het onderhoud van het schip. Met name de oliegestookte aandrijving is zeer arbeidsintensief. Dat betekent dat het verminderen van de personeelskosten door automatisering van de nautische taken nu maar in heel beperkte mate mogelijk is. Bijdragen van smart shipping worden vooral verwacht ten aanzien van de veiligheid en de duurzaamheid, waarbij deze systeem vooral het personeel in de navigatie ondersteunen.
Short Sea	Uit onderzoek blijkt dat niet zozeer het navigatieproces, maar veeleer het los- en laadproces maatgevend is voor het personeelsplan in short sea-schepen. Dit kan per type schip verschillen. Bijdragen van smart shipping worden voorlopig dan ook met name verwacht ten aanzien van de veiligheid en de duurzaamheid, waarbij deze systemen vooral het personeel in de navigatie ondersteunen. Het Noorse Samskip heeft aangekondigd vanaf 2025 een op afstand bestuurt containerschip tussen Rotterdam en Noorwegen te willen laten varen ² .
Binnenvaart	Circa 35% van de operationele kosten betreft de bemanning. Het besparen op de bemanning, door met een bemanningslid minder te varen of door meer vaaruren per week te kunnen varen met dezelfde bemanning, zijn doelen voor de middellange termijn. Ook een verbetering van de duurzaamheid en de veiligheid spelen een rol bij de implementatie van smart shipping. De sociaaleconomische structuur van de binnenvaart, waarbij veel schepen worden bevaren door (veelal wat oudere) schipper-eigenaren met beperkte investeringsmogelijkheden zijn wel een hindernis voor een spoedige brede implementatie.
Specials	Bijzondere schepen die gebouwd zijn voor specifieke doeleinden, bijvoorbeeld veerponten, sleepboten, vissersschepen of inspectievaartuigen. Automatisering kan deze schepen kostenefficiënter maken, ook de taak van het vaartuig kan efficiënter, veiliger of duurzamer uitgevoerd worden als personeel aan boord niet langer een voorwaarde is.

² <https://splash247.com/samskip-and-ocean-infinity-press-ahead-with-remotely-operated-hydrogen-fuelled-containership-project/>



Ten aanzien van de laatste categorie geldt dat de werkzaamheden die deze schepen verrichten vaak worden aangeduid met 'Dirty, Dull or Dangerous'. Denk aan brandweer-blusboden of schepen waarmee metingen worden uitgevoerd. Onbemande en op afstand bediende of zelf (grotendeels) autonoom werkende vaartuigen hebben als voordeel dat mensen niet blootgesteld hoeven te worden aan saaie, vieze of zelfs gevaarlijke omstandigheden. Bij inspecties in de offshore-industrie kunnen kleine onbemande schepen grotere bemande schepen vervangen. Dat levert op dat wanneer windturbines of olie-gasplatforms op zee worden aangevaren deze door de beperkte massa van dat onbemande scheepje niet zullen beschadigen, in tegenstelling tot een aanvaring met een groot offshore inspectievaartuig.



Figuur 4: De Wasteshark van RAN Marine is een varende drone die rommel op het water kan verzamelen.

Belangrijke kanttekening voor alle in tabel 1 genoemde sectoren is, dat hierbij vooral wordt gedacht vanuit de bestaande sectoren. Er kunnen echter ook geheel nieuwe vervoersconcepten over water ontstaan: niet als evolutie van bestaande schepen maar vanuit geheel andere sectoren. Denk daarbij aan onbemande en geheel zelfstandig varende kleine schepen die grondstoffen, halffabricaten en eindproducten tussen fabrieken vervoeren, als ware het een enorme 'lopende band'. Of kleine schepen die in konvooi met elkaar opvaren, om als een zwerm insecten op het laatste deel van de reis uitwaaien en via kleine vaarwegen hun vracht afleveren. Binnen het project Novimar³ is onderzoek gedaan naar een zogenaamde Vesseltrain waarbij een leadship automatisch wordt gevolgd door minder bemande schepen.

³ Zie: <https://novimar.eu/concept/>



Figuur 5: De Zulu 2 van Blue Line Logistics uit Vlaanderen is een voorbeeld van zo'n nieuw concept. Het schip kan door één bemanningslid worden bevaren, dat bemanningslid slaapt gewoon thuis. Voor het laden en lossen is nauwelijks infrastructuur aan de wal kant nodig.



Mate van automatisering

Zowel vanuit de zeevaart als de binnenvaart is de behoefte onderkend om de mate van automatisering te kunnen bepalen. Tegelijk geeft het een vooruitblik naar steeds verdergaande automatisering, wellicht zelfs naar geheel zelfstandig varende schepen aan toe.

De IMO en de CCR hanteren elke hun eigen automatiseringsindeling voor respectievelijk zeevaart en Rijnvaart. Daarnaast kan de gebruikte techniek ook worden beschouwd aan de hand van de interactie tussen de schepen (en eventueel de verkeersbegeleiding).



Figuur 6: De Seazip 3 en de Willem Barentz tijdens proeven met autonoom varen voor de kust bij Den Helder in het voorjaar van 2019. De proef was onderdeel van het Joint Industry Project Autonoom Varen.

De indeling volgens de IMO

De Internationale Maritieme Organisatie spreekt over Maritime Autonomous Surface Ships, om daarmee duidelijk te maken dat de gemaakte afspraken geen betrekking hebben op onderzeeboten.

Er worden vier niveaus van autonomie onderscheiden, deze zijn opgenomen in tabel 2.



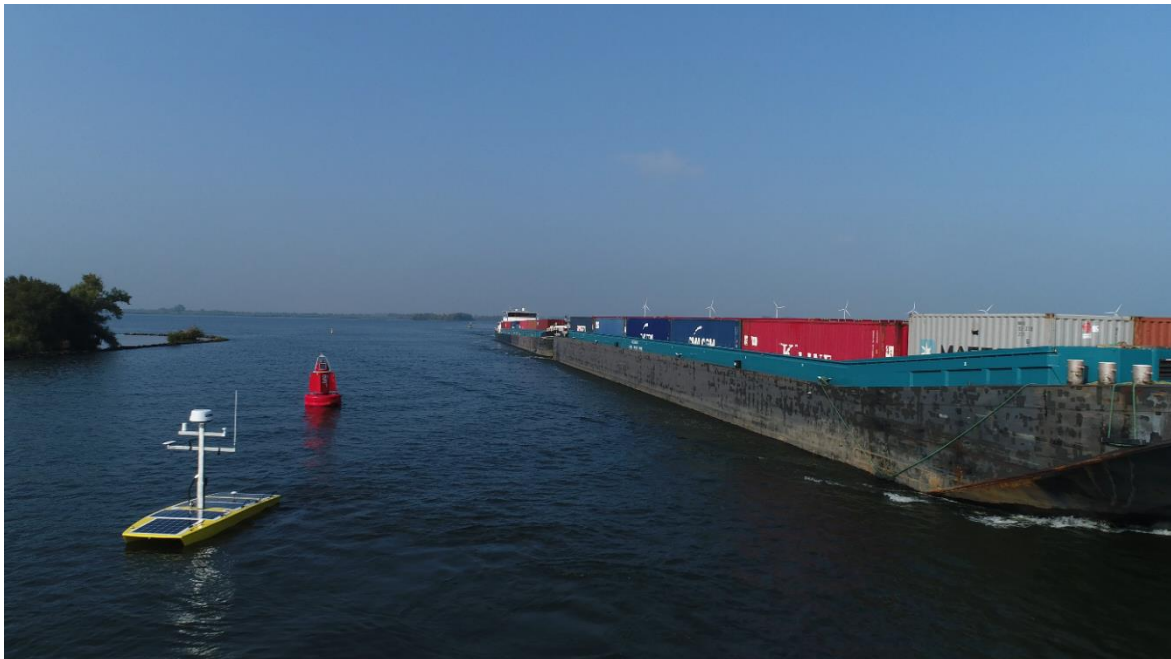
Tabel 2: De niveaus van automatisering zoals gebruikt door de IMO.

Niveau 1	Een schip met geautomatiseerde processen en beslissingsondersteuning	Bemanning is aan boord en bedienen de schepen en functies aan boord. Sommige handelingen kunnen zijn geautomatiseerd en soms zelf zonder menselijk toezicht, maar met bemanning aan boord om in te kunnen grijpen.
Niveau 2	Op afstand bestuurd schip met bemanning aan boord.	Het schip wordt genavigeerd vanaf een andere locatie dan vanaf het schip. De bemanning is aan boord om de navigatie over te nemen als dat noodzakelijk is.
Niveau 3	Op afstand bestuurd schip zonder bemanning aan boord	Het schip wordt genavigeerd vanaf een andere locatie dan vanaf het schip. Er is geen bemanning aan boord om de navigatie over te nemen.
Niveau 4	Volledig autonoom	De automatisering van het schip is in staat om zelf beslissingen te nemen en actie te ondernemen.



De indeling van de CCR

De Centrale Commissie voor de Rijnvaart (CCR) heeft op haar plenaire vergadering van december 2018 in Straatsburg een eerste internationale definitie van de automatiseringsniveaus in de binnenvaart aangenomen. Deze klassering maakt een gestructureerde aanzet mogelijk voor een globale benadering van het geautomatiseerd varen.



Figuur 7: Een varende drone van Aquatic Drones. Deze deels automatisch varende drone kan zelfstandig metingen op het binnenwater uitvoeren.

Uit de CCR-verklaring: “In de regel maakt de automatisering het mogelijk om de mens voor bepaalde taken geheel of gedeeltelijk te vervangen. In de binnenvaart vergemakkelijkt de automatisering zeker het leven aan boord, door de taken van de schipper te verlichten, maar het roept tevens vragen op over het behoud van het veiligheidsniveau en geeft aanleiding tot bezorgdheid met betrekking tot de omvang, dat wil zeggen het automatiseringsniveau”.

De CCR wenst in de eerste plaats de automatiseringsniveaus te definiëren om een algemene discussie aan te zwengelen over de ontwikkeling van de automatisering in de sector. Hoewel er in de zeevaart al ervaringen worden opgedaan met het geautomatiseerd varen, moet er in de binnenvaart rekening worden gehouden met de specifieke kenmerken, zoals bij de samenstelling van de bemanning, het varen in besloten en beperkte omgevingen, het passeren van sluizen, de hoogte van het water en bruggen en de manoeuvreereigenschappen van de gebruikte schepen.



	Niveau	Omschrijving	Besturing (manoeuvres, voortstuwijng, stuurhuis,...)	Monitoring en reactie op de vaaromgeving	Terugval- maatregelen voor de dynamische vaartaken	Afstandsbediening
DE SCHIPPER VERRICHT ALLE DYNAMISCHE VAARTAKEN OF EEN GEDEELTE VAN DEZE TAKEN	0	NIET GEAUTOMATISEERD alle aspecten van de dynamische vaartaken worden te allen tijde verricht door de schipper zelf, ook al worden deze ondersteund door waarschuwings- of interventiesystemen <i>Bv. vaart met behulp van radar</i>				Nee
	1	ONDERSTEUNING BIJ DE BESTURING de toepassing van een <u>stuurautomaat</u> binnen een specifieke context met gebruik van bepaalde informatie over de vaaromgeving waarbij ervan uitgegaan wordt dat de schipper zelf alle overige aspecten van de dynamische vaartaken verricht <i>Bv. autopiloot</i> <i>Bv. trackpilot (koerssysteem voor binnenschepen langs vooraf vastgelegde geleidelijnen)</i>				
	2	GEDEELTELIJK GEAUTOMATISEERD de toepassing van een geautomatiseerd besturingssysteem voor <u>zowel de besturing als de voortstuwijng</u> binnen een specifieke context met gebruik van bepaalde informatie over de vaaromgeving waarbij ervan uitgegaan wordt dat de schipper zelf alle overige aspecten van de dynamische vaartaken verricht				Al naar gelang de toepassing binnen een specifieke context is afstandsbediening mogelijk (besturing van het schip, monitoring van en reactie op de vaaromgeving of terugvalmaatregelen). Dit kan gevolgen hebben voor de bemanningsvereisten (aantal of kwalificatie).
HET SYSTEEM VERRICHT ALLE DYNAMISCHE VAARTAKEN (INDIEN INGESCHAKELD)	3	GEAUTOMATISEERD ONDER VOORWAARDEN de <u>ononderbroken</u> toepassing van een geautomatiseerd besturingssysteem voor <u>alle</u> dynamische vaartaken binnen een specifieke context, <u>met inbegrip van het vermijden van aanvaringen</u> , waarbij ervan uitgegaan wordt dat de schipper zelf ontvankelijk is voor verzoeken om in te grijpen en voor systeemstoringen en adequaat hierop reageert				
	4	HOOG GEAUTOMATISEERD de ononderbroken toepassing van een geautomatiseerd besturingssysteem voor alle dynamische vaartaken binnen een specifieke context, <u>met inbegrip van terugvalmaatregelen, zonder ervan uit te gaan dat een schipper zelf zal reageren op een verzoek om in te grijpen</u> ¹ <i>Bv. een schip dat tussen twee sluizen een kanaal bevaart (omgeving is goed gekend), maar het geautomatiseerd besturingssysteem is niet zodanig dat daarmee de sluizen gepasseerd kunnen worden (daarvoor is de interventie van een persoon vereist)</i>				
	5	AUTONOOM = VOLLEDIG GEAUTOMATISEERD de ononderbroken en <u>onvoorwaardelijke</u> toepassing van een geautomatiseerd besturingssysteem voor alle dynamische vaartaken, met inbegrip van terugvalmaatregelen, zonder ervan uit te gaan dat de schipper zelf zal reageren op een verzoek om in te grijpen				

¹ Dit automatiseringsniveau introduceert twee verschillende functionaliteiten: de mogelijkheid van een "normale" besturing waarbij menselijk ingrijpen niet wordt verondersteld en volledige terugvalmaatregelen. Hier zouden ook twee sub-niveaus voorzien kunnen worden.

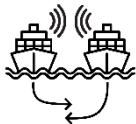
Figuur 8: De niveaus van smart shipping conform de CCR.



Mate van interactie

Binnen het Europese project Digitalization on Inland Waterways (DIWA)⁴ is een derde indeling ontwikkeld. Deze indeling, geïnspireerd door een soortgelijke indeling voor geautomatiseerd rijden in het wegverkeer, maakt onderscheid naar de mate waarin de verkeersdeelnemers interactie hebben met elkaar. Ook de verkeerspost (VTS, VMS) kan daarbij één van de actoren zijn.

De indeling is:

	Automated vessels	Fase waarin de automatisering aan boord toeneemt, maar waarin vooral wordt geleund op waarnemingen van de sensoren vanuit het eigen vaartuig.
	Connected vessels	Fase waarin de automatisering aan boord steeds meer gebruik maakt van gegevens die verkregen worden vanuit de infrastructuur, de mede-vaarweggebruikers en eventueel een shore control center. Dit uiteraard naast de gegevens die het schip zelf verzamelt via de eigen sensoriek.
	Cooperative vessels	In deze fase deelt een schip met mede-vaarweggebruikers niet alleen gegevens, maar overlegt ook over de intenties, waardoor afspraken gemaakt worden opdat conflicterende koersen worden vermeden.

In de zomer van 2022 staat er een experiment op het programma dat de bovenstaande coöperatieve slimme scheepvaart toepast. Drie partijen die Trackpiloten leveren zullen in een simulatoromgeving data met elkaar delen over de intenties van een schip. Dit vanuit de gedachte dat een schip dat geautomatiseerd vaart zelf het best weet waar het zich in de komende minuten denkt te bevinden. Die informatie kan dan gebruikt worden door de andere schepen om op te acteren, bijvoorbeeld door de schipper te attenderen op een conflicterende koers. In de simulator van MARIN wordt uitgetoond of deze manier van werken meerwaarde heeft. Het is een voorbeeld van 'connected vessels' uit de bovenstaande indeling. In een later stadium zouden de Trackpiloten ook met elkaar kunnen gaan 'onderhandelen' over de te varen koers van de schepen indien er sprake is van een conflict, maar dat valt nu niet in de scope van het experiment.

⁴ Meer info over DIWA via: <https://www.masterplandiwa.eu/>



Introductiewijzen

In de praktijk zien we dat de industrie op twee manieren werkt aan verregaande automatisering: incrementeel en via een abrupte introductie van geautomatiseerde systemen.

Geleidelijke automatisering

Automatisering van de navigatiefunctie is niet iets van deze tijd: eigenlijk is men door de eeuwen heen al bezig geweest om via het ondersteunen van de zeeman schepen veiliger, efficiënter en meer comfortabel te laten varen. Een voorbeeld is de introductie van de stuurautomaat, na het instellen van de gewenste koers volgt het schip op basis van sensoren deze koers. Vanwege het karakter van binnenvaart, waar nauwelijks in rechte lijnen wordt gevaren, heeft de stuurautomaat zich ontwikkeld tot een rivierpiloot die de schipper ondersteunt bij het nemen van bochten.

In met name de zeevaart is het zogenaamde waypoint-varen normaal, waarbij via het zetten van een aantal GPS-waypoints die achtereenvolgens aangevaren worden een (niet rechte) route wordt gevolgd.

Uitleg van enkele begrippen:

Een **bochtaanwijzer** geeft aan hoe snel een schip draait

Een **stuurautomaat**, ook wel een ook piloot genoemd, is automatisch werkend apparaat dat de werking van het roer zodanig regelt dat een ingestelde koers wordt gehouden.

Een **trackcontroleassistent** is een systeem voor de zelfstandige besturing van een vaartuig langs een vooraf bepaalde koers.

In de binnenvaart zien we dat een combinatie van systemen in de stuurhut steeds meer geavanceerdere functies krijgt. Het is een bedieningscentrum aan het worden voor geautomatiseerde functies, zoals het bepalen van de actuele positie, het bepalen van de ideale koers naar de bestemming, het varen van de ideale koerslijn, het detecteren van statische en dynamische objecten (obstakels in de vaarweg en andere scheepvaart), het verzorgen van *collision warning* aan de bemanning tot en met het ingrijpen om aanvaringen te voorkomen, *collision avoidance*.



Figuur 9: Bedienconsole van de TrackControlAssistent van Radio Zeeland op de beurs Maritime Industry 2022.

Zo groeit de ondersteuning van de stuurman/schipper met de jaren. De laatste tijd wordt steeds meer gewerkt met generieke processoren en modulaire systemen, die na een software update andere (en veelal) meer functies kunnen krijgen. Zeker in combinatie met datacommunicatie, heeft dat als voordeel dat voor het verbeteren en uitbreiden van de functionaliteit geen installatiewerkzaamheden aan boord meer hoeven plaats te vinden.

In het steeds verdergaand automatiseren spelen de zogenaamde after-market en refit een belangrijke rol. Bestaande schepen die met nieuwe systemen worden uitgerust. In de binnenvaart kan de romp van een schip soms wel meer dan 70 jaar oud zijn. Om te voldoen aan recente eisen en de verwachtingen van heden ten dage, kunnen nieuwe systemen achteraf ingebouwd worden.

Dat wordt after-market genoemd. Of verouderde systemen worden vervangen door moderne systemen, ook wel refitting of retrofitting.

Grote hindernissen daarbij zijn wel:

1. De oudere schepen, voor de binnenvaart wordt vaak het jaar 2000 als kantelpunt genomen, hebben vaak nog analoog werkende sensoren en actuatoren die bovendien onderling niet verbonden zijn. Om deze systemen aan te sturen met digitaal werkende systemen is een conversie van de signalen nodig en moeten systemen onderling data uit kunnen wisselen. Omdat dit suboptimaal werkt (bijvoorbeeld omdat actuatoren onvoldoende informatie teruggeven) moeten dergelijke systemen en de bijbehorende bekabeling dan ook meestal worden vervangen;
2. Een gebrek aan uitvoeringsstandaarden. De aanwezige componenten zijn veelal niet bedoeld om in een integraal systeem te functioneren met componenten van andere leveranciers. Dat kan technische oorzaken hebben, maar ook om de markt of product te beschermen zijn leveranciers terughoudend in het delen informatie die het mogelijk maakt te koppelen.
3. Een derde uitdaging kan het beheer en onderhoud zijn. Door het koppelen van nieuwe systemen van een andere leverancier aan bestaande systemen, kan de leverancier van de oude systemen doen besluiten zijn garantie- en/of contractuele verplichtingen niet langer na te komen. Een andere mogelijkheid is dat de leverancier van de oude systemen de systeemintegratie, het inbouwen van de nieuwe systemen in een bestaand schip, in eigen hand wil houden.



Figuur 10: De Factofour van Delfia Inland Shipping wordt door het bedrijf Shipping Technology ingezet om nieuwe applicaties op weg naar verregaande geautomatiseerd varen te testen.

Een voorbeeld van een geleidelijke automatisering is de aanpak van Shipping Technology. Hoewel het einddoel is om producten te maken die het varen van binnenvaartschepen met minder mensen mogelijk maakt, is men begonnen met het vermarkten van hun product 'ST Brain'. Een computersysteem geplaatst in het schip dat relevante data verzamelt en deze doorzet naar een centrale opslagserver. Een webportaal zorgt voor de presentatie van die gegevens zodat deze daarmee beschikbaar zijn voor bijvoorbeeld de scheepseigenaar. Aan deze 'black box' kunnen echter steeds meer geavanceerde functies worden toegevoegd, zoals collision detection en collision warning. Zo fungeert de 'ST Brain' als een platform voor de implementatie van nieuwe functionaliteit.

Abrupt geïmplementeerde automatisering

Introductie van slimme scheepvaart kan ook veel meer abrupt verlopen. Dat kan het gevolg zijn van bedrijfsbeslissingen (bijvoorbeeld ingegeven door marktoverwegingen), maar ook omdat een andere introductie nu eenmaal niet mogelijk is.

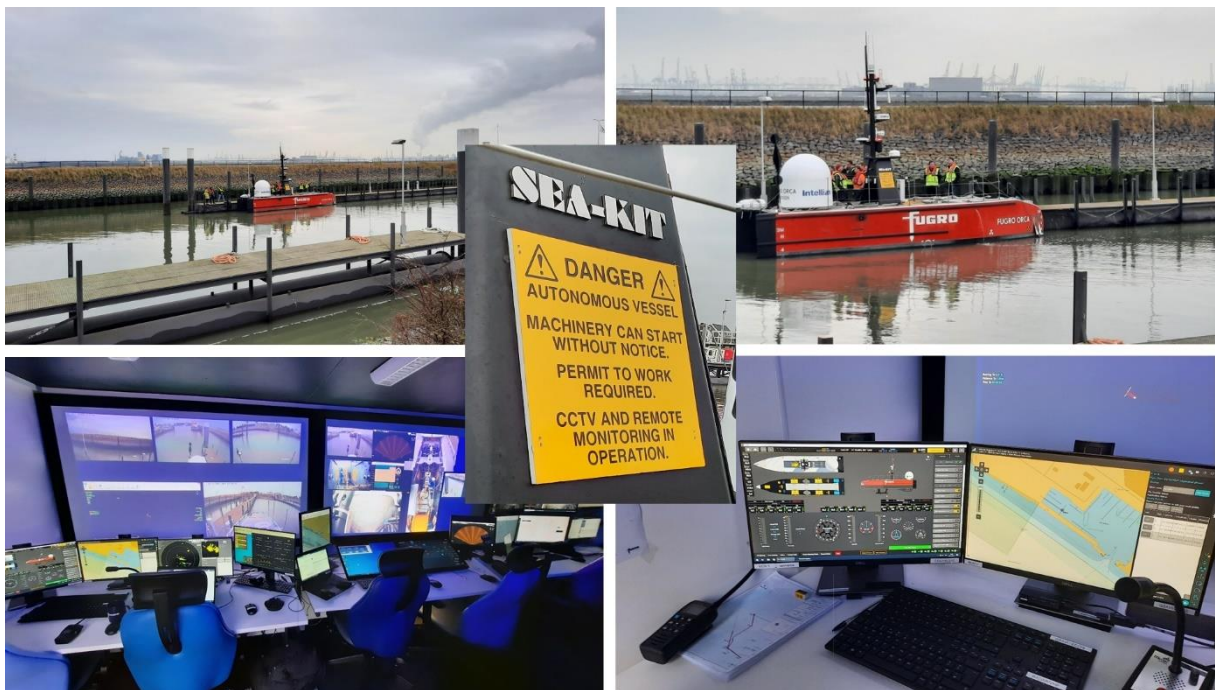
Het meest aansprekende voorbeeld is de ontwikkeling van varende drones. Dat zijn kleine schepen die varen zonder een kapitein of schipper aan boord. Ze zijn ook meestal niet geschikt of uitgerust om mensen aan boord te herbergen: ze zijn er te klein voor en de aard van de functie is slecht verenigbaar met een bemanning die aan boord is.



Dat betekent dat automatisering in één flinke stap moet worden gezet. Enige nuance is daarbij wel op zijn plaats, want vervolgens is het vaak mogelijk om incrementeel het systeem verder te automatiseren en de werking te verbeteren.

Voorbeelden van deze implementatiestrategie zijn de varende inspectievaartuigen (Unmanned Survey Vessels) van Demcon, Aquatic Drones en Fugro/SEA-KIT. De eerste twee kunnen meetwerkzaamheden doen op binnenwateren, bijvoorbeeld dieptemetingen met een multibeam sonar.

Het survey-schip van FUGRO en SEA-KIT is bedoeld voor survey werkzaamheden ten behoeve van de offshore industrie op zee, zoals het inspecteren van leidingen in de zeebodem. Deze Unmanned Surface Vessels (USV's) kunnen weer andere robots aan boord hebben om onderzoek te doen onder water. Hier worden twee typen onderscheiden: de Remotely Operated Vehicles (ROVs) die via een kabel vanaf het moederschip worden aangestuurd en de onbekabelde Autonomous Underwater Vehicles (AUVs).



Figuur 11: Foto's van een demonstratie van een USV van Fugro in november 2021 in de Rotterdamse Berghaven. De USV wordt ingezet voor survey-operaties in de territoriale zee.



Autonoom of op afstand bediend varen

Geautomatiseerd varen kan niet zomaar. Om een schip geheel geautomatiseerd te laten varen is techniek nodig die dat mogelijk maakt, maar ook een maatschappij die met geautomatiseerde scheepvaart om kan gaan, bijvoorbeeld in regelgeving, bij de bediening van bruggen en sluizen of in interactie met normaal bemande scheepvaart. Het omgaan met complexe situaties is ook voor een geautomatiseerd schip vanzelfsprekend veel lastiger dan het varen in een eenvoudig gebied met weinig andere vaarweggebruikers.

Bovendien wordt in smart shipping gebruik gemaakt van kunstmatige intelligentie (ook wel Artificial Intelligence genoemd). Kunstmatige intelligentie is een verzamelnaam voor IT-technieken die de laatste jaren sterk in ontwikkeling zijn. Een onderdeel is *machine learning* wat software in staat stelt om patronen te herkennen. Hiermee kan bijvoorbeeld een ander schip herkend worden op camerabeelden ook als het schip nog niet in de database aanwezig is. *Big data* kan toegang geven tot gigantische hoeveelheden historische data, bijvoorbeeld de GPS-tracks van vergelijkbare schepen die eerder over een rivier onder vergelijkbare omstandigheden hebben gevaren. Met behulp van algoritmes kan het software-systeem nieuwe keuzes maken, gevoed door *machine learning*- en *big data*-technieken.

Het opdoen van deze leerervaring in de praktijk kost veel tijd en geld, vandaar dat hierbij ook simulatoren worden ingezet. Bovendien is het simulatoren mogelijk om omstandigheden te creëren die zich in werkelijkheid nauwelijks of liever niet zullen voorkomen. Het testen met echte schepen op echt vaarwater blijft echter essentieel: om het systeem te valideren en om vertrouwen te genereren dat het systeem inderdaad voldoende veilig werkt.

Grosso modo zien we dat de ontwikkelaars twee routes volgen om tot geautomatiseerde scheepvaart te komen :

1. Automatisering aan boord: Het steeds meer ondersteunen van de bemanning door het toevoegen van functionaliteit. Hiermee verschuift de rol van de bemanning van zelf varen naar het monitoren van wat het schip doet en het ingrijpen in omstandigheden waarin dat noodzakelijk is. In de toekomst wordt het moment bereikt waarop de bemanning zelden hoeft in te grijpen en dat het dus efficiënter is om vanaf de wal, vanuit een zogeheten shore control center, te monitoren en indien nodig de besturing over te nemen;
2. Besturing op afstand: Het realiseren van systemen waarmee de gehele besturing vanuit een shore control center te doen. Daarbij kan het streven zijn om met dezelfde schipper meer dan één schip tegelijk te kunnen bedienen, zodat een grotere efficiency wordt bereikt. Hiervoor wordt dan weer automatisering ingezet.



Shore control centers

Een shore control center is een bedienomgeving van waaruit het navigeren en aansturen van het schip kan plaatsvinden. Op dit moment wordt daarbij gebruik gemaakt van kapiteins en schippers die een traditionele maritieme opleiding hebben genoten en ook praktische ervaring hebben. Bovendien moet men vaaruren hebben gemaakt aan boord van het schip dat vanuit een shore control center bediend wordt. Op dit moment zijn de opleidingseisen voor operators in een shore control center nog niet vastgelegd en wordt er gewerkt aan een kader voor de opleidingseisen.

Voorbeelden van shore controle centers zijn die van:

- Masterly, een joint venture tussen Kongsberg en Wilhelmsen gericht op zeevaart;
- Seafar, een van oorsprong Vlaamse onderneming met hoofdzakelijk schepen die op binnenwateren varen. Met SCC's in Vlaanderen en in Nederland is men ook in staat om de besturing van een schip van het ene SCC naar het andere over te dragen;
- FUGRO, een onderneming die haar eigen onderzoeksscheepjes aanstuurt.

Belangrijke voordelen die worden gekoppeld aan het gebruik van een shore control center zijn:

1. Van hieruit kunnen schepen worden bediend die vanwege het karakter daarvan onbemand zijn;
2. Hiermee kan een bemanning op afstand efficiënter worden ingezet dan een bemanning aan boord, bijvoorbeeld door meerdere schepen tegelijk te bedienen en wachturen onbemand te laten;
3. Een belangrijk aspect is dat de schipper op kapitein die werkt vanuit een shore control center na zijn werkdag weer naar huis kan. Dat sociale aspect kan er toe bijdragen dat mensen gaan of blijven werken in de scheepvaart, terwijl ze anders in een andere sector zouden gaan werken.

Het bedienen van een schip vanuit een shore control center is in Nederland toegestaan, maar de regelgeving maakt het eigenlijk zo goed als onmogelijk om zonder de normale bemanning aan boord te varen.

Die beperkingen zijn er ook nog waar het langer varen met dezelfde bemanning aan boord betreft: het is voorstelbaar dat het in de toekomst mogelijk is bemanningsleden aan boord de vereiste rust te geven terwijl het schip vanuit het shore control center wordt bediend.

In Vlaanderen is het varen in de binnenvaart met een op afstand bediend schip met een geringere bemanning aan boord dan vereist wel mogelijk, maar dan onder stringente voorwaarden. Zo moet het geluid dat buiten het schip is te horen ook in het shore control center hoorbaar zijn, om zo bijvoorbeeld hulpgeroep van een drenkeling te kunnen waarnemen. Sinds 1 juli 2021 zijn er ook mogelijkheden op de Belgische Noordzee. Hiervoor geregistreerde schepen kunnen personeel aanwezig in een shore control center integraal beschouwen als personeel aan boord van het schip waarmee aan bemanningsvereisten wordt voldaan.



Figuur 12: Seafars Shore Control Center in Antwerpen. (foto: Seafar)

Samen sterk

Zowel in een toekomst met shore control centers en remote-controlled varen als een toekomst met verregaand geautomatiseerd tot autonoom varen zijn er bedrijven en kennisinstellingen die menen dat dit de toekomst voor de scheepvaart zal worden. Een combinatie van beiden is echter ook goed mogelijk en zeker op de korte termijn wenselijk.

Op afstand bestuurbare schepen zullen rekening moeten houden met de mogelijkheid dat de verbinding met het schip wegvalt: bijvoorbeeld door een netwerkstoring, een antenne die uitvalt, of een brandalarm op locatie van het shore control center. Zelfs met dubbel uitgeruste systemen is de kans dat het misgaat niet uit te sluiten. Een hoge mate van zelfredzaamheid aan boord is dus wenselijk, systemen en sensoren die het schip bij een wegvallende verbinding op koers houden of eventueel in een veilige wachtpositie kunnen brengen.

Tegelijkertijd zal de eigenaar van schepen met minder of op termijn geen bemanning het prettig vinden als deze slimme schepen op afstand gemonitord en indien nodig handmatig overgenomen kunnen worden. Een operator op de wal kan het schip en/of de bemanning helpen bij complexe situaties of in manoeuvres waarvoor meer bemanning nodig is dan aan boord aanwezig.



Geautomatiseerd en conventioneel, zeevaart en binnenvaart

Zeeschepen gaan circa 25 jaar mee, binnenschepen zelfs veel langer. Een aanzienlijk deel van de binnenvaartvloot heeft een romp die ouder is dan 50 jaar. Dat betekent dat zelfs wanneer op een zeker moment alleen nog slimme schepen worden geleverd, de situatie jarenlang gaat bestaan dat slimme schepen en conventionele schepen elkaar tegenkomen. Dat betekent dat de ontwikkelingen dit samenspel moeten kunnen faciliteren. Vooralsnog is de heersende opinie dat ook een schip zonder bemanning aan boord, zich moet gedragen als een schip waarvan de bemanning aan boord is.

Iets soortgelijks geldt voor de verschillende typen schepen. In menggebieden als zeehavens komen zeeschepen en binnenvaartschepen elkaar tegen. Daarom is het belangrijk dat systemen als AIS, ECDIS en Marifonie voor beide typen scheepvaart compatibel zijn geïmplementeerd. Nieuw te ontwikkelen systemen en communicatiemethoden zullen op dezelfde manier over de grenzen van de deelsector heen moeten functioneren.



Figuur 13: Test met digitale marifonie in december 2019 op initiatief van Rijkswaterstaat vanuit een radarpost van Havenbedrijf Rotterdam.



Human Machine Interface

Met het toenemen van de automatiseringsgraad aan boord is een goede en duidelijke human-machine interface van groot belang. Dat geldt voor het inzicht in de toestand van het schip, maar ook in de situational awareness.

Een aardige anekdote in dit verband is de eerste semi-autonome vaart van de Factofour in augustus 2019. Het systeem werd aanzet en leek goed te werken: het schip bleef netjes op koers en leek ook obstakels zoals kades of bruggen te detecteren. Maar omdat het systeem niet ingericht was om inzage te geven in wat het systeem wel en niet waargenomen had, besloot de schipper bij het naderen van de Moerdijkbrug toch maar in te grijpen. Er was veel behoefte aan bevestiging van het systeem dat de brugpijlers door het systeem waargenomen waren en derhalve ontweken zouden worden.

Een belangrijke notie komt vanuit onderzoek van de Onderzoeksraad Voor de Veiligheid, die onderzoek⁵ heeft gedaan naar ernstige ongevallen in het wegverkeer met voertuigen waarvan de bestuurders in belangrijke mate wordt ondersteund. De raad trok de conclusie dat gebruikers het niet logisch vinden dat waarschuwingen die het systeem geeft, niet meer gegeven worden wanneer het voertuig niet meer door de chauffeur maar door het systeem wordt bestuurd maar wordt gemonitord. In de ogen van de bestuurder is deels automatisch rijden niets anders dan een volgende stap, en hij verwacht dat de alarmen blijven werken om ingrijpen door de bestuurder mogelijk te maken.

Een ander aandachtspunt is de reactie van buitenstaanders op de introductie van geautomatiseerde systemen in een omgeving.

Robots, drones of slimme vaartuigen zullen te aller tijde schade aan mensen willen voorkomen en daarop geprogrammeerd zijn. Dat heeft als gevolg dat deze systemen zich traag, voorzichtig of risicomijdend zullen opstellen, in vergelijking tot menselijke actoren. Mensen die uit ervaring weten dat het geautomatiseerde object altijd voor ze aan de kant gaat, altijd op tijd remt of altijd voorrang geeft, kunnen hier misbruik van gaan maken.

Minder zelf doen geeft ook ruimte voor meer afleiding

Met het toenemen van het aantal systemen aan boord verschuift de taak van de kapitein van zelf varen naar monitoren. Maar dat geeft de kapitein ook de mogelijkheid om afgeleid te raken of zelfs even de stuurhut te verlaten.

Leveranciers van systemen denken daar bewust over na, door veiligheidssystemen in te bouwen om de kapitein bij de les te houden. Een voorbeeld daarvan is een wachalarm dat in werking treedt wanneer er al enige tijd geen handeling door de kapitein is verricht. Het wachalarm kan

⁵ Wie stuurt?, Onderzoeksraad voor de Veiligheid, november 2019, Den Haag



Human Factors en de Human Machine Interface zijn daarom belangrijke onderzoekssporen in de ontwikkeling van smart shipping. Speciale aandacht vragen:

- De mate van verslapping die als vanzelf optreedt wanneer de mens niets anders meer hoeft te doen dan te monitoren;
- Het overdragen van het gezag tussen de bemanning aan boord en een shore control center of tussen shore control centers onderling. Het ligt voor de hand om te zijner tijd het commando over te dragen aan verschillende shore control centers door de hele wereld, zodat het draaien van nachtdiensten kan worden vermeden.
- De mate van integratie van deelsystemen. Verschillende presentatiewijzen van systemen die los van elkaar maar naast elkaar worden gebruikt, maken een foute interpretatie waarschijnlijk.
- De hoeveelheid informatie die wordt gepresenteerd. Daarbij wordt gebalanceerd tussen overzichtelijke interfaces enerzijds en niet té diepe menu's die ver doorklikken vragen anderzijds.

Hoewel de bedieningsplekken in shore control centers vaak zo worden vormgegeven dat deze lijken op de scheepsbrug, is de gebruikservaring voor de schipper flink anders dan wanneer deze aan boord is. De beweging van het schip wordt bijvoorbeeld niet gevoeld. Het vereist enige ervaring om hiermee om te kunnen gaan. Mogelijk kan met haptiek, waarbij middels beweging, vibratie of door het uitoefenen van krachten wordt gecommuniceerd met een gebruiker, het nadeel van het niet voelen van wind, het draaien van de motor en golfslag worden gecompenseerd.



Figuur 14: Alphatron toont de nieuwste innovaties in de stuurhut (Maritime Industry Gorinchem, 2022)



Aansprakelijkheid wanneer het mis gaat

In de regelgeving speelt de kapitein of schipper een belangrijke rol: als er iets misgaat is hij vrijwel altijd degene die het eerst aangesproken wordt. Wat nu wanneer een belangrijk deel van zijn taken worden overgenomen door systemen? En wat wanneer de kapitein of schipper niet eens aan boord is?

Voor deze vragen moet een bevredigend antwoord worden gezocht. Duidelijk is al wel dat behalve de aansprakelijkheid van de bedienaar, ook de eigenaar en de leverancier van het systeem een rol gaan spelen, de laatste middels productaansprakelijkheid.

De discussie over aansprakelijkheid is zeer relevant voor verzekeraars, die overigens in het geheel niet afwijzend staan tegenover onbemande scheepvaart. Menselijke fouten zijn een belangrijke oorzaak voor incidenten: de gedachte heerst dat dankzij het vervangen van mensen door systemen het aantal incidenten kan worden beperkt. Bovendien is de kans op dure letstelschade naar verwachting fors minder. Wanneer de onzekerheid over innovatieve smart shipping-oplossingen door ervaring is weggenomen zullen verzekeringspremies naar verwachting dalen.



Figuur 15: In Vlissingen werkt Damen aan een autonome veerpont (FAST, 2022)



Samenwerking binnen het Nederlands Forum voor Smart Shipping

Om grotere stappen te kunnen zetten bij de ontwikkeling en implementatie van smart shipping in Nederland, zijn vijftien private en publieke organisaties in september 2020 gaan samenwerken in het Nederlands Forum Smart Shipping. Bovendien zijn een aantal netwerkpartners aangehaakt: veelal commerciële partijen die belang hebben bij het versnellen van de implementatie van smart shipping. Het gaat zowel om ontwikkelaars en aanbieders van smart shipping-applicaties als om eindgebruikers.



Figuur 16: Minister Cora van Nieuwenhuizen draagt het SMASH!-logo over aan Rob Verkerk

Het Nederlands Forum Smart Shipping, dat ook wel SMASH! wordt genoemd, is een netwerkorganisatie. Nederland Maritiem Land fungeert als huisvader van het forum. Concrete acties die worden uitgevoerd zijn⁶:

- Het verenigen van de sector door te fungeren als centraal aanspreekpunt
- Het organiseren van workshops en symposia en het vertegenwoordigen van de sector op beurzen en congressen
- Het opstellen van een gezamenlijke roadmap en kennisagenda
- Het opzetten van gezamenlijke R&D-projecten
- Het zijn van een overlegtafel, over bijvoorbeeld wet- en regelgeving
- Bijdragen aan de commerciële ontwikkeling van Smart shipping in Nederland en internationaal.

In 2021 zijn door het Nederlands Forum Smart Shipping 3 roadmap's⁷ opgeleverd waar door tientallen SMASH!-partners aan is bijgedragen. De roadmap's gaan over binnenvaart, short-sea en veerponten en beschrijven hoe men verwacht dat smart shipping impact heeft op deze use-cases in

⁶ Zie ook www.smashnederland.nl

⁷ <https://www.smashroadmap.com/>



2030. Vervolgens is per use case een ontwikkelagenda gemaakt tussen 2020 en 2030 waarmee de belangrijkste bottlenecks om tot deze visie te komen geïdentificeerd zijn. De vierde use case, Varende Drones, wordt in 2022 toegevoegd.



Figuur 17: Jan de Nul experimenteert met een USV voor de Nederlandse kust (2022)



Regelgeving

Scheepvaart wet- en regelgeving is vaak al heel oud. Omdat men ten tijde van het opstellen van die regelgeving er nooit vanuit is gegaan dat autonoom of onbemand varen mogelijk kon worden, is er geen regelgeving die deze onderwerpen aanstipt. De kapitein/schipper is de centrale figuur als het gaat om de verantwoordelijkheid vanuit de gedachte dat deze (bijna altijd) aan boord is.

Dit gegeven levert twee knelpunten op:

1. Regelgeving zorgt er voor dat bepaalde innovaties niet kunnen worden gerealiseerd;
2. Er is geen regelgeving die bepaalde ontwikkelingen voorkomt die wellicht vanuit het oogpunt van veiligheid en hinder niet wenselijk zijn.

Beide knelpunten worden hieronder uitgewerkt.

Mogelijk maken van smart shipping

Zolang geautomatiseerde schepen kunnen blijven voldoen aan de bestaande regelgeving, is het gebruik van deze schepen geen probleem. Dat wil zeggen dat voldaan moet zijn aan de huidige bemanningsvereisten en de technische vereisten, voor zover deze van toepassing zijn, en de verkeersregels op het water.

In een in 2019 uitgevoerd onderzoek⁸ is gesteld dat het juridisch mogelijk maken van varende drones op binnenwateren, kleine schepen die zonder schipper of kapitein varen, het meest urgent is. Er wordt door het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat gewerkt aan het wegnemen van obstakels in de regelgeving om de inzet van die varende drones juridisch mogelijk te maken, uiteraard zodanig dat dit veilig en zonder overlast voor de andere vaarweggebruikers kan. In de territoriale zee is er beperkt ruimte om zonder kapitein aan boord te varen, omdat de eis dat de stuurman/kapitein aan boord moet zijn niet zo hard in de regelgeving is opgenomen.⁹

Voor de technische vereisten en de bemanningsvereisten, als die al van toepassing zijn, geldt dat ontheffing aangevraagd kan worden. Daarbij is het van belang het niet-compliant zijn goed te motiveren en risico-mitigerende maatregelen te nemen. In die risico-mitigatie zal de extra automatisering die aan boord is een belangrijke rol spelen.

Voor de vaarregels (als opgenomen in de Scheepvaartverkeerswet) is het nog niet mogelijk om ontheffing te verlenen. Voorzien is dat deze mogelijkheid in de toekomst in de wet opgenomen gaat worden.

⁸ Eindrapport Varende drones, Deloitte, 15 november 2019, Rotterdam, in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

⁹ Juridisch onderzoek Smart Shipping, Erasmus School of Law, 30 april 2019, Rotterdam, in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.



Daarnaast wordt gewerkt aan een nieuw type schip in de regelgeving: de Varende Drone. Een schip van beperkte omvang waarop geen mensen meevaren, dat moet voldoen aan een aantal eisen gesteld aan schip en de manier waarop het schip wordt ingezet. Deze eisen moeten het extra risico voor de veiligheid en doorstroming dat ontstaat door het niet aan boord zijn van de schipper mitigeren zodat sprake is van een met een bemand scheepje vergelijkbaar veiligheidsniveau.

Tegelijkertijd vereisen ook de ontwikkelingen op grote schepen een zeker juridisch perspectief op het kunnen varen met minder of minder gekwalificeerde bemanning. Zoals we eerder in deze syllabus hebben gezien is dat een voorwaarde voor bedrijven om daadwerkelijk de vruchten te plukken van de mogelijkheid die smart shipping biedt. Dat geldt ook voor onze samenleving waarin gemikt wordt op het vergroten van het vervoersaandeel van scheepvaart terwijl het aantal arbeidskrachten door vergrijzing sterk zal afnemen.

Indien een ontwikkelaar van smart shipping-applicaties met haar systemen wil experimenteren op het vaarwater, vereisen het binnenvaartpolitiereglement en het Scheepvaartreglement territoriale zee het melden van het experiment en soms ook het vragen van toestemming aan de beheerder van de vaarweg. Deze aanvraag kan voor al het vaarwater in Nederland gedaan worden bij het loket Smart Shipping¹⁰ dat is ingericht bij Rijkswaterstaat, ook voor water dat niet onder beheer van Rijkswaterstaat valt. In dat laatste geval wordt de aanvraag doorgezonden naar de betreffende vaarwegbeheerders.

Wanneer het schip of de betreffende schepen in de experimenteeraanvraag voldoen aan de huidige regelgeving wordt de aanvraag op twee punten getoetst: (1) veiligheid van het andere vaarverkeer en (2) de mate van hinder voor het andere vaarverkeer. Een toestemming kan geen betrekking hebben op experimenten waarin niet wordt voldaan aan de vigerende regelgeving.

Beperken van ongewenste effecten

Niet alles wat kan is ook een goed idee. In de territoriale zee, waar de verplichting van een kapitein aan boord wat lossier is geformuleerd, mag er zonder kapitein of schipper aan boord meer dan op binnenwateren. Maar uiteraard zou je willen dat Varende Drones ook daar geen gevaar gaan opleveren voor de veiligheid en vlotte vaart van anderen. Het ligt dan ook voor de hand ook daar op termijn voorwaarden te formuleren voor de inzet van dergelijke onbemande vaartuigen.

Een ander voorbeeld van noodzakelijke regelgeving betreft de inzet van trackcontroleassistenten. Reeds in 2012 heeft de Centrale Commissie voor de Rijnvaart zich uitgesproken voor eisen die gesteld moeten worden aan deze apparatuur. Marktpartijen delen die wens tot regulering omdat het hen de zekerheid kan geven dat de door hen geleverde apparatuur aan een bepaald veiligheidsniveau voldoet. Dat geeft hen behalve een verkoopargument ook een houvast richting verzekeraars indien zich onverhoopt een incident voordoet waar een dergelijk systeem een rol heeft

¹⁰ <https://www.rijkswaterstaat.nl/water/wetten-regels-en-vergunningen/scheepvaart/scheepvaartverkeerswet/smart-shipping>



gespeeld. Helaas lijkt het er op dat er niet op korte termijn concrete eisen zullen komen die ook de meest innovatieve systemen zullen dekken. Hierbij speelt het gebrek aan ervaring met deze nieuwe systemen ook een rol.



Figuur 18: Containerschip bij Alphen aan den Rijn (foto: provincie Zuid-Holland)

Zelfregulering

Om regelgeving te kunnen aanpassen, is het noodzakelijk te weten dat de aangepaste regels geen negatieve consequenties hebben. Er is weinig draagvlak voor bijvoorbeeld onveiligere scheepvaart als gevolg van smart shipping. Kennis over de veiligheid van smart shipping doe je echter vooral op door praktijkexperimenten. Een kip-ei-probleem dus. In Zweden werkt men met een testgebied waar regels zijn losgelaten. Dat maakt het mogelijk om testwerkzaamheden te verrichten.

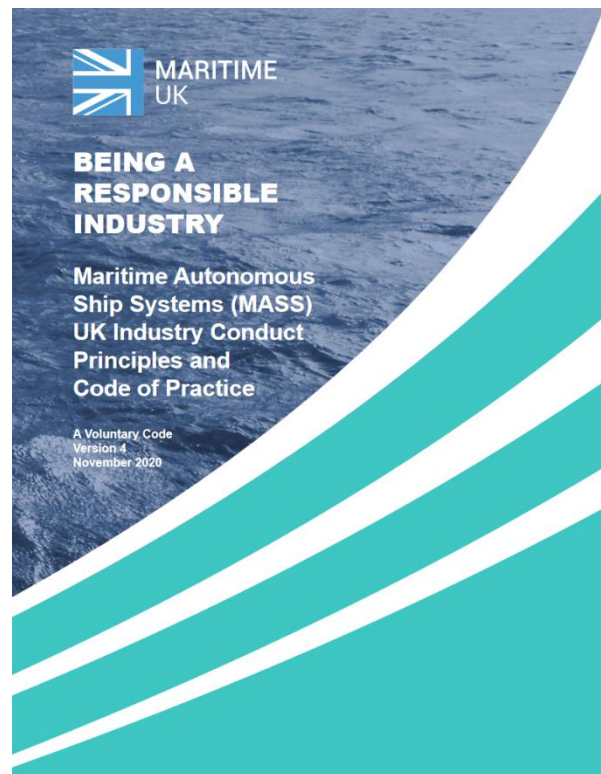
Een ander instrument is zelfregulering. Omdat er nu al behoefte is aan uitgangspunten worden die middels industriestandaarden gemaakt. Zo wordt het mogelijk om systemen of opleidingen te ontwikkelen die voldoen aan de industriestandaarden. Die industriestandaarden hebben een grote kans om later onderdeel te worden van regelgeving, tenminste wanneer deze standaarden ook in de praktijk blijken te voldoen.

Een voorbeeld hiervan zijn de 'Maritime Autonomous Surface Ships Industry Conduct Principles & Code of Practice' van UK Maritime¹¹.

¹¹ Maritime Autonomous Surface Ships Industry Conduct Principles & Code of Practice version 4, UK Maritime, 17 december 2020, Londen.



Een ander voorbeeld is de MASS People, een op initiatief van SeaBot XR, de UK Maritime and Coastguard Agency en Fugo gestarte werkgroep die moet komen tot trainingsstandaarden en competentieniveaus voor personeel van op afstand bestuurde en autonome schepen.



Figuur 19: Voorkant van de vrijwillige industriestandaarden zoals opgesteld door UK Maritime



Internationaal perspectief

Scheepvaart is al snel grensoverschrijdend. Omdat buitenlandse vaarwegen en haven worden aangedaan. Maar ook omdat het ontwikkelen, produceren en vermarkten van de scheepsuitrusting een internationale aangelegenheid is. Deze belangen worden erkend in veel relevante landen en in de belangrijkste samenwerkingsorganisaties: de International Maritime Organization (IMO) en Centrale Commissie voor de Rijnvaart (CCR).



Figuur 20: De Yara Birkeland vaart sinds november 2021 een vaste route voor de kust van Noorwegen. Het schip moet stap voor stap steeds meer zelfstandig kunnen varen. (Foto: Reuters)

Internationale Maritieme Organisatie (IMO)

De Internationale Maritieme Organisatie (IMO) is een gespecialiseerde organisatie van de Verenigde Naties. Doel is het maken en bewaken van afspraken tussen de deelnemende 171 lidstaten om scheepvaart zo veilig en milieuvriendelijk als mogelijk te maken. De IMO beheert circa 30 verdragen, met onderwerpen als veiligheid, milieu, aansprakelijkheid en compensatie. Bovendien zijn er een aantal codes, waarvan het merendeel de bepalingen uit het SOLAS-verdrag verder specificeren.

Naast de Algemene Vergadering en de Raad zijn er een vijftal commissies, waaronder de Maritime Safety Committee (MSC). Het is de MSC die een stap heeft gezet in het reguleren van autonoom varen



op zee. Eind mei 2021 heeft zij de zogenaamde regulatory scoping exercise for autonomous ships (RSE) afgerond. In dit onderzoek zocht IMO naar bepalingen en gaten in de IMO wetgeving over veiligheid die het exploiteren van autonome schepen belemmeren. Het is de verwachting dat grootschalige aanpassingen van IMO-regelgeving vele jaren op zich kan laten wachten.

In juni van 2019 werden overigens reeds “Interim guidelines for trials of autonomous ships” goedgekeurd (in MSC vergadering 101). Deze guidelines zijn gebaseerd op de premisse dat tijdens experimenten er tenminste hetzelfde niveau van veiligheid, beveiliging en bescherming van de omgeving moet zijn als in het normale scheepvaartverkeer. Daar waar de experimenten risico’s kennen moeten maatregelen worden genomen om het risico daarop te beperken voor zover dat redelijkerwijs mogelijk is. Personeel dat word ingezet, of het nu aan boord is of in een shore control center, moet adequaat opgeleid zijn en voldoende ervaring te hebben om het experiment veilig te kunnen laten plaatsvinden. Om risico’s voor IT-security te kunnen beperken moet er voldoende aandacht zijn om deze gevaren te kunnen bestrijden.

De IMO-regels zijn met name relevant voor de internationale wateren, maar ook voor de territoriale zone wordt vaak gebruik gemaakt van binnen IMO gemaakte afspraken.

Centrale Commissie voor de Rijnvaart

Om vrij scheepvaartverkeer op de Rijn te bewerkstelligen is al in 1815 de Centrale Commissie voor de Rijnvaart opgericht (CCR). De CCR telt vijf lidstaten: België, Duitsland, Frankrijk, Nederland en Zwitserland. Naast het borgen van vrij scheepvaartverkeer op de Rijn, is door de CCR bepaald onder welke voorwaarden personen en goederen op de Rijn vervoerd mogen worden. In Nederland zijn de vaarregels vanuit de CCR opgenomen in het Rijnvaartpolitierglement. Op veel andere vaarwegen dan de Rijn is het Binnenvaartpolitierglement van toepassing dat in belangrijke mate lijkt op het RPR.

Hoewel binnen de CCR al langer werd gesproken over geautomatiseerde scheepvaart, is eerst in 2021 een speciaal comité aangewezen dat zich bezig gaat met de sturing en coördinatie van de werkzaamheden met betrekking tot geautomatiseerd varen.

Op basis van advies vanuit de verschillende werkgroepen op het gebied van techniek, nautiek, bemanningsvereisten en juridische zaken zal het comité ontheffingsaanvragen behandelen voor proefprojecten. De andere comités blijven bevoegd om eventuele wijzigingen van het Rijnvaartpolitierglement, het Reglement Onderzoek schepen op de Rijn en het Reglement betreffende het Scheepvaartpersoneel schepen op de Rijn voor te bereiden.



Nieuwe technologie, oude wereld?

De stand van de techniek maakt het mogelijk zaken te automatiseren die tot dusver door de mens werden gedaan. In de praktijk zien we dan ook dat functies door technische systemen worden overgenomen. Bij het herkennen van de situatie speelt kunstmatige intelligentie een belangrijke rol. Zo herkent het systeem een bepaalde situatie en weet het op basis van ervaring wat het dan moet doen.

Een voorbeeld daarvan is het plotten van tracks in een rivier: de eerder besproken TrackControleAssistenten stellen een koers voor die de resultante is van de koersen die vergelijkbare schepen hiervoor hebben gevaren.

Een ander voorbeeld betreft het leren van het systeem aan de hand van plaatjes. Daarbij wordt het systeem via afbeeldingen van schepen die onder een bepaalde hoek zijn gefotografeerd geleerd schepen te herkennen en vast te stellen onder welke hoek ten opzicht van de waarnemer wordt gevaren.

Een digitale schipper of kapitein

De aanpak voor het automatiseren van de schipper of kapitein ligt voor de hand. Deze zal naar waarschijnlijkheid immers moeten functioneren binnen de bestaande omgeving. Dat betekent dat spraakcommunicatie via VHF bijvoorbeeld mogelijk moet blijven: een schip moet een ander schip kunnen aanroepen, ongeacht of dat schip bemand of onbemand vaart.

Tegelijkertijd is de vraag gerechtvaardigd of een 'geautomatiseerde' schipper of kapitein nu wel de beste oplossing is. Automatisering geeft immers extra mogelijkheden en het zou jammer zijn die niet te gebruiken.

Denk daarbij aan het volgende: wanneer schepen, bemand of onbemand, geautomatiseerd varen, weet het systeem van minuut tot minuut waar het in de komende tijd verwacht te zijn. Deze vaarintenties kunnen worden gedeeld met andere schepen, zodat men niet langer de koers afleidt tot de reeds gevaren koers, de koers die normaal wordt gevaren en eventueel informatie via de marifoon, maar op basis van de veel betrouwbaarder verwachting van het schip zelf. Zeker wanneer er meer dan twee schepen, of meer dan één schip en een VTS-post, in het spel betrokken zijn levert dat voordelen op: de intenties die een schip heeft worden door de andere betrokkenen altijd op dezelfde manier begrepen. Uiteraard zijn er nog veel; ontwikkelingen nodig om deze intenties te kunnen delen, maar het voorbeeld geeft aan dat het zinvol is om niet zomaar vast te houden aan het 'automatiseren' van de schipper of de kapitein.



Digitalisering van de vaarwegomgeving

Een andere relevante vraag in dit kader is de ontwikkeling van de vaarwegomgeving. In welke mate moet de infrastructuur worden aangepast om smart shipping te faciliteren? Onder infrastructuur verstaan we in dit kader bruggen en sluizen, maar ook kades en (overnachtings-) havens.

Tot dusver is de common opinio dat smart schepen zich zoveel mogelijk moeten gedragen als conventioneel bemande schepen. Maar recent onderzoek¹² laat zien dat er grote voordelen zitten voor zowel individuele scheepseigenaren maar ook voor de maatschappij wanneer smart shipping vanuit de infrastructuur wordt gefaciliteerd. De introductie van smart shipping verloopt dan sneller én er zijn dan mogelijkheden die zonder aanpassingen in de infrastructuur niet mogelijk zijn.



Figuur 21: Fugro test hoe USV's autonoom kunnen docken (2022, IJmuiden)

We geven een tweetal voorbeelden om dit te illustreren.

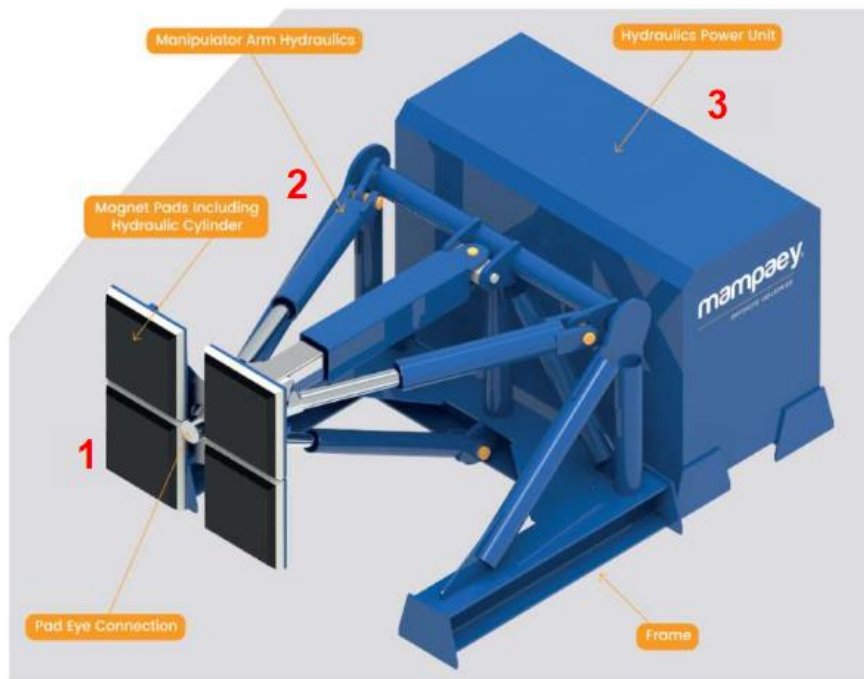
Een verkeerslicht geeft schippers die wachten voor een brug of sluis aan of en wanneer ze mogen invaren. Het uitlezen van een dergelijk verkeerslicht kan best automatisch: met camera's en beeldherkenning kan een systeem zonder menselijke tussenkomst vaststellen welk signaal wordt gegeven. Maar voor de automatisering is het veel eenvoudiger, en waarschijnlijk ook veel minder foutgevoelig, wanneer er een digitaal signaal is dat direct aan de scheepvaart aangeeft wat de status van het object is.

¹² Economische effecten van smart shipping, Panteia en Ecorys in opdracht van Rijkswaterstaat. Dit rapport is vergezeld van een beleidsbrief in juni 2022 naar de Tweede Kamer gezonden: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2022/06/29/bijlage-rapport-economische-effecten-smart-shipping>



Het tweede voorbeeld gaat in op het aan- en afmeerproces. Met het verregaand automatiseren van binnenschepen en het verminderen van de bemanning wordt het aanmeren van het schip een knelpunt: alleen voor dat proces is een bemanning nodig die zonder dat proces niet nodig zou zijn.

Het automatisch aanmeren van het schip heeft dan als voorbeeld dat met minder bemanning gevaren kan worden. Dergelijke systemen zijn in ontwikkeling¹³, maar worden nog maar op beperkte schaal toegepast. Er wordt onder andere gekeken naar robotarmen die met behulp van magnetische of pneumatische verbindingen het schip stabiliseren, wat zowel het afmeerproces kan versnellen als veiliger kan maken. Een andere veelbelovende techniek is het gebruik van een robotarm waarmee trossen alsnog zonder bemanning aan boord op een bolder geplaatst kunnen worden.¹⁴



Figuur 22: Voorbeeld van een systeem van Mampey waarmee automatisch gemeerd kan worde. Het systeem werkt op basis van magnetisme (illustratie: Mampey)

¹³ Innovatief afmeren: een inventarisatie van methoden om automatisch af te meren, kennisprogramma natte kunstwerken, november 2018, Wageningen.

¹⁴ Studie naar geautomatiseerd afmeren, Arcadis 2022, <https://smashnederland.nl/nieuws/studie-naar-geautomatiseerd-afmeren/>



Media & Literatuur

De kennisbank van het Nederlands Forum Smart Shipping (SMASH!) omvat veel openbare onderzoeken en presentaties, te vinden via <https://smashnederland.nl/kennisbank/>

Ander beeldmateriaal:

Rolls Royce future shore control center - Rolls Royce -
<https://www.youtube.com/watch?v=ALwx5VP8kWA>

“Dit geautomatiseerde schip weet zelf de weg” – Bright & Rijkswaterstaat -
<https://www.youtube.com/watch?v=eqAyo5Hw8v4>

“Zelfvarend schip is de oplossing voor het personeelstekort in de binnenvaart” – EenVandaag -
<https://eenvandaag.avrotros.nl/item/zelfvarend-schip-is-de-oplossing-voor-het-personeelstekort-in-de-binnenvaart/>

Autonomous shipping and Additive Manufacturing in the Port of Rotterdam – National Geographic -
https://www.youtube.com/watch?v=sLr_NhnYI88

Ander bronmateriaal en literatuur:

Klaar voor de toekomst met Smart Shipping – Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2020)
<https://smashnederland.nl/wp-content/uploads/2020/04/publicatie-smart-shipping-toekomst.pdf>

Overzicht van smart shipping projecten in Europa – CCR - <https://automation.ccr-zkr.org/1000-nl.html>

Smart ships and the changing maritime ecosystem – Smart Port - <https://smartport.nl/wp-content/uploads/2019/04/SmartPort-whitepaper-SmartShipping.pdf>

Beleidsregels experimenteren en Loket Smart Shipping – Rijkswaterstaat -
<https://www.rijkswaterstaat.nl/water/wetten-regels-en-vergunningen/scheepvaart/scheepvaartverkeerswet/smart-shipping>

Juridische onderzoek Smart Shipping – Erasmus -
<https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2020/03/03/rapport-erasmus-school-of-law-juridisch-onderzoek-smart-shipping/rapport-erasmus-school-of-law-juridisch-onderzoek-smart-shipping.pdf>

Onderzoek varende drones – Deloitte -
<https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2020/03/03/ra>



[pport-monitor-deloitte-eindrapport-onderzoek-varende-drones/rapport-monitor-deloitte-eindrapport-onderzoek-varende-drones.pdf](#)

Economische Effecten van Smart Shipping Panteie & Ecorys –

<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2022/06/29/bijlage-rapport-economische-effecten-smart-shipping>

Road map smart shipping in Nederland – Nederlands Forum Smart Shipping –

<https://www.smashroadmap.com/>

Colofon

Dit is een uitgave van SMASH!
Nederlands Forum Smart Shipping

<https://smashnederland.nl/>

1 september 2022