

DE OPKOMST VAN DE AUTONOME SCHEEPVAART

# ALLE HENS VAN DEK

Grote schepen op de oceaan worden nu vaak al bestuurd door maar een handjevol mensen. En over een jaar of vijftien zijn ook zij niet meer nodig, want het schip vindt zijn weg helemaal autonoom, gevolgd vanuit een controlekamer aan de wal. 'Alle benodigde technologie is al zo'n beetje voorhanden.'

tekst ir. Jim Heirbaut

Impressie van een toekomstig autonoom offshore-bevoorradingschip.





Een visie op de toekomst van de scheepvaart. Op open zee vaart een schip helemaal autonoom, op basis van informatie uit camera's, radar en lidar en door te 'praten' met andere schepen. Vaart er een ander schip in het beoogde pad, dan kiest het navigatiesysteem zelf een nieuwe route (groen). Via een satellietverbinding staat het schip in contact met de controlekamer aan wal. Komt het schip in de buurt van een haven, dan neemt een mens de besturing weer over.

In een futuristisch kantoorgebouw dat rechtstreeks uit de laatste James Bondfilm lijkt te komen, zit een jonge operator op een luxe bureaustoel. In een halve boog om hem heen hangen metershoge beeldschermen met een kaart van de wereld. Ergens op de wereldkaart begint een stipje te knipperen, vergezeld van een urgente pieptoon. Het is een vrachtschip dat midden op de oceaan te kampen heeft met een technisch mankement. Er zijn geen mensen meer aan boord van het schip. Daarom tikt de operator op

zijn touchscreen een tweetal drones aan die binnen een paar minuten boven het schip zweven. Op hun camerabeelden is te zien welk onderdeel kapot is: een antenne. De operator besluit dat het schip kan doorvaren naar de volgende haven, waar een monteur zal klaarstaan om de antenne te vervangen.

Deze beelden uit een video van Rolls Royce laten de toekomst van de commerciële scheepvaart zien, zo blijkt uit een rondgang langs bedrijven en onderzoeksinstellingen. Alle pijlen wijzen deze kant op: schepen krijgen steeds geavanceerdere systemen voor navigatie en die zullen in de toekomst waarschijnlijk zelfs de besturing overnemen; in

## WHIZZKIDS OF STUURMANNEN?

Komt een autonoom schip straks in de buurt van een drukke scheepvaartroute of een haven, dan neemt een operator aan de wal de besturing over. Dit roept de vraag op wat voor types dat moeten zijn. Whizzkids die superhandig zijn met knoppen en joysticks? Of toch voormalige stuurmannen die hun sporen hebben verdiend op zee? 'We denken nu dat laatste', zegt dr. Hans van den Broek van TNO. 'Want ook al zit je op de wal, je moet wel snappen hoe zwaar een vrachtschip is en hoe traag het reageert. Ook moet je gevoel hebben voor wind en andere tegenkrachten. Daarbij helpt het als je ooit met je voeten op zo'n schip hebt gestaan terwijl je het bestuurt. Het is ook niet voor niets dat de dronebestuurders-op-afstand in de VS voormalige piloten zijn.' Van den Broek meent dat een automatisch systeem niet alle taken uit handen van de stuurman moeten nemen. 'Dan wordt het voor een stuurman of operator te saai.' Hij wil voorkomen dat er voor de supervisor alleen maar zoge-

heten resttaken overblijven; tijdkritische situaties waarbij de automatisering niet goed anticipeert op wat er gebeurt, waardoor de mens onverwacht in actie moet komen. Als de mens dan te laat, verkeerd of helemaal niet ingrijpt, kan dit leiden tot ongevallen. Daarom pleit Van den Broek voor een andere interactie tussen mens en machine. 'Af en toe moet je de operator *in the loop* plaatsten. Zo neemt de computer bepaalde deeltaken voor zijn rekening en zijn andere taken voor de mens.' Het moeilijkst zijn de situaties waarbij twee of meer dingen tegelijk misgaan. 'Twee *read-outs* van meters die beide fout lijken, of twee boegschroeven die tegen elkaar in werken. Een operator kan prima overweg met een situatie waarin een enkel ding fout gaat, zoals een sensor die stuk gaat. Maar dubbele problemen zijn lastig. Dan raak je als mens snel overvoerd, overbelast. Daar moet je voor waken. Net als voor het andere uiterste: verveling.'

ieder geval voor het grootste deel van de tijd. Onzeker is hooguit in welk tempo autonome schepen gemeengoed worden.

### Dubbelslag

Schepen gaan autonoom van het ene gemarkeerde punt naar het andere, onder supervisie van een operator. Alleen bij een drukke scheepvaartroute of een haven neemt de operator de besturing handmatig over. De komende jaren zit die operator nog op het schip zelf, maar uiteindelijk zal hij in een *control room* op afstand werken, verwacht dr. Hans van den Broek van TNO. Op termijn gebeurt die besturing dus duizenden zeemijlen verderop op de wal.

De wens om schepen autonoom te maken, is goed te verklaren. Ten eerste is er een *technology push*: sensoren, dataverwerking en technologieën als *cloud computing* en kunstmatige intelligentie worden snel beter; zie ook de snelle ontwikkelingen rond de autonome auto. Ten tweede ziet de scheepvaartsector duidelijk het nut in van autonome

schepen. Om te beginnen betekent het weghalen van het personeel op een schip natuurlijk een directe kostenbesparing voor de vervoerder. Het levert zelfs een dubbelslag op, want als je personeel kunt schrappen van een schip, komt er ruimte vrij voor extra lading.

'Dit argument geldt sterker voor de wat kleinere schepen, bijvoorbeeld op de binnenvaart, dan voor de megagrote containerschepen op zee,'

In de controlekamer van de toekomst is ook een ingenieur aanwezig die is op te roepen als sensoren op het schip een technisch probleem constateren. Rolls Royce voorziet een hologramtafel waarop het schip te bekijken is en de ingenieur op snelle wijze toegang krijgt tot sensordata en zo het defecte onderdeel kan vinden. Vervolgens wordt een reparatie ingepland in de eerstvolgende haven.





De TU Delft doet aan de hand van schaalmodellen onderzoek naar de interactie tussen meerdere autonome schepen.



foto TU Delft



illustratie Rolls Royce

Impressie van een autonoom schip. Doordat het aan de bovenkant dicht is gemaakt, is het een stuk minder toegankelijk voor piraten.



illustratie Kongsberg

Impressie van autonome schepen in de proeftuin van het Trondheim Fjord, Noorwegen.

den. Zie de illustratie bovenaan deze pagina met het conceptschip van Rolls Royce; dat is aan de bovenkant zodanig dicht gemaakt dat het net een onderzeeër lijkt.

Argumenten genoeg dus voor het invoeren van technologie waarmee schepen zichzelf besturen. Maar op wat voor termijn kunnen we die verwachten? Rolls Royce, dat zich van de grote bedrijven het sterkst lijkt te storten op dit onderwerp, verwacht al over tien, vijftien jaar volledig autonome vrachtschepen op de oceanen. ‘Ik ben er honderd procent zeker van dat er volledig autonome schepen komen. Vrachtschepen met een ongevaarlijke lading lenen zich goed voor autonomie en bij een herontwerp kun je een heleboel onderdelen weghalen’, zegt Oskar Levander MSc, Vice President Innovation, Engineering & Technology, Marine bij Rolls Royce.

‘Tegelijk weet ik ook zeker dat niet alle schepen volledig autonoom zullen opereren’, vervolgt Levander. ‘Het is nu eenmaal niet voor elke toepassing de oplossing. Denk aan cruiseschepen; daar zal altijd een bemanning aan boord zijn. Je wil nu eenmaal bediend worden. Of stel dat er moet worden geëvacueerd. Dan heb je echt een bemanning nodig die de mensen vertelt wat ze moeten doen. En op schepen in de olie- en gasindustrie moet je altijd een ploegje mensen aan boord hebben dat in actie kan komen voor het geval er zich een calamiteit voordoet.’

Over een paar jaar kunnen schepen al met minder bemanning toe op de brug. Weer een paar jaar verder dienen de schepen zich aan die worden bestuurd vanuit een *control room* op de wal. ‘De stuurman zit op afstand, wat diens baan eigenlijk nog lastiger maakt’, zegt Van den Broek van TNO. ‘Dat komt doordat de directe *situational awareness* ontbreekt. De operator voelt het schip niet op en neer

gaan, ziet niet direct wat voor weer het is, enzovoort.’

Systemen die een varend schip automatisch bijsturen langs een alternatieve route – wat nodig is voor echte autonomie – zijn er nog niet, maar de experts constateren dat de technologie die ervoor nodig is, wel al zo’n beetje voorhanden is. Nieuwe schepen krijgen steeds meer en steeds betere systemen aan boord voor navigatie en positiebepaling. ‘Hierbij draait het om het integreren van een scala aan sensoren en het inrichten van een automatisch navigatiesysteem. Op het schip moeten al die onderdelen op elkaar worden afgestemd, maar de meeste onderdelen bestaan al’, zegt Ørnulf Jan Rødseth MSc van SINTEF Ocean (SINTEF is ‘de TNO van Noorwegen’). Zo hebben de nieuwste schepen al een *autopilot* aan boord die het schip op rechte koers houdt. Op open zee, waar lange tijd niets gebeurt, kan de bemanning dus voetbal gaan zitten kijken. En in de offshore-industrie is al ervaring met *dynamic-positioning*-systemen. *Dynamic positioning* is een systeem dat de positie van een schip vasthoudt door gebruik te maken van extra schroeven, de zogeheten boegschroeven. Met deze schroeven is ook de koers bij te stellen.

### Autonoom op de grachten

Alle seinen op groen dus voor het autonome schip. Of toch niet? Nee, niet direct, want tussen droom en daad staan vaak wetten in de weg en praktische bezwaren. De regels voor de scheepvaart zijn niet ingericht op autonome vaartuigen. Met nieuwe technologie gaat dat natuurlijk vaak zo, zegt dr. Wouter Verheyen van de Erasmus Universiteit, die onderzoek doet naar de juridische aspecten van innovatie in de transportsector. ‘Het recht is meestal reactief; het past zich aan de technologische ontwikkelingen aan. Het komt maar zelden voor dat je vooraf wetten verandert omdat er een technologische ontwikkeling aankomt.’

## HET ECONOMISCHE PLAATJE

Hoeveel goedkoper is autonoom varen? Rolls Royce heeft de mogelijke kostenbesparingen helemaal doorgerekend voor een klein vrachtschip van 20 000 ton draagvermogen. Wanneer het lukt om zo’n schip volledig autonoom te maken, is een kostenbesparing mogelijk van zo’n 20 %, schat het bedrijf.

Die forse besparing is onder meer opgebouwd uit minder personeelskosten en een lagere startinvestering, en dus minder rentekosten. Maar ook op de brandstof kun je besparen, want het autonome schip mag langzamer varen. Er is immers geen bemanning meer aan boord die per dag moet worden betaald. Er is dus minder haast en dat maakt rustiger en zuiniger varen mogelijk.

Ook op de bouwkosten voor de autonome versie van het genoemde vrachtschip heeft Rolls Royce zich gestort. Het bedrijf berekende dat het bouwen van een dergelijk autonoom vrachtschip zo’n 5 miljoen euro minder kost dan de ouderwetse variant. Daar staat echter tegenover dat je cruciale systemen dubbel moet uitvoeren, wat weer zo’n 4 miljoen euro extra kosten met zich meebrengt. Onder de streep zou de autonome versie dus 1 miljoen euro goedkoper zijn.

Dat is geen schokkende winst, maar volgens Oskar Levander van Rolls Royce is dit toch een goed verhaal richting schipeigenaren en investeerders: ‘Als die tegenwoordig voor een zuinig type schip kiezen, dan vergt dat altijd een grotere voorinvestering dan bij de keuze voor het standaardschip; de kost gaat voor de baat uit. Met het autonome vrachtschip krijgen ze een zuiniger schip dat zelfs nog iets goedkoper is dan de door mensen bestuurde variant.’

zegt dr. Rudy Negenborn, universitair hoofddocent Maritieme Transporttechniek aan de TU Delft. ‘Daar is de mogelijke winst maar een paar procent, omdat er toch al relatief weinig bemanning nodig is.’ Een andere reden voor autonome scheepvaart is de trend dat jonge mensen zich steeds minder aangetrokken voelen tot werken op een schip op volle zee, vaak gekenschetst door de drie d’s van *dull, dirty and*

*dangerous*. Komt nog bij dat je in dergelijke banen vaak maanden van huis bent; een reden voor veel werknemers in de scheepvaart om ermee te stoppen zodra ze een gezinnetje willen stichten. De scheepvaartsector ziet voor de komende jaren dan ook een personeelstekort aankomen. Als de stuurmannen van de toekomst in een comfortabele stoel in een controlekamer op de wal werken, moet dat jonge mensen meer aanspreken.

### Piraterij

Een autonoom schip heeft nog andere voordelen. De kans op ongelukken gaat flink omlaag, want het merendeel (tussen de 75 en 96 %, aldus een rapport van de verzekeraar Allianz) van de ongevallen op zee is te wijten aan menselijke fouten. Verveling is een probleem dat kan leiden tot onoplettendheid.

Autonoom varende schepen kunnen ook helpen om het energieverbruik wat te beperken. Negenborn: ‘Als schepen met elkaar gaan ‘praten’, kunnen ze onderling een volgorde afspreken waarin ze bij terminals in een haven aankomen.’ Dat verkort de wachttijden en vergroot dus de efficiëntie. Nu ontstaan daar vaak files en dus extra wachttijden. Zelf doet Negenborn momenteel in Delft onderzoek naar de interactie tussen meerdere autonome schepen aan de hand van schaalmodellen.

En wat te denken van ouderwetse piraterij? De kans dat een schip daar het slachtoffer van wordt, zal dalen. Ga maar na: het autonome schip heeft weinig of geen personeel meer aan boord, dus dat kan ook niet worden gegijzeld. Het stuur is niet over te nemen, want dat is er niet meer. En het schip is sowieso een stuk ontoegankelijker gewor-



LEREN VAN DE LUCHTVAART

Wanneer je een schip de zee op stuurt zonder bemanning, dan stelt dat direct hogere eisen aan de betrouwbaarheid van motoren en installaties. Er is immers niemand meer aan boord om reparaties en onderhoud te verrichten. Om te beginnen worden daarom de kritische systemen op een autonoom schip dubbel uitgevoerd. Daaronder vallen bijvoorbeeld de motoren, de stroomvoorziening, de besturing en de communicatie. Verder komt de motor vol te zitten met sensoren die zorgen voor het *health management*: hoe staat het ermee? Zitten er problemen aan te komen? Dat maakt *predictive maintenance* mogelijk: het voorspellen wanneer (groot) onderhoud nodig is, zodat dit in te plannen is voor een moment dat het schip een haven binnenloopt. ‘Daarbij kunnen we veel leren van de luchtvaartindustrie’, zegt Oskar Levander van Rolls Royce. ‘Wij hebben zo’n tienduizend straalmotoren in vliegtuigen zitten waarvan we voortdurend leren. En hoe meer je je systemen standaardiseert, hoe beter je data kunt verzamelen om slijtage mee te voorspellen en dus problemen vroeg te zien aankomen.’

Cyberkwetsbaarheid

Een minstens zo grote uitdaging is het om de communicatieverbinding van het autonome schip in de lucht te houden. Het schip is afhankelijk van binnenkomende informatie over het weer, de schepen om hem heen en wijzigingen

in de logistieke planning. Maar nog veel essentiëler: het schip moet continu informatie uitsturen naar de controlekamer duizenden kilometers verderop; onder meer over zijn locatie, de status van apparaten aan boord en de weersomstandigheden ter plaatse. Als deze communicatie wegvalt, heeft de vervoerder een groot probleem. En dan is er nog de cyber(on)veiligheid. Dr. Wouter Verheyen van de Erasmus Universiteit denkt dat de grootste kwetsbaarheid van autonome schepen ligt in cyberaanvallen. Van moderne auto’s is bekend dat ze kwetsbaar zijn voor hacken en ook het hacken van schepen zou voor criminelen een aardig businessmodel kunnen zijn. ‘Je kaapt een schip via de communicatieverbinding en vraagt om losgeld. De eigenaar stort het geld en krijgt pas dan de controle over zijn schip terug’, legt Verheyen uit. Ørnulf Jan Rødseth MSc van SINTEF Ocean is minder pessimistisch. Hij denkt juist dat cyberkwetsbaarheid een groter probleem is voor bestaande schepen dan voor de toekomstige generatie autonome. ‘Bestaande schepen zijn vaak slecht beveiligd tegen cyberaanvallen, bijvoorbeeld via de gps-verbinding. Het voordeel van het volledig opnieuw ontwerpen van autonome schepen is dat we systematisch meer aandacht aan cyberveiligheid kunnen besteden. Denk aan streng beveiligde communicatie met de nadruk op stevige encryptie.’

Zo ook in de scheepvaart. Regels staan de onbemande scheepvaart nog in de weg. Een bijkomend probleem is dat het lastig is om in te schatten wat de juridische gevolgen zijn wanneer je een autonoom schip loslaat op zee. ‘Er is nog geen rechtspraak die laat zien hoe we bestaande regels moeten interpreteren in een context van onbemande schepen,’ zegt Verheyen. ‘De uitdaging is om deze situatie te doorbreken en dat doe je door de politiek te overtuigen met duidelijk businesscases die het nut laten zien. Bij autonoom varen wil je laten zien dat het besparingen oplevert voor de transportbedrijven en hun klanten.’

Een geslaagde businesscase uit een andere sector is *platooning*; het in een treintje rijden van vrachtwagens. ‘Dat levert brandstofbesparingen op, een betere doorstroming van het verkeer en een verhoogde verkeersveiligheid. Wel is deze winst al op korte termijn te pakken. Volledig autonoom varen heeft als nadeel dat het wat verder achter de horizon ligt.’

Toch komen hier en daar al projecten van de grond om op kleine schaal de haalbaarheid te laten zien van autonome schepen. De kleinste

vaartuigen worden als eerste zelfsturend. Zo gaat Amsterdam in het project Roboat onderzoeken of autonome bootjes op de grachten iets kunnen betekenen voor het vervoer van mensen en goederen in de drukke binnenstad.

Minder vrachtwagens

Een maatje groter krijgen we te zien in Noorwegen, waar aan de langgerekte westkust de doorgaande weg steeds wordt afgesneden door fjorden. Tussen de gehuchten Anda en Lote, een bescheiden tochtje van 2 km, gaat begin volgend jaar een elektrisch aangedreven veerboot varen. In opdracht van de eigenaar van het veer, Fjord1, rust Rolls Royce de boot uit met een *automatic crossing system* dat zowel de route bepaalt als het versnellen en vertragen van het schip. Het zorgt ervoor dat de elektromotoren van het schip steeds op een optimale manier worden belast, wat efficiënter is dan een stuurman die de ene keer een forsere peut gas geeft dan de andere keer. ‘Er zit eerst nog wel een kapietein op de brug die een oogje in het zeil houdt en de besturing de laatste meters voor aanmeren overneemt. Maar al snel zal ook dat volautomatisch gaan,’ zegt Levander van Rolls Royce.

Een paar honderd kilometer naar het noorden, in het Trondheim Fjord, wordt een hele proeftuin ingericht om te experimenteren met autonome vaartuigen. Maritieme bedrijven krijgen er, samen met instellingen als de technische universiteit NTNU en SINTEF Ocean, toestemming om in het fjord schepen met verschillende graden van autonomie te beproeven.



Illustratie: Fraunhofer CML/MUNIN Project

Het eerste project in Trondheim richt zich op een klein transportschip, met ruimte voor tien tot twintig containers. Dat is uitermate geschikt om autonoom te maken, schat Rødseth in. Het schip zal elektrisch worden aangedreven, langzaam varen en autonoom zijn gang gaan. ‘Normaal gesproken varen forse vrachtschepen vanaf de oceaan een grote haven binnen, waar ze hun lading lossen op vrachtwagens, die het land in rijden. Maar in Noorwegen liggen veel bestemmingen aan de kust, dus we denken dat het zinvol is om die laatste vervoersstap – we noemen dat *last-mile*-vervoer – ook over water te doen. En hoe dat moet met kleine onbemande schepen, gaan we onderzoeken.’

Rødseth benadrukt dat dit soort kleine transportschepen niet rendabel kunnen opereren met een bemanning aan boord. ‘De operationele kosten zouden te hoog liggen in vergelijking met vrachtwagens. Haal de crew eraf en je wordt in één keer concurrerend met de trucks op de weg.’

Dat er in Noorwegen zo veel activiteit is op het gebied van autonoom varen, is wel logisch. ‘Het land heeft ontelbare fjorden én de wens om de vervuiling door auto’s en vrachtwagens te verminderen,’ zegt ir. Egbert Ypma van het Nederlandse onderzoeksinstituut MARIN. ‘En elektrische aandrijving van de schepen is vanzelfsprekend, want er is een enorme hoeveelheid duurzaam opgewekte stroom beschikbaar uit waterkracht.’

Ook België gaat autonome schepen testen voor dit soort kleinschalig goederenvervoer. Rødseth: ‘Je hebt daar veel lange kanalen die nauwelijks nog worden gebruikt, bijvoorbeeld van Zeebrugge helemaal naar Brussel. Door die route over water te gebruiken, kun je het aantal vrachtwagens op de weg aanzienlijk terugbrengen.’

Creatieve oplossingen

Als er geen mensen meer werken op een schip, kan het ontwerp grondig worden vernieuwd. Zo zijn de woon- en slaapvertrekken overbodig, evenals de eetzaal, de wc’s, de waterleiding, de stroomvoorziening enzovoort. Ook kunnen ontwerpers anders omgaan met het thema veiligheid. Relingen op het dek om je aan vast te houden, hoeven niet meer. Tegelijkertijd worden er creatieve oplossingen mogelijk voor bijvoorbeeld brandveiligheid. ‘Een beginnende brand in een ruimte kun je effectief bestrijden door die kamer helemaal vol te pompen met CO<sub>2</sub>. Dat werkt geweldig, maar met mensen aan boord kun je dat gewoon niet doen, want dat is levensgevaarlijk,’ zegt dr.ir. Robert Hekkenberg van de TU Delft.

Je kunt je verder nog afvragen of de maatschappij autonoom varende schepen zal accepteren. Het zijn immers loeizware vaartuigen die zonder bemanning door de golven klieven en behoorlijke snelheden bereiken. ‘Het lijkt mij dat de maatschappij zelfsturende schepen op de oceaan eerder accepteert dan autonome auto’s in een drukke binnenstad’, stelt Levander van Rolls Royce.

En hoe zit dat in de sector zelf? ‘Toen wij voor het eerst over autonome schepen spraken, kwamen we veel scepsis tegen, maar dat is snel aan het veranderen,’ zegt Levander. ‘Ik was net bij een grote offshore-conferentie en daar werd aan het publiek gevraagd wanneer het dacht dat het eerste volledig autonome offshoreschip zou rondvaren: in 2018, in 2020, in 2025 of helemaal nooit. Hoeveel mensen denk je dat antwoordden: helemaal nooit? Nul, niemand.’

Impressie van een controlekamer aan wal. Op het beeldscherm is te zien dat het navigatiesysteem een suggestie doet voor een alternatieve route. De rode en blauwe lijnen links laten zien hoe het weer zich ontwikkelt.