

Verkenning geautomatiseerd afmeren binnenvaartschepen

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat

28 april 2022 - AS2-Internal

Contactpersoon

MEVROUW DRS. B. RAKIC
Hoofd Adviesgroep
Beleid & Smart Innovation

T 06 2706 0314
E bettinka.rakic@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

1	Inleiding	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Doel	6
1.3	Aanpak	6
1.4	Leeswijzer	7
2	Toepasbaarheid & bruikbaarheid	8
2.1	Het afmeren van binnenvaartschepen	8
2.1.1	Afmeren langs een kade of palen	8
2.1.2	Afmeren in een sluis	10
2.1.3	Afmeren langs zij een schip	10
2.1.4	Resumé	11
2.2	Overige vormen van afmeren	11
2.3	Automatische afmeersystemen	12
2.3.1	Vacuüm afmeersystemen	12
2.3.2	Magnetische afmeersystemen	13
2.3.3	Automatische robotarmen of kranen (AMS-systeem)	14
2.3.4	Resumé	15
2.4	Vergelijking op toepasbaarheid en bruikbaarheid	16
2.5	Conclusies	18
3	Business case	19
3.1	De business case voor de binnenvaart	19
3.1.1	Kosten van automatische afmeersystemen	21
3.1.2	Voorwaarden voor een rendabele business case	22
3.1.3	Indicatieve business case	24
3.2	De business case voor de overheid	25
3.2.1	Baten van automatische afmeersystemen voor de vaarwegbeheerder	25
3.2.2	Baten van automatische afmeersystemen voor de BV Nederland	26
3.2.3	Kosten van automatische afmeersystemen	27
3.2.4	Indicatieve business case	27
3.2.5	Conclusies	27

4. Meerwaarde met crew-reduced schepen?	29
4.1 Opbouw van de vloot en mogelijkheden voor automatisch afmeren	29
5 Conclusies & aanbevelingen	31
5.1 Meerwaarde voor conventionele binnenvaartschepen	31
5.2 Aanbevelingen	32
Colofon	34

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

We leven in een wereld waarin de toepassing van Artificial Intelligence (AI) alomtegenwoordig is. Ook binnen het verkeer en vervoer is AI gewoon: zelfrijdende voertuigen zijn geen verre toekomstmuziek meer. Zo is binnen in het goederenvervoer platooning inmiddels al uitgebreid 'op de weg' beproefd. In de binnenvaartsector is dat niet anders en wordt er gewerkt aan ontwikkelingen om geautomatiseerd varen mogelijk te maken. Vanuit de verwachting dat deze vorm van varen kan bijdragen aan een concurrerende, veiliger en duurzamere binnenvaart, werkt het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat onder de naam Smart Shipping aan beleid om deze ontwikkelingen te faciliteren en te stimuleren.

Geautomatiseerd varen is geen sinecure. Op een schip worden verschillende vaartaken uitgevoerd die verschillen in complexiteit. Hierdoor zit er logischerwijs ook verschil in het tempo waarin er technieken beschikbaar komen om deze vaartaken te automatiseren. Panteia en Ecorys¹ komen in recent onderzoek tot de volgende 'ranking':

- Voor routeplanning van binnenvaartschepen (1) bestaan momenteel al diverse systemen.
- Daarna worden relatief eenvoudige vaartaken, zoals het varen (2) op rechte stukken geautomatiseerd. Eerst het varen, daarna mogelijk ook het passeren en inhalen van andere schepen.
- Dan volgen (3) het passeren van bruggen en (4) het passeren van sluisen.
- Vaartaken als het (5) varen over vaarwegkruisingen/nevenwater en (6) het aan- en afmeren volgen in een later stadium. Deze taken zijn het lastigst om te automatiseren.

Hiervan uitgaande is de verwachting in het onderzoek van Panteia en Ecorys dat de automatisering van de binnenvaart de komende jaren stapsgewijs via drie ontwikkelpaden zal verlopen:

1. In ontwikkelpad 1 kunnen binnenvaartschepen autonoom op rechte stukken varen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van diverse vaartaakondersteunende systemen. Vanuit de overheid vraagt dit om maatregelen gericht op verbeterde informatievoorziening via accurate en actuele vaarwegkaarten, en om voldoende dekking van mobiel internet op vaarwegen om deze informatie te ontsluiten.
2. In ontwikkelpad 2 kunnen binnenvaartschepen vervolgens ook sluisen en bruggen gedeeltes autonoom varend passeren. De technieken die een dergelijke handeling faciliteren, voorzien in de communicatie tussen schepen onderling en de wal (in dit geval sluisen en bruggen)².
3. In ontwikkelpad 3 kunnen binnenvaartschepen ook autonoom afmeren. Hiertoe zijn investeringen benodigd aan de walzijde (sluisen inclusief voorhavens, wachtplaatsen bij beweegbare bruggen) en aan boord van het schip.

Feitelijk betekenen deze ontwikkelpaden dat het aantal bemanningsleden op een binnenvaartschip geleidelijk aan vermindert totdat er uiteindelijk in ontwikkelpad 3 sprake is van volledig autonoom varende schepen met niet of nauwelijks bemanning aan boord.

Het genoemde onderzoek van Panteia en Ecorys laat niet alleen zien dat er in de binnenvaart momenteel al flinke stappen worden gezet richting ontwikkelpad 1 en 2, maar ook dat deze ontwikkelingen tegen relatief beperkte investeringen op binnenvaartschepen gerealiseerd kunnen worden. Het automatiseren van het afmeren van binnenvaartschepen is, zoals hiervoor gesteld, echter een stuk lastiger. Praktijkervaring is nog schaars en de ontwikkeling van dergelijke systemen zal mogelijk om substantiële investeringen vragen.

Gezien het belang van (een verdere uitrol van) smart shipping is nader inzicht in de mogelijkheden en meerwaarde van automatische afmeersystemen gewenst. Rijkswaterstaat heeft namens het programma Smart Shipping aan Arcadis Nederland B.V. (hierna: Arcadis) gevraagd om dit nader te analyseren. Voorliggend rapport vormt hier de weerslag van.

¹ Panteia en Ecorys (2021), *Economische effecten smart shipping*.

² Om de periode richting automatisch afmeren te kunnen overbruggen, zijn er in dit ontwikkelpad op de sluisen stewards aanwezig die het binnenvaartschip helpen afmeren.

1.2 Doel

Hoofdvraag in dit rapport is of er een business case is voor de introductie van automatische afmeersystemen in de binnenvaartsector. En, zo ja, op welke termijn en wat hierbij de kritische succesfactoren zijn.

Deze hoofdvraag is in dit rapport uitgewerkt aan de hand van de beantwoording van twee hoofdvragen:

1. Wat is de toepasbaarheid en de bruikbaarheid van automatische afmeersystemen voor reguliere afmeersituaties?
2. Hoe verhouden de voordelen van automatische afmeersystemen zich tot de benodigde investeringen?

Op basis van de beantwoording van de twee hoofdvragen trekken we vervolgens conclusies en doen we aanbevelingen voor beleid en onderzoek naar automatische afmeersystemen in:

- De huidige context met (overwegend) conventionele schepen. Conventionele binnenvaartschepen zijn binnenvaartschepen met nauwelijks geautomatiseerde vaartaken en met tenminste een kapitein en een matroos aan boord. Deze schepen beschikken doorgaans wel over geautomatiseerde systemen, zoals de automatische piloot die softwarematig de roerganger ondersteunt om het schip een stabiele koers te laten varen.
- Een situatie met crew-reduced binnenvaartschepen. Crew-reduced schepen zijn schepen waarin de eenvoudige vaartaken al automatisch plaatsvinden, die deels zonder bemanning opereren en waarbij de technische staat van het schip al bovengemiddeld is.
- Een situatie met autonome binnenvaartschepen. Dit betreft een situatie met volledig geautomatiseerde binnenvaartschepen en waarin het schip zonder menselijk handelen de verschillende vaartaken zelfstandig (of grotendeels zelfstandig) kan uitvoeren.

Uitgangspunt voor de beantwoording van de hoofdvragen is, tenzij anders vermeld, de toepassing van automatische afmeersystemen op conventionele schepen.

1.3 Aanpak

Omdat automatische afmeersystemen nog sterk in ontwikkeling zijn, is hierover betrekkelijk weinig literatuur beschikbaar. Voor deze studie is daarom gebruik gemaakt van meerdere onderzoekstechnieken:

Literatuuronderzoek

De volgende documentatie is geanalyseerd:

- Edwin Verberght (2020), *Innovation in Inland Navigation: Failure and Success - The European case*.
- Kennisprogramma Natte Kunstwerken (2018), *Innovatief afmeren - Een inventarisatie van methoden om automatisch af te meren*.
- Panteia en Ecorys (2021), *Economische effecten smart shipping*.
- Concept-notitie van De Vlaamse Waterweg en EY over 'What solutions exist for the safe passage through locks for an unmanned barge?'
- Diverse folders van de leveranciers van automatische afmeersystemen.

Interviews

In aanvulling op het literatuuronderzoek is contact gelegd en zijn gesprekken gevoerd met de belangrijkste betrokkenen; leveranciers van afmeersystemen, de kennisinstellingen en binnenvaartondernemingen en -vertegenwoordigers.

De geïnterviewde organisaties en personen zijn opgenomen in de volgende tabel:

Tabel 1. Geïnterviewde organisaties en personen.

Organisatie	Geïnterviewde persoon
Leveranciers van afmeersystem:	
Automoorng Solutions	Max Duursma en Pieter Brink
Cavotec	Vikesh Dhanpat
Innodox	Wouter van Reenen
Trelleborg	Alessandro Zanderigo
Ondernemers in de binnenvaart:	
Aquater	Jean-Pierre Dubbelman
Blue Line Logistics	Eric de Bruyne
Seafar	Louis-Robert Cool
Shipping Technology	Remco Pikaart
Zulu Associates	Antoon van Coillie
Andere partijen:	
De Vlaamse Waterweg nv	Ann-Sofie Pauwelyn
Havenbedrijf Rotterdam	Melinda Mossel en Niels Kalshoven
Kon. BLN-Schuttevaer	Marleen Buitendijk en Saskia de Rooij
Marin	Dimitri van Heel
Rijkswaterstaat	Otto Koedijk, Lea Kuiters, Anton Hurman, Brian Vrijaldenhoven

Schouw magnetisch afmeersysteem in Mol

In Mol (België) loopt op het binnenvaartschip Zulu 4 een proef met het voorsnog enige operationele magnetische afmeersysteem voor binnenvaartschepen in Europa. In hoofdstuk 2 gaan we hier dieper op in. We hebben het schip en de afmeerkade waarop het systeem wordt toegepast, bezocht. Het systeem is in werking gezien en we hebben gesproken met de direct betrokkenen.

Werksessies en symposia

Om de tussenresultaten van de studie te bespreken en waar nodig verder aan te scherpen, zijn werksessies georganiseerd. Ons team is aangesloten bij verschillende symposia, zoals het mini-symposium over de economische effecten van smart shipping op 11 januari 2022 waarin aandacht is besteed aan de nut en noodzaak, meerwaarde en implementatie van automatische afmeersystemen. In november 2021 is een bezoek gebracht aan de Europort-beurs in Rotterdam, waarbij aan meerdere werksessies is deelgenomen en met leveranciers van afmeersystemen is gesproken.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 en 3 staan de twee hoofdvragen centraal. Hoofdstuk 2 analyseert de toepasbaarheid en bruikbaarheid van automatische afmeersystemen. Hoofdstuk 3 zet de voordelen van automatische afmeersystemen af tegen de benodigde investeringen. Dit betekent grofweg dat we in hoofdstuk 2 vanuit een overwegend technisch perspectief naar de systemen kijken en in hoofdstuk 3 vanuit een meer (bedrijfs)economisch perspectief. In hoofdstuk 4 maken we een kort zijstapje. Daar beschrijven we welke ontwikkelingen verwacht worden in de opbouw van de vloot en hoe dit zich verhoudt tot de mogelijkheden voor een verdere uitrol van automatisch afmeren. De conclusies en aanbevelingen komen tenslotte aan bod in hoofdstuk 4.

2 Toepasbaarheid & bruikbaarheid

In dit hoofdstuk analyseren we automatische afmeersystemen vanuit toepasbaarheid en geschiktheid, en vergelijken deze systemen met conventionele afmeertechnieken.

Vertrekpunt vormt een korte schets van het afmeren van binnenvaartschepen in veelvoorkomende situaties. Vervolgens beschrijven we in paragraaf 2.2 een aantal lopende trends en ontwikkelingen in het afmeren van binnenvaartschepen. Paragraaf 2.3 beschrijft drie hoofdtypen van automatische afmeersystemen.

In paragraaf 2.4 analyseren we zowel de conventionele afmeertechnieken als de automatische afmeersystemen op toepasbaarheid en geschiktheid, waarna we tenslotte in paragraaf 2.5 conclusies trekken.

Uitgangspunt in dit hoofdstuk is een conventioneel binnenvaartschip.

2.1 Het afmeren van binnenvaartschepen

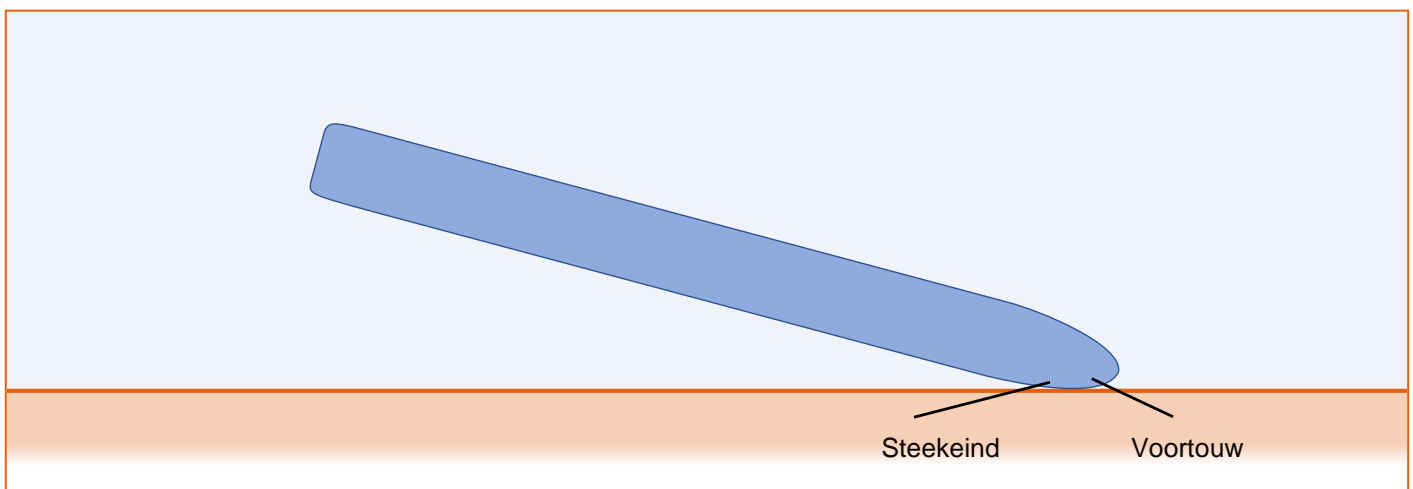
Om te kunnen bepalen welke mogelijkheden automatisch afmeren biedt, moet je uiteraard eerst weten hoe het reguliere afmeerproces – het afmeren met trossen - in zijn werk gaat. Hierbij kunnen drie veelvoorkomende situaties worden onderscheiden: afmeren langs een kade of palen, afmeren in een sluis en afmeren langs een schip. In het vervolg van deze paragraaf beschrijven we deze drie situaties. Daarbij gaan we ook in op het proces bij wegvaren in deze locaties.

2.1.1 Afmeren langs een kade of palen

Afmeren

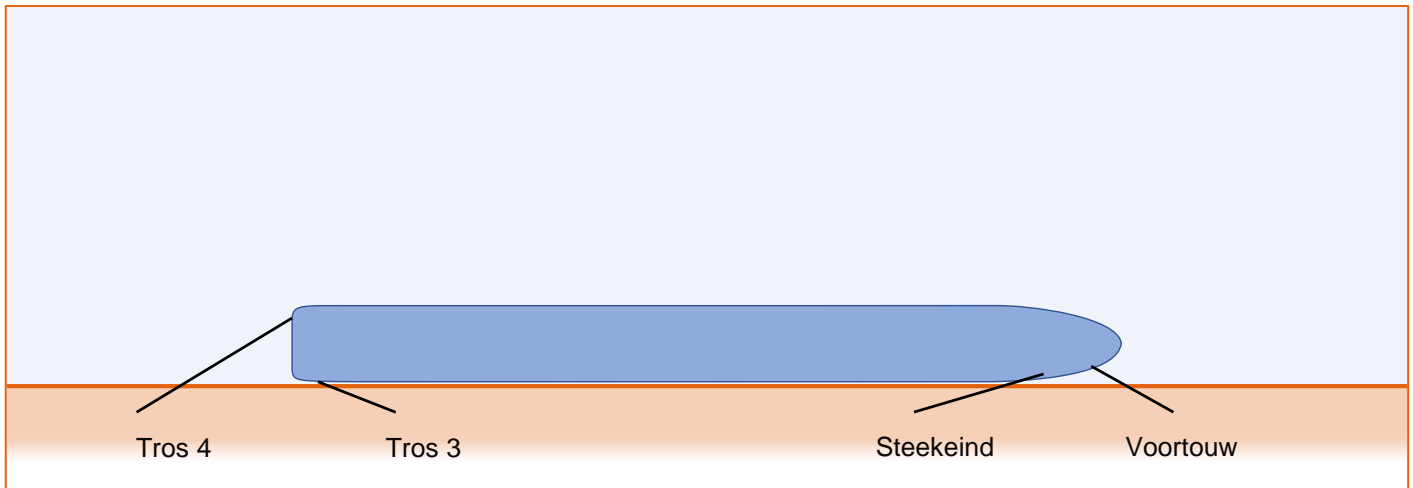
Bij het afmeren langs een kade (of palen) start de matroos tijdens het naderen van de kade met de voorbereidingen aan dek, bestaande uit het klaarleggen van de trossen en/of het hangen van de fenders.

De kapitein manoeuvreert in de meest voorkomende scenario's eerst de boeg van het schip richting de kade. Wanneer de boeg voldoende genaderd is - met het achterschip op enkele meters van de kade - maakt de matroos de eerste en belangrijkste tros, het steekeind, vast. Het steekeind is de tros die vanaf de boeg tegen de vaarrichting in aan de kade wordt vastgemaakt. Het is de belangrijkste tros omdat hiermee het laatste beetje snelheid uit het schip wordt gehaald waardoor het schip veel beter kan worden gecontroleerd. De tros wordt om de bolder aan de kade gegoid, terwijl het andere eind met meerdere slagen om de bolder aan dek wordt belegd. Het steekeind staat zo vast en wordt vervolgens op spanning gebracht en gehouden door de hoofdvoortstuwung in te schakelen. Zodra het steekeind vaststaat, wordt het voortouw vastgemaakt. Daarmee ligt het voorschip vast. Onderstaand figuur laat dit zien.



Figuur 1. Afmeren langs een kade met steekeind en voortouw aan de boeg.

Het achterschip wordt vervolgens tegen de kade gelegd en de andere trossen worden vastgemaakt. Met inbegrip van het steekeind en het voortouw wordt het schip in de regel met drie of vier trossen (achtertrossen) vastgelegd. Zie figuur 2:



Figuur 2. Afmeren langs een kade met vier trossen.

In een optimale trosconfiguratie worden trossen van behoorlijke lengte (5 meter of meer) toegepast; hoe langer en strakker, des te beter.

Met dit totale proces is grofweg zo'n 20 minuten gemeoid. In de praktijk zijn er echter veel omstandigheden van invloed op de vlotheid van het afmeerproces. Te denken valt aan omstandigheden aan de wal, de technische staat aan boord en omgevingscondities zoals wind, stroming en waterstandsvariaties. Dit maakt dat het afmeren instantaan maatwerk is en dat in specifieke situaties het afmeren significant korter maar ook langer kan duren.

Wegvaren

Het weer wegvaren vraagt eerst om het losgooien van de trossen, gevolgd door het losgooien van de springen. Vervolgens kan het schip daadwerkelijk wegvaren waarbij gelijktijdig de trossen op het dek worden opgeruimd. Dit proces neemt in totaal ongeveer 10 minuten tijd in beslag.

Samenvattend overzicht

Navolgende tabel laat de verschillende stappen bij het afmeren en wegvaren langs een kade zien met een tijdsindicatie per stap.

Tabel 2. Stappen en tijdsindicatie van afmeren en wegvaren langs een kade.

Stappen	Tijdsindicatie (in minuten)
Afmeren:	
-Naderen kade, inclusief voorbereidingen aan dek	5 minuten
-Manoeuvreren nabij kade	4 minuten
-Vastmaken steekeind	3 minuten
-Vastmaken voortouw	2 minuten
-Vastmaken tros 3 (achter)	4 minuten
-Vastmaken tros 4 (facultatief)	2 minuten
Totaal	18 minuten
Wegvaren:	
-Losgooien trossen	5 minuten
-Wegvaren en opruimen van het dek	5 minuten
Totaal	10 minuten

2.1.2 Afmeren in een sluis

Afmeren

Het afmeren in een sluis vraagt beduidend meer tijd dan het afmeren langs een kade of palen. Dit komt vooral omdat de voorbereiding – het naderen van het sluiscomplex voorafgaand aan het schutten – een precisiewerkje is. Doorgaans vraagt dit onderdeel al zo'n 10 tot 30 minuten.

Vervolgens wordt in de sluis tot en met het vastmaken van het steekeind goeddeels dezelfde procedure gevolgd als bij het afmeren langs een kade of palen. Ook tijdens deze manoeuvre is het steekeind de belangrijkste tros en heeft hetzelfde doel: het schip afstoppen en de positie controleren tijdens het verdere afmeerproces. Daarna wordt achter op een tweede tros in tegengestelde richting vastgemaakt. Het schip ligt dan vast. Voor deze stappen is doorgaans in totaal zo'n 15 minuten nodig. In een sluis wordt een schip daarmee in de regel met twee trossen vastgelegd, tegenover het gebruik van 3 of 4 trossen bij afmeren aan een kade.

Als het schip vastligt kan het schutproces in werking treden, tenzij er gewacht moet worden op andere schepen die in de sluis kolk afmeren. In de praktijk wordt bij sluisen met verval tot 1 meter vanwege de beperkte nivelleertijd het voortouw niet altijd gebruikt en laat de kapitein de schroef draaien. Het schip ligt dan niet volledig vast op de trossen.

Wegvaren

Wegvaren langs een kade. Het proces verloopt wat sneller, eenvoudigweg omdat het schip met minder trossen vastligt.

Samenvattend overzicht

Navolgende tabel laat de verschillende stappen bij het afmeren en wegvaren in een sluis zien.

Tabel 3. Stappen en tijdsindicatie van afmeren en wegvaren in een sluis.

Stappen	Tijdsindicatie (in minuten)
Afmeren:	
-Naderen sluiscomplex	10 tot 30 minuten
-Naderen kolk, inclusief voorbereidingen aan dek	5 minuten
-Invaren	5 tot 10 minuten
-Vastmaken steekeind	3 minuten
-Vastmaken voortouw achter	4 minuten
Totaal	27 tot 52 minuten
Wegvaren:	
-Losgooien trossen	3 minuten
-Wegvaren en opruimen van het dek	5 minuten
Totaal	8 minuten

2.1.3 Afmeren langsij een schip

Afmeren

De afmeerconfiguratie en -procedure langsij een ander schip is in beginsel vergelijkbaar met het afmeren langs een kade. Het gaat over het algemeen alleen net wat eenvoudiger en daardoor wat sneller. In principe hoeft afmeren langsij niet langer te duren dan een minuut of tien. De duur van het afmeren wordt grofweg bepaald door de lengte van het al afgemeerde schip: als deze langer is dan het afmerende schip, kan gebruik gemaakt worden van diens bolders. Als het schip korter is, worden de trossen ook aan de wal vastgemaakt, wat de afmeerprocedure bemoeilijkt en verlengt.

Wegvaren

Het wegvaren langsij een schip is vergelijkbaar met het wegvaren langs een kade. De tijdsduur is hetzelfde.

2.1.4 Resumé

De beschrijvingen hiervoor laten zien dat van de drie onderscheidende situaties, het afmeren langsij een schip het meest eenvoudig is en de minste tijd vraagt. Het afmeren in een sluis is het meest complex en vraagt daardoor ook de meeste tijd. Wegvaren is sowieso eenvoudiger dan afmeren en vraagt logischerwijs ook minder tijd.

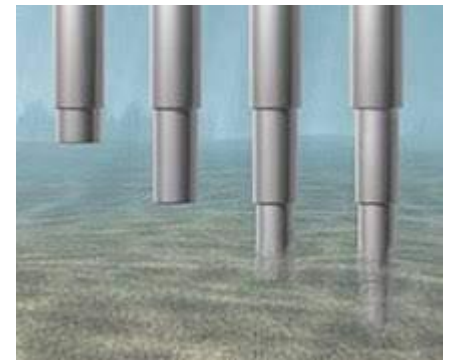
2.2 Overige vormen van afmeren

Voorgaande gaat uit van de conventionele wijze van afmeren van binnenvaartschepen met trossen. Hoewel het afmeren met trossen feitelijk al eeuwenlang de dominante afmeertechniek is, zijn er de laatste jaren uiteraard wel ontwikkelingen in afmeertechnieken. De belangrijkste hiervan is het gebruik van spudpalen. Hierna beschrijven we het gebruik van spudpalen en gaan we kort in op de andere traditionele manier van afmeren, het ankeren. Tot slot beschrijven we het gebruik van constante troskracht; feitelijk geen afmeertechniek, maar een hulpsysteem voor het gebruik van trossen.

Spudpalen

Zoals gezegd is het afmeren met trossen feitelijk al eeuwenlang de dominante afmeertechniek. De afgelopen twee decennia worden echter steeds meer schepen met zogeheten spudpalen uitgerust. Een spudpaal is een stalen (telescopische) paal, die door of langs het schip loopt, op- en neergehaald kan worden en waarmee een schip zich op de bodem van het vaarwater vast kan zetten. Praktische voorwaarde voor het gebruik van spudpalen is dat het water ter plaatse niet dieper is dan de lengte van de spudpaal, oftewel de steekdiepte. In de zeevaart is het gebruik van spudpalen door de grote diepte van de vaargeulen dan ook zeldzaam.

Momenteel worden in de binnenvaart nauwelijks nog nieuwe, droge lading- en containerschepen afgeleverd zonder spudpalen. Daarnaast worden spudpalen steeds vaker ingebouwd in bestaande schepen.



Figuur 3. Voorbeeld foto van spudpalen.

Uit gesprekken met de binnenvaartsector voor dit onderzoek blijkt dat zij het gebruik van spudpalen als zeer effectief beschouwen en graag met deze afmeervoorziening werken. Ook verwacht de sector dat het gebruik van spudpalen zich de komende tijd doorontwikkelt. Veel binnenvaartondernemers zien spudpalen al als een manier van (grotendeels) automatisch afmeren en men voorziet dat spudpalen nog meer geautomatiseerd gaan worden, zodat deze palen bijvoorbeeld zelf de diepgang van de vaarweg kunnen aflezen.

Het directe voordeel van het gebruik van spudpalen is dat een schip zelf een ligplaats kan kiezen, niet afhankelijk is van een loswal of kademuur en ook geen remmingwerk nodig heeft. Naast gebruiksgemak zijn hierdoor minder investeringen in kademuren benodigd en kan men ter plekke flexibeler omgaan met de beschikbare ruimte. Dit levert vooral voordelen op voor schepen die veel manoeuvreren.

Omdat het gebruik van spudpalen juridisch gelijk staat aan ankeren, mogen spudpalen enkel en alleen gebruikt worden op formele ankerplaatsen. Op veel ankerplaatsen is echter een juridisch ingesteld verbod op het afmeren op spudpalen vanwege het mogelijke risico op beschadiging van de bodem, waterkerende laag en/of het talud. Dit verbod komt voort uit de (lange tijd) spitse punt van spudpalen. De huidig toegepaste spudpalen hebben echter een ronde of vlakke kop, waardoor de kans op beschadigingen verwaarloosbaar is.

Ondanks deze juridische beperkingen is het afmeren met spudpalen inmiddels een bekende en breed toegepaste techniek.

Ankers

Een anker of grondtakel is een vast onderdeel van de uitrusting van een binnenvaartschip. Het wordt overboord geworpen om een schip vast te leggen op plaatsen waar niet afgemeerd kan worden, bijvoorbeeld bij het ankeren van een schip in een rivier.

Een anker bestaat traditioneel uit een ijzeren of stalen constructie met meerdere grote boogvormige vloeien die zich in de bodem ingraven. Doordat het anker via een ijzeren of stalen ketting met het schip verbonden is, wordt het afdriven van het schip belet.

Constante troskracht

In de zeevaart worden veelvuldig Shore-Tension³-systemen toegepast. Dit is de facto een hulpsysteem voor het gebruik van trossen. Kenmerkend is dat de trossen op dezelfde, constante spanning worden gehouden. Hierdoor ligt het schip onder diverse weersomstandigheden of getijdenwisselingen steeds strak in de trossen en worden piekbelastingen voorkomen.

Dit systeem is niet ontwikkeld voor toepassing in de binnenvaart, maar biedt potentie om afmeren langs kades veiliger te maken. Het is daarom zeker niet ondenkbeeldig dat dit hulpsysteem de komende jaren ook vaker in de binnenvaart wordt toegepast.

2.3 Automatische afmeersystemen

Er zijn op dit moment drie hoofdtypen van automatische afmeersystemen:

1. Vacuüm afmeersystemen.
2. Magnetische afmeersystemen.
3. Systemen met robotarmen of kranen op het schip.

In deze paragraaf lichten we deze systemen toe.

2.3.1 Vacuüm afmeersystemen

Werking van het systeem

Een vacuüm afmeersysteem is een afmeersysteem gebaseerd op het creëren van een vacuüm tussen het schip en een installatie op de kade. Met dit vacuüm wordt een schip vanaf de walzijde vastgelegd langs een kade of ponton. Dit gebeurt met behulp van grote zuignappen of zuigplaten die zich vastzuigen aan de stalen wand van het schip.

De zuigplaten zitten vast aan een installatie met hydraulisch te bewegen armen, die zich zowel op de kade kunnen bevinden als geïntegreerd tegen de kade tussen de fenders kunnen worden aangebracht. In de regel wordt er gebruik gemaakt van tenminste twee installaties op de kade om het schip vast te leggen.

Wanneer een schip afmeert, drukken de computergestuurde armen de zuigplaten tegen de scheepshuid. Door de dikke rubberen randen ontstaan luchtdichte ruimtes tussen de zuigplaten en de scheepswand, die vervolgens met vacuümpompen direct vrijwel geheel vacuüm worden getrokken, waarna het schip vastligt. De rubberen randen zijn zo dik dat kleine oneffenheden, zoals lasnaden, de luchtdichte afsluiting niet verstoren. De hydraulische armen fixeren het schip en controleren het schip vervolgens zowel in horizontale als in verticale richting. Dit gebeurt niet alleen bij het afmeren maar ook bij het laden en lossen van het schip. Een vacuüm afmeersysteem vraagt geen aanpassingen aan de schepen zelf. Elk schip met een voldoende vrijboord kan worden vastgelegd. Het computergestuurde systeem is vanaf de wal of vanaf het schip in werking te stellen. De zuignappen kunnen verdeeld over de kade aangebracht worden met een bepaalde tussenafstand, waardoor er een mix aan schepen afgehandeld kan worden.



Figuur 4. Het gebruik van het vacuümsysteem in de praktijk.

³ Het systeem wordt ook aangeboden onder de merknaam DynaMoor.

Toepassing van het systeem

Vacuüm afmeersystemen worden wereldwijd bij de zeescheepvaart in diverse havens en op containerterminals gebruikt. Daarnaast worden ze ook op een aantal ferryverbindingen toegepast. De technologie staat daarmee niet meer in de kinderschoenen. Het systeem resulteert in een stabiele en bedrijfszekere afmeerconstructie. Vacuüm afmeersystemen versnellen het af- en ontmeren van schepen. De schepen liggen bovendien stabiel op hun plek dan als gebruik wordt gemaakt van trossen. Dit heeft als voordeel dat het proces van laden en lossen van schepen ook versnelt. Conventioneel afgemeerde schepen met trossen bewegen soms zo hevig dat het laden of lossen moet worden onderbroken of aanzienlijke vertraging oploopt. Een vacuümsysteem anticipeert op zulke bewegingen met een tegenkracht, waardoor schepen stabiel blijven liggen en daarmee het laad- en losproces bevorderen.

Voor zover bekend wordt een vacuümsysteem altijd op de kade geïnstalleerd en is een vacuümsysteem nog nergens ter wereld op een zee- of binnenvaartschip gemonteerd. In de basis lijken hier vanuit de techniek geen beperkingen voor te bestaan. Wel dient dit systeem flexibel aan te zuigen op een groot beschikbaar oppervlak. Op de kade is hier niet altijd de ruimte voor of is het ongewenst voor een efficiënt functioneren van de terminal. Ook is een dergelijk oppervlak niet, of zeer beperkt beschikbaar bij afgeladen schepen en passagiersschepen. Het zou daarom handig zijn als het systeem ook onder de waterlijn ingezet zou kunnen worden.

Bij toepassing bij schepen met gevaarlijke goederen, zoals veel tankschepen, moet bovendien gecontroleerd worden of door de toepassing van het systeem geen additionele risico's ontstaan.

2.3.2 Magnetische afmeersystemen

Werking van het systeem

Het tweede type van automatisch afmeren is het magnetisch afmeersysteem. Dit systeem werkt op vergelijkbare wijze als een vacuüm afmeersysteem, maar dan op basis van magneten.

Eveneens vergelijkbaar met de vacuüm afmeersystemen wordt er in de regel gebruik gemaakt van tenminste twee installaties om het schip vast te leggen. Iedere installatie bevat een beweegbare afmeerarm. In de praktijk worden daarmee bij het afmeren tenminste twee afmeerarmen ingezet. Deze armen functioneren onafhankelijk van elkaar, maar manoeuvreren het schip in samenwerking met elkaar naar de afmeerlocatie. De aansturing hiervan verloopt middels een op maat geschreven softwareprogramma dat gevoed wordt met informatie door verschillende soorten sensoren in en aan de armen.

De installatie kan zowel op de kade als op het schip gerealiseerd worden. Als de installatie zich op de kade bevindt zet de kapitein, zodra een schip parallel aan de kade en dicht genoeg binnen het bereik van de magneten ligt, de aansturing van het schip in een neutrale stand. Het computergestuurde systeem is vervolgens vanaf de wal of vanaf het schip in werking te stellen. De armen van het magnetisch afmeersysteem bewegen bij dat commando richting de scheepshuid (de vrijboord). Zodra het systeem merkt de huid te hebben bereikt, brengen de armen de afmeermagneten met genoeg druk tegen de huid, waarna de magneten automatisch inschakelen. Op deze manier wordt het schip tegen de kade aangetrokken. Bij het verlaten van de kade wordt het magnetisch veld opgeheven en kan het schip de kade verlaten.

Net als bij vacuüm afmeren heeft een schip bij magnetisch afmeren voldoende vrijboord nodig als de installatie zich op de kade bevindt.

De installatie kan op het schip gerealiseerd worden. In die situatie dienen er op de kade platen van voldoende oppervlak te worden aangebracht waarop de beweegbare afmeerarmen zich kunnen hechten.

Toepassing van het systeem

Magnetische afmeersystemen worden, net als vacuüm afmeersystemen, bij de zeescheepvaart wereldwijd in diverse havens en op containerterminals gebruikt. Daarnaast worden ze ook op een aantal ferryverbindingen toegepast. Zo heeft Mampaey Offshore Industries een paar jaar terug een magnetisch afmeersysteem gerealiseerd op de Woolwich ferry in oostelijk London. Zie bijvoorbeeld <https://vimeo.com/290490965>.

In de binnenvaart is in het kader van een EU-project in Vlaanderen, een magnetisch afmeersysteem op het binnenvaartschip Zulu 4 gerealiseerd. Er is sprake van twee installaties waarbij de afmeerarmen en de bijbehorende apparatuur op het schip zijn aangebracht. Op de kade bevinden zich platen waar de magneten zich aan hechten. Voor zover bekend is dit wereldwijd de eerste en enige toepassing van een magnetisch afmeersysteem op een binnenvaartschip.



Figuur 5. Het magnetisch afmeersysteem op de Zulu 4 in werking op de kade in Mol.

De proef betekent dat het schip voornamelijk uitsluitend bij één kade automatisch kan afmeren. Dit betreft de kade van Milieubeheer Mol – IOK Afvalbeheer waar containers met huishoudelijk afval op het schip worden geladen. Op de andere kades waar het schip afmeert, wordt op de conventionele manier met trossen afgemeerd.

Net als voor het vacuümsysteem geldt voor dit systeem dat er voldoende oppervlak moet zijn om aan te hechten. Bij toepassing aan de wal heeft dit dus beperkingen voor bijvoorbeeld afgeladen schepen en passagiersschepen. Daarnaast dient bij schepen die gevaarlijke stoffen vervoeren, gecontroleerd te worden of de veiligheid voldoende gewaarborgd wordt. Het magnetisch systeem zou daarbij in het nadeel kunnen zijn, vanwege de (statische) elektriciteit.

2.3.3 Automatische robotarmen of kranen (AMS-systeem)

Werking van het systeem

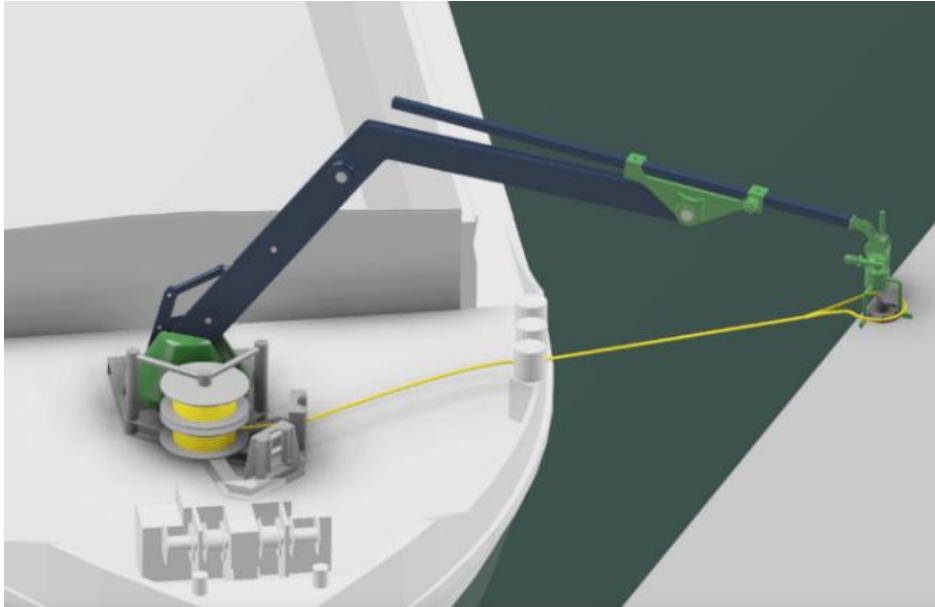
De derde en laatste techniek betreft tenslotte de installatie van automatische robotarmen of kranen. In de basis kunnen deze robotarmen zowel op het binnenvaartschip als op de kade geïnstalleerd worden.

Dit concept bevindt zich nog op de tekentafel. Een voorbeeld hiervan is de beoogde AMS Robe Picker Robot, waarbij de opzet is dat zowel op het voor- als achterdek een kraan geplaatst wordt. Zie figuur 6.

Vergelijkbaar met het vacuüm en magnetisch afmeersysteem is er ook bij dit systeem sprake van tenminste twee installaties. Deze kranen plaatsen vervolgens automatisch op basis van GPS de trossen om de *bolders* bij het afmeren van het schip. Zodra de tros om de bolder is gelegd, wordt deze strak getrokken en ligt het schip vast tegen de kade.

Wanneer het schip geladen of gelost is, werkt het verwijderen van de tros van de bolder voor het ontmeren van het schip op een omgekeerde manier als bij het afmeren, waarbij de robotarm de tros van de bolder afhaalt.

Onduidelijk is nog in hoeverre dit systeem uitkomst biedt bij hoge kades, kolkwanden of bij een sluis met bolders in de muur, als gevolg van de veelal beperkte ruimte rond de bolders in deze situatie. De reikwijdte van de robotarm is direct ook de maximale bolderafstand. Daarnaast rijst de vraag of er bij realisatie van de kraan op het schip wel voldoende ruimte is op het voor- en achtersteven van het schip, en of een dergelijk systeem niet bijvoorbeeld geïntegreerd zou moeten worden met de autokraan.



Figuur 6. Illustratie van de AMS Robe Picker Robot.

Vergelijkbaar met de twee andere afmeersystemen lijkt het in de basis ook mogelijk dit systeem op de kade te plaatsen. De eerste uitwerkingen van dit systeem neigen echter stuk-voor-stuk naar installatie van de kranen of de armen op het schip.

Toepassing van het systeem

Zoals gezegd is er op dit moment nog geen werkend prototype. De verwachting is dat met de ontwikkeling ervan nog enkele jaren gemoeid zijn⁴.

2.3.4 Resumé

In de vorm van vacuüm afmeersystemen, magnetische afmeersystemen en systemen met robotarmen of kranen op het schip bestaan er drie hoofdtypen van automatische afmeersystemen. De drie systemen worden momenteel nog niet toegepast in de binnenvaart, met uitzondering van een proef met een magnetisch afmeersysteem in Vlaanderen. Het vacuüm- en magnetische afmeersysteem worden allebei al wel enige tijd en met succes in de zeevaart toegepast.

Kenmerkend voor alle systemen is dat ze (logischerwijs) de menselijke component bij het afmeren van schepen sterk terugdringen. Vacuüm- en magnetische afmeersystemen werken feitelijk conform hetzelfde principe; de arm op de afmeerinstallatie hecht zich aan het vrijboord van het schip of het schip hecht zich aan een plaat op de kade als de afmeerinstallatie zich op het schip bevindt. De toepassing van robotarmen of van kranen op het schip kent een andere techniek die vooralsnog nog niet in de praktijk is beproefd.

⁴ *Uitgaande van een autonome ontwikkeling*

2.4 Vergelijking op toepasbaarheid en bruikbaarheid

In de vorige paragrafen zijn zowel conventionele afmeertechnieken als automatische afmeersystemen beschreven. In deze paragraaf vergelijken we **in technische zin** de toepasbaarheid en bruikbaarheid deze systemen. Dit doen we zowel onderling als en ten opzichte van elkaar. Zie de volgende tabel. In toelichting hierop:

Rijen in de tabel: de afmeersituaties

In de **rijen** van de tabel zijn de drie eerder onderscheiden veelvoorkomende manieren van afmeren opgenomen, te weten:

- Het afmeren langs een kade of palen.
- Het afmeren in een sluis.
- Het afmeren langszij een ander schip.

Afmeren langs een kade of palen

Bij het afmeren langs een kade of palen kunnen in de praktijk de omgevingscondities sterk verschillen. Door deze verschillen kunnen ook verschillen ontstaan in de toepassingsmogelijkheden van de verschillende afmeersystemen. Om hier onderscheid in te kunnen maken, onderscheiden we bij het afmeren lang een kade of palen, de volgende subcategorieën:

- Binnenhaven
 - Lage kade (<3 meter boven waterlijn).
 - Hoge kade (>3 meter boven waterlijn).
 - Buispalen.
- Zeehaven (hoge kade en/of grote waterdiepte)

Tabel 4. Beoordeling van conventionele afmeertechnieken en automatische afmeersystemen op toepasbaarheid en bruikbaarheid.

	Omgevings- condities			Conventionele systemen				Automatische afmeersystemen								
	Stroming	Waterstandsvariatie	Zuiging	Trossen	Ankers	Spudpalen	Trossen & spud.	Wal	Schip	Robotarm	Wal	Schip	Vacuüm	Wal	Schip	Magneten
Afmeersituaties																
1 Binnenhaven:																
-Lage kade (<3 m)	0	1	1	++	x	++	++	+	+	0	0	0	0	0	0	0
-Hoge kade (>3 m)	0	1	1	++	x	++	++	+	++	-	0	-	-	+	+	+
-Buispalen	0	1	1	+	x	++	++	+	+	+	--	++	--	--	--	--
Zeehaven	2	5	2	-	x	x	x	0	+	+	--	++	-	-	-	-
2 Sluispassage	5	5	1	+	x	x	x	0	+	-	--	++	--	--	--	--
3 Langszij ander schip	1	0	1	++	x	++	++	x	+	x	+	x	++	++	++	++

Witte kolommen in de tabel – Omgevingsfactoren

In de witte kolommen zijn de voor afmeren relevante **omgevingsfactoren** opgenomen, te weten: de waarschijnlijkheid van het optreden van respectievelijk stroming, waterstandsvariatie en zuiging bij de verschillende afmeersituaties. We hebben voor deze omgevingsfactoren een score van 0 tot en met 5 toegepast. Een score van 0 correspondeert met 'zeer onwaarschijnlijk' en een score van 5 met 'zeer waarschijnlijk'.

Blauwe en roze kolommen: Scores van afmeertechnieken en -systemen op toepasbaarheid en bruikbaarheid

In de blauwe en roze kolommen scoren we **de beschreven afmeertechnieken en -systemen op bruikbaarheid en toepasbaarheid**. Dit doen we op basis van de **technische karakteristieken** van de verschillende technieken en systemen.

- Een techniek is toepasbaar of niet toepasbaar. Als een techniek niet toepasbaar is, is dit in de tabel met 'X' (niet van toepassing) aangeduid.
- De bruikbaarheid van de techniek, de mate van effectiviteit en flexibiliteit in toepassing bij het afmeren, hebben we als volgt op een vijfpuntschaal gescoord:

--	zeer negatief
-	negatief
0	neutraal
+	positief
++	zeer positief

NB: bij de automatische afmeersystemen maken we onderscheid naar situering van de installatie op de wal of op het schip. Uitgangspunt bij installatie op de wal is dat deze op de kade bevestigd worden. Integratie in de kade wordt alleen reëel geacht bij fenderconstructies, zoals bij zeekades.

Conclusies: De technieken en systemen vergeleken

Uit de tabel kunnen met betrekking tot **de conventionele afmeertechnieken** de volgende conclusies worden getrokken:

- Trossen volstaan feitelijk in alle afmeersituaties, maar het gebruik ervan is bij specifiek het afmeren in een zeehaven niet ideaal.
- Spudpalen bieden ten opzichte van trossen duidelijke voordelen bij het afmeren langs een kade en langs een ander schip. Spudpalen bieden meer flexibiliteit. Dit verklaart ook de huidige populariteit. Wel moet worden bedacht dat spudpalen, in tegenstelling tot trossen, niet in sluzen toegepast kunnen worden.
- Ankers zijn alleen een optie bij het vastleggen van een schip op een rivier. Dit is geen reguliere afmeersituatie en daarom niet opgenomen in deze tabel.

Van de **drie automatische afmeersystemen** scoren **robotarmen of kranen** op het schip het hoogst. Dit systeem is het meest effectief en biedt daarnaast de meeste flexibiliteit. Het systeem heeft daarmee van de drie automatische afmeersystemen de meeste potentie. In specifieke situaties, zoals in sluzen en aan zeekades biedt een magneetinstallatie aan de wal veel meerwaarde.

Voor het afmeersysteem met robotarmen en kranen geldt:

- Het systeem is met name van toegevoegde waarde aan hoge kades vanwege de reikwijdte en het gegeven dat er nauwelijks fenders in de weg staan voor de trossen. Dit geldt voor zowel een robotarm op het schip, als een robotarm op de kade.
- Daar waar spudpalen niet bruikbaar zijn of niet gebruikt mogen worden, biedt het systeem (zowel op het schip als op de kade) een oplossing (en ligt dus een combinatie tussen beide systemen voor de hand).
- Bij zeekades zijn veelal de fenderconstructies een belemmerend object om met trossen een schip vast te maken. Trossen kunnen door de fenderconstructies veelal niet in een rechte lijn vanaf dek naar de wal. Daardoor beschadigen de trossen de fenders en werken de trossen niet optimaal.
- Bij sterkere stromings- en zuigingscondities wordt het afmeersysteem met name in de lengterichting van het schip belast. Het systeem van de robotarm scoort hier veelal beter dan het vacuüm of het magnetisch systeem.
- Bij buispalen is het in principe technisch haalbaar om met robotarmen en kranen te werken, maar is dit systeem in de praktijk lastig te realiseren. Dit komt door de afwisselende omvang, grootte en hoogte van de buispalen, gecombineerd met diverse boldersystemen, zoals boldersarmen en kopbolders. Daarnaast komen er in de praktijk veelvuldig situaties voor waarbij de kopbolder op grotere afstand staat van het schip en de trossen door de KRVE om de bolders worden geplaatst. De reikwijdte van de robotarm zou dan te groot worden om met een dergelijk systeem effectief te kunnen werken.

Voor de vacuüm en magnetisch afmeersystemen geldt:

- Kades zijn in Nederland overwegend uitgevoerd als stalen damwandconstructie. Dit is logischerwijs een voordeel voor de toepassing van magnetische afmeersystemen.
- Drijvende steigers zijn voor beide systemen nadelig. Dit zou deels kunnen worden ondervangen door deze constructies te voorzien van stalen platen: dit biedt meer mogelijkheden voor de toepassing van magnetische afmeersystemen.
- Vacuümsystemen kunnen minder flexibel meebewegen in getijdengebied met continu variërende waterstanden dan magnetische systemen; bij het verzetten van de kussens moeten bij vacuüm systemen namelijk telkens de druk en de aansluitingen worden aangepast.
- Bij toepassing onder water verwachten we dat magneetsystemen beter presteren dan vacuümsystemen. Het vacuüm trekken in water vraagt namelijk om een andere, meer geavanceerde techniek dan bij lucht. Bij magnetische systemen kan met dezelfde techniek worden volstaan.
- Met beide systemen kunnen schepen op enige afstand van de kade kunnen worden gefixeerd. Dit voorkomt het stoten van het schip tegen de kade. Fenders langs het schip en fenderconstructies op de kade worden hierdoor overbodig.
- Verwacht wordt dat in sluizen een magnetisch systeem aan de wal efficiënter is dan de andere automatische afmeersystemen, met name als er sprake is van een verval van tenminste enkele meters.

2.5 Conclusies

De drie automatische afmeersystemen, zijnde: het systeem met robotarmen of -kranen, het vacuümsysteem en het magnetische systeem, zijn in dit hoofdstuk getoetst aan veel voorkomende afmeersituaties en vergeleken met de conventionele afmeertechnieken.

In de **onderlinge vergelijking** van de automatische afmeersystemen komt het **systeem met robotarmen of kranen**, en gerealiseerd op het schip er **overall als beste uit**. Dit systeem biedt meer flexibiliteit dan de andere automatische afmeersystemen. Dit systeem kan op iedere bolder toegepast worden, waarbij de voorkeur uitgaat naar een kade of buispaal, aangezien deze bolders vrij goed toegankelijk zijn voor de robotarm. In specifieke situaties, zoals in sluizen en aan zeekades, biedt een magneetinstallatie aan de wal wel veel meerwaarde. Als het systeem daarbij ook onder water toegepast kan worden, neemt de meerwaarde verder toe.

Uit de analyses blijkt echter ook dat **de bruikbaarheid die trossen en spudpalen bieden, moeilijk te evenaren** zijn door de automatische afmeersystemen. Spudpalen zijn een relatief nieuwe techniek die snel aan populariteit wint in de binnenvaart. Dit is een direct gevolg van de flexibiliteit en de 'proven-technology' die spudpalen bieden.

Naar verwachting zet deze groei zich door, mits wet- en regelgeving voor het gebruik van spudpalen aangepast wordt. Spudpalen is een ontwikkeling waar de binnenvaartsector ook zelf groei in ziet.

Vanuit functionaliteit bekeken is er geen duidelijke meerwaarde voor automatische afmeersystemen ten opzichte van conventionele systemen. In het volgend hoofdstuk analyseren we vanuit een meer economisch perspectief de meerwaarde van deze systemen.

3 Business case

In het vorige hoofdstuk is er vanuit een overwegend technisch perspectief naar de kenmerken en meerwaarde van de verschillende automatische afmeersystemen gekeken. In dit hoofdstuk kijken we vanuit een meer economisch perspectief naar deze systemen. Centraal staat de vraag onder welke condities een rendabele business case voor inzet van deze systemen voor de binnenvaart en/of voor de vaarwegbeheerder ontstaat.

Paragraaf 3.1 beschouwt de business case voor de binnenvaartondernemer en paragraaf 3.2 voor de vaarwegbeheerder. In paragraaf 3.3 trekken we op basis hiervan enkele conclusies.

Zoals eerder gesteld wordt in het rapport van Panteia en Ecorys naar de economische effecten van smart shipping geconcludeerd dat in de ontwikkeling richting (volledig) autonoom varen de mogelijkheden om uiteindelijk automatisch te kunnen afmeren bepalend zijn. Uitgangspunt in dit hoofdstuk is, net als in het vorige hoofdstuk en tenzij anders vermeld, een conventioneel binnenvaartschip.

3.1 De business case voor de binnenvaart

Wanneer een ondernemer een afweging moet maken om in een project, product of dienst te investeren, maakt hij vaak een business case. Indien de opbrengsten van het project opwegen tegen de kosten ervan en er sprake is van een acceptabel risico en rendement, dan is er sprake van een sluitende business case. Het is dan bedrijfseconomisch interessant om dit project te starten. Passen we deze methodiek toe op de afweging om al dan niet te investeren in een automatisch afmeersysteem dan kunnen voor de binnenvaart samengevat de volgende mogelijke voordelen van een dergelijk systeem onderscheiden worden:

- Inzet van een automatisch afmeersysteem biedt mogelijkheden om op de inzet van personeel te besparen.
- Een afmeersysteem levert tijdswinst op bij het afmeren van een binnenvaartschip aan de kade. Hoewel deze tijdswinst beperkt is, zou dit mogelijkheden kunnen bieden om het schip efficiënter te exploiteren.
- Een afmeersysteem legt het schip stabiel aan de kade. Dit vergemakkelijkt het laden en lossen van schepen. Dit proces kan sneller en daardoor efficiënter plaatsvinden.
- Een afmeersysteem draagt bij aan meer veiligheid bij het afmeren. Dat is één van de meest gevaarlijke taken aan boord.
- Een afmeersysteem verlaagt in principe de drempel om een binnenvaartschip 24 uur per dag in te zetten: naast een extra kapitein is dan namelijk niet noodzakelijkerwijs een extra matroos benodigd als het schip intensiever wordt ingezet⁵.

In het hiernavolgende gaan we nader in op deze voordelen.

Besparing op personeelskosten

Het afmeren van binnenvaartschepen is grotendeels mensenwerk. Zoals beschreven in de hoofdstukken hiervoor voert een matroos in samenwerking met de kapitein diverse taken uit met de trossen om het schip af te meren. Automatisch afmeren maakt het mogelijk om op deze personeelsinzet te besparen. Op dit moment is grosso modo 20% tot 35% van de werkzaamheden van een matroos gerelateerd aan het afmeren van een binnenvaartschip. Met loonkosten voor een matroos van jaarlijks € 60.000,- tot € 70.000,- treden er dus significante besparingen in personeelskosten op als er met de introductie van automatisch afmeren een matroos minder aan boord nodig is. Mocht dit laatste niet het geval zijn, dan biedt automatisch afmeren in ieder geval de mogelijkheid om een matroos flexibeler in te zetten voor andere werkzaamheden aan boord. Dit zal in kleinere efficiëntievoordelen resulteren.

Geconcludeerd kan worden dat de besparing in personeelskosten bij automatisch afmeren varieert, afhankelijk van de samenstelling van de bemanning en de mogelijkheden om de werkzaamheden aan boord efficiënter te organiseren.

Voor bemanning aan boord van een binnenvaartschip bestaan momenteel de volgende voorschriften:

De huidige Binnenvaartwet schrijft voor dat elk schip een minimumbemanning moet hebben die bestaat uit een aantal bemanningsleden van verschillende kwalificaties. De meest relevante zijn in rangvolgorde: kapitein, stuurman en matroos (waaronder gemakshalve ook de overige kwalificaties vallen). Afhankelijk van de grootte van het schip en het aantal vaaruren per dag is bepaald hoeveel en welke kwalificaties aan boord dienen te zijn: hoe groter het schip en hoe meer uren er gevaren wordt, des te meer bemanningsleden nodig zijn. Dit begint met een schipper met matroos (totaal = 2) voor een klein schip dat 14 uur per dag vaart, tot 3 schippers en 4 matrozen (totaal = 7) voor de grootste duweenheden en hotelschepen die 24/7 geëxploiteerd worden.

⁵ NB: Los van de bestaande regelgeving. De huidige regelgeving staat dit nog niet toe.

Alle andere schepen en exploitatiewijzen zitten daar tussenin en daarmee ook de vereiste mix in kwantiteit en kwaliteit van de bemanningsleden. Wel is een belangrijke stelregel dat wanneer er meer dan 14 uur gevaren wordt, een 2^e schipper verplicht is⁶.

Hiervan uitgaande kunnen op dit moment de grootste besparingen worden gerealiseerd op grote schepen met een grote bemanning, omdat het daar het makkelijkst is om bij automatisch afmeren daadwerkelijk met een 'mannetje minder' toe te kunnen.

Tijdwinst bij het afmeren aan een kade

Naast besparing in personeelskosten biedt een automatisch afmeersysteem wat tijdwinst bij het afmeren van het binnenvaartschip aan de kade of de sluis. Deze tijdwinst is relatief⁷ beperkt: schattingen in de interviews lopen uiteen van maximaal 2 minuten tot 5 à 10 minuten voor een groot binnenvaartschip.

Een bijkomend voordeel is dat bij kortere afmeertijden de duur van kadebezetting bij een terminal afneemt. Hierdoor kan de operator van de terminal zijn materieel mogelijk wat efficiënter inzetten. Onze inschatting is echter dat een paar minuten minder het verschil niet maakt en dit effect dus eveneens zeer beperkt is.

Stabieler ligging aan de kade

De magnetische en vacuüm afmeersystemen anticiperen met een tegenkracht op bewegingen van het schip, waardoor het schip stabiel ligt en derhalve minder beweegt. Dit vergemakkelijkt het laden en lossen van binnenvaartschepen, zoals bijvoorbeeld te zien is bij de proef met het magneetsysteem op het binnenvaartschip de Zulu 4 in België⁸. Het is lastig om exact te bepalen hoeveel tijdwinst dit oplevert. Kijkend naar de ervaringen in België lijkt maximaal een tijdwinst van enkele minuten bij het laden van lossen van binnenvaartschepen te behalen.

Veiliger en betere werkomstandigheden

Afmeren is een van de meest gevaarlijke taken aan boord⁹. Automatisch afmeren draagt daarmee direct bij aan een verbetering van de veiligheid aan boord. Veiliger werken kan daarnaast de aantrekkelijkheid van het werken in de binnenvaartsector vergroten. In een markt waarin naar verwachting de personeelsschaarste door vergrijzing de komende jaren verder zal toenemen, is het belangrijk om aandacht te hebben voor de arbeidsvoorwaarden. Veiligere en daardoor betere werkomstandigheden kunnen eraan bijdragen dat de binnenvaart beter gesteld staat voor de strijd om personeel met andere sectoren. Het is echter onze inschatting dat dit effect beperkt is en vooral ook moet worden gezien in relatie met andere maatregelen, zoals het werken met spudpalen.

Het grote verschil met de zeevaart is een direct gevolg van de navenant kleinere schepen die in de binnenvaart worden ingezet, waardoor het afmeren ook beduidend minder complex is en minder voordeel te behalen is.

NB: Automatische afmeersystemen dragen uiteraard ook bij aan het verkleinen van het personeelstekort in de binnenvaart, omdat met deze systemen eenvoudigweg minder bemanning nodig is om het schip af te meren. Zie ook de toelichting op de besparing op personeelskosten aan het begin van deze subparagraaf.

Verlagen van drempel voor 24-uursinzet van een binnenvaartschip

Naast voornoemde directe positieve effecten van automatisch afmeren, biedt introductie van dit systeem ook nog een ander voordeel: een automatisch afmeersysteem vergemakkelijkt een 24-uursinzet van een binnenvaartschip. Binnen de huidige wetgeving mag een kapitein 14 uur per dag op een schip werken. Bij de stap van 14- naar 24-uursinzet is altijd een extra kapitein nodig. In de huidige situatie vraagt deze extra inzet ook altijd om een extra matroos. Met de invoering van automatisch afmeren is evenwel; niet noodzakelijkerwijs een extra matroos benodigd waardoor tegen lagere meerkosten dan nu het geval is een schip 24 uur kan worden ingezet.

⁶ Voor schepen zoals bijvoorbeeld veerponten, bunkerboten, sleepboten en rondvaartboten zijn door de aard van de werkzaamheden en het vaargebied andere bemanningseisen van toepassing. De impact van geautomatiseerde afmeersystemen kan daardoor per doelgroep aanzienlijk afwijken. Deze schepen zijn niet verder in deze verkenning opgenomen.

⁷ De voordelen van automatisch afmeren in de zeevaart zijn groter. Bij containerschepen kan met een automatisch afmeersysteem volgens de geïnterviewden bijvoorbeeld de tijdwinst bij het afmeren in een containerterminal oplopen tot 45 minuten per schip. Dit grote verschil met de binnenvaart kan worden verklaard door de grootte van de schepen. Afmeren in de zeevaart is hierdoor een stuk complexer.

⁸ Dit is met name een voordeel bij ligplaatsen nabij de vaarweg: schepen aan de kade hebben in een dergelijke situatie last van langsvarende schepen en de daardoor optredende zuigingsverschijnselen.

⁹ Regulier afmeren met trossen is een risicovolle manoeuvre: een tros staat op spanning, kan daardoor knappen en wordt dan terug gelanceerd aan dek. Omdat tijdens het aan- en afmeren doorgaans niet voorkomen kan worden dat de matroos in het verlengde staat van een tros, ontstaan risico's op ongevallen.

Automatische afmeersystemen verlagen daarmee de drempel om een binnenvaartschip intensiever in te zetten en bieden daardoor meer flexibiliteit in de exploitatie van een binnenvaartschip. Dit maakt de binnenvaart concurrerder ten opzichte van andere modaliteiten. Of dit in de praktijk daadwerkelijk zal gebeuren, is moeilijk te voorspellen, omdat ook een groot aantal andere factoren een rol speelt bij de stap naar 24-uursinzet. Uiteraard moet er voldoende vraag naar het vervoer per binnenvaart zijn. Daarbij kunnen in de huidige situatie schippers efficiënt omgaan met verliesuren op de route, zoals wachttijden voor sluizen of bij de eindbestemmingen. Via slimme planning kunnen deze verliesuren deels buiten de reguliere vaartijden worden 'genomen'. Bij 24-uursinzet komen deze verliesuren altijd volledig voor rekening van het schip, waardoor de financiële voordelen van 24-uursinzet kleiner worden of mogelijk zelfs teniet worden gedaan.

Reflectie op de voordelen

Uit de gesprekken die in het kader van deze studie zijn gevoerd met de verschillende betrokkenen, komt naar voren dat de meerwaarde van automatische afmeersystemen primair wordt gezien in de mogelijkheid om hiermee op personeelskosten te besparen. De tijdswinst die geboekt kan worden door het automatisch afmeren alsook door de stabielere ligging bij laden en lossen zien de betrokkenen als beperkt: uiteraard is tijdswinst altijd mooi meegenomen, maar de verwachte tijdswinst is zo klein dat het binnen de marges valt die een binnenvaartschipper of verlader in de praktijk sowieso al aanhoudt bij het plannen van de werkzaamheden.

De geïnterviewden onderschrijven dat de introductie van automatisch afmeren de veiligheid aan boord verbetert, maar uit de gesprekken is niet naar voren gekomen dat ondernemers in de binnenvaart bereid zijn om hiervoor substantieel te investeren. Daarvoor lijkt het aantal (zware) ongevallen bij het afmeren van binnenvaartschepen momenteel te beperkt. Dit laat onverlet dat een zwaar ongeval met een matroos een zeer belangrijke reden was om een magnetisch afmeersysteem toe te passen op de Woolwich ferry in Londen.

Voorgaande leidt tot de conclusie dat voor de sector een substantiële besparing van de personeelskosten voorsnog de enige reden is om te investeren in een automatisch afmeersysteem. In het vervolg van dit rapport is dit het uitgangspunt voor een mogelijke positieve business case.

Het is bij voorgaande wel van belang dat tegenover de voordelen van een automatisch afmeersysteem ook nadelen kunnen staan: bij installatie van het magnetisch- of vacuümsysteem aan boord kan dit ten koste gaan van de hoeveelheid laadruimte. Bij de proef met de Zulu 4 in België staan de twee installaties voor het magnetisch systeem bijvoorbeeld op het dek, wat ten koste gaat van het aantal containers dat het schip kan vervoeren. Dit doet de voordelen van het afmeersysteem deels teniet. Het beeld bij de leveranciers is echter dat deze installaties, zeker bij nieuwbouw van schepen en bij standaardisatie en doorontwikkeling van afmeersystemen, ook goed in het schip verwerkt kunnen worden. In de toekomst lijkt daarmee van dit nadeel geen sprake meer.

3.1.1 Kosten van automatische afmeersystemen

Tegenover de financiële baten van automatische afmeersystemen staan logischer ook kosten, te weten:

- De éénmalige benodigde investeringen op het binnenvaartschip.
- De jaarlijkse beheer- en onderhoudskosten.

Deze kosten worden onderstaand nader beschouwd:

Benodigde investeringen

Dit betreft de eenmalige investeringen om het binnenvaartschip in staat te stellen om automatisch af te meren. Zoals het vorige hoofdstuk laat zien, zijn automatische afmeersystemen regulier een combinatie van investeringen van de wal als ook van op het schip. Zeker bij vacuüm- en magneetsystemen is de hoogte van de benodigde investeringen op het schip sterk afhankelijk van de keuze of de aanhechtplaat op het schip of op de wal gerealiseerd wordt. In de situatie dat een binnenvaartondernemer uitsluitend de kosten van aanpassingen op het schip dient te financieren, zijn deze kosten uiteraard beduidend lager als dit de aanhechtplaat betreft en niet de installatie zelf. Liever nog is er sprake van een situatie waarbij het systeem aanhecht op de wal van het schip en er uitsluitend in een installatie hoeft te worden geïnvesteerd.

Over de vereiste precieze investeringen voor een automatisch afmeersysteem bestaat veel onduidelijkheid. Deels een gevolg van het gegeven dat deze systemen in de praktijk nog nauwelijks in de binnenvaart worden toegepast, deels ook omdat leveranciers van dergelijke systemen terughoudend zijn om hier gedetailleerd inzicht in te geven, omdat dit concurrentiegevoelige informatie is. De leveranciers geven wel aan dat bij grootschalige productie schaalvoordelen optreden waardoor de systemen uiteindelijk goedkoper zullen worden.

Uit de interviews blijkt dat momenteel (winter 2022) de totale investeringen voor een vacuüm- en magnetisch afmeersysteem beduidend hoger zijn dan de kosten voor een systeem met robotarmen of kranen op het schip. Een systeem met robotarmen vraagt om een investering van circa € 200.000,- tot € 400.000,- per schip, uitgaande van de realisatie van een robotarm of kraan op zowel het voor- als het achtersteven van het schip (dus twee kranen in totaal). De investeringen voor een magnetisch of vacuümsysteem bedragen het dubbele: circa € 400.000,- tot € 800.000,- per schip, eveneens uitgaande van de realisatie van twee installaties op het schip. Uitgangspunt bij deze bedragen is dat de installaties op het schip geïnstalleerd worden.

Bij nieuwbouw van schepen zijn de benodigde investeringen naar verwachting lager dan bij retrofitting van bestaande schepen, omdat bij het ontwerp van nieuwe schepen met de inbouw van deze systemen rekening kan worden gehouden. Dit maakt dat de realisatie van deze afmeersystemen aantrekkelijker is op nieuwe dan op bestaande binnenvaartschepen. Dit is nog afgezien van het gegeven dat er bij bestaande schepen een verlies aan capaciteit kan optreden.

Beheer en onderhoudskosten

Voor de jaarlijkse kosten voor beheer en onderhoud van de afmeersystemen gelden dezelfde aandachtspunten als voor de benodigde investeringen. Omdat de techniek nog in ontwikkeling is, verwachten ondernemers in de binnenvaart dat de onderhoudskosten van deze systemen op jaarbasis substantieel zijn. In het eerder aangehaalde onderzoek van Panteia en Ecorys¹⁰ wordt voor beheer en onderhoud jaarlijks een bedrag van 10% van de investeringssom gehanteerd. Dit is realistisch. Toegepast op de eerder genoemde investeringsbedragen correspondeert dit met onderhoudskosten van € 20.000,- tot € 40.000,- per jaar voor een systeem met robotarmen of kranen op het schip en bedragen van € 40.000,- tot € 80.000,- per jaar voor een vacuüm- of magneetsysteem.

Uit de gesprekken volgt verder dat magnetische afmeersystemen als gevolg van de relatief slijtvaste magneten naar verwachting aanmerkelijk minder onderhoud vragen dan vacuümsystemen. Dit betekent dat de jaarlijkse onderhoudskosten voor magnetische systemen in de buurt van de € 40.000,- liggen en voor vacuümsystemen aan de bovengrens, zo'n € 80.000,- per jaar. De totale *life cycle-kosten* van een magnetisch systeem zijn daarmee lager dan van een vacuümsysteem en sec bekeken vanuit een kostenooipunt heeft een magnetisch systeem dus de voorkeur.

Gegeven het grote aantal bewegende onderdelen (en de slijtage die hiermee gepaard gaat) is het overigens eveneens de verwachting dat de onderhoudskosten voor een systeem met robotarmen of kranen op het schip ook (zeer) substantieel zijn.

3.1.2 Voorwaarden voor een rendabele business case

Voorgaande schetst de baten en kosten van automatisch afmeren voor ondernemers in de binnenvaart. Gegeven de scope van deze studie zijn we er voor een eenvoudige business case van uitgegaan dat de kosten voor een automatisch afmeersysteem volledig terugverdiend moeten worden door de **besparing in loonkosten**. Uitgangspunt is verder dat de **wet- en regelgeving rondom de hoeveelheid bemanning** op een binnenvaartschip aangepast wordt, zodat er ook daadwerkelijk op loonkosten bespaard kan worden.

Beeld is dat een **terugverdiëntijd** van 5 à 7 jaar voor de hand ligt, maar dat in de binnenvaart in de praktijk bij grotere investeringen ook regelmatig een terugverdiëntijd van 10 à 15 jaar wordt gehanteerd. In het vervolg van dit hoofdstuk maken we daarom een aantal indicatieve berekeningen bij terugverdiëntijden van respectievelijk 6 en 10 jaar.

De investering in een automatisch afmeersysteem verdient zichzelf sneller terug op een binnenvaartschip dat dagelijks **intensief manoeuvreert**; een schip waarbij de trossen veelvuldig gebruikt worden, wat zich navenant vertaalt in de tijdsbesteding van de bemanning aan het afmeren. In de praktijk zijn dit vaak de grotere binnenvaartschepen die 24 uur per dan varen. De grotere binnenvaartschepen hebben anders dan de kleineren, bovendien het voordeel dat ze meer mogelijkheden hebben om daadwerkelijk op de loonkosten van een matroos te besparen.

¹⁰ Panteia en Ecorys (2021), *Economische effecten smart shipping*

Ferry's en automatische afmeersystemen

Ferry's blijven in dit rapport grotendeels buiten beschouwing, maar het intensief manoeuvreren van dit type schepen maakt ze erg geschikt voor toepassing van automatische afmeersystemen. Ferry's die rivieren oversteken, meren in de regel enkele tientallen keren per dag aan, zoals op de eerdergenoemde Woolwich ferry, nabij Greenwich in het oostelijk deel van Londen.

Het is ook in dit marktsegment waarin leveranciers de komende jaren groei van de omzet in automatische afmeersystemen verwachten. Niet alleen zijn er door het intensief manoeuvreren besparingen op loonkosten te realiseren, maar ferry's hebben daarnaast ook het voordeel dat ze steeds op dezelfde plek afmeren wat het makkelijker maakt om zowel het schip als de kade hier optimaal op aan te passen.

Voorgaande betekent dat we een rendabele business case kunnen voorstellen bij:

- Binnenvaartschepen van voldoende omvang: 110 meter schepen, 135 meter schepen en koppilverbanden.
- Binnenvaartschepen die dagelijks intensief manoeuvreren.

Veel binnenvaartschepen die op de **ARA-corridor** (Amsterdam-Rotterdam-Antwerpen) varen voldoen hieraan. Het betreft schepen die onder meer veelvuldig de Volkerak- en de Kreekraksluizen tussen Rotterdam en Antwerpen passeren. Zie ook het tekstkader hieronder.

Manoeuvreefrequentie en verdeling afmeersituaties voor de Nederlandse binnenvaartvloot

Voor drie groepen van binnenvaartschepen hebben we op basis van expert opinion op een rij gezet in welke mate ze specifieke afmeersituaties tegenkomen. We onderscheiden hiertoe de volgende groepen van schepen:

Kleinere schepen (< 86 meter) tot en met CEMT-klasse IV. Deze schepen varen relatief veel over kleinere vaarwegen en passeren derhalve veel kleinere sluisen.

1. Grotere schepen en koppilverbanden. Met deze groep wordt met name de Rijnvaart bedoeld. Het betreft schepen die relatief weinig manoeuvreren en daardoor relatief beperkt aan kades en sluisen afmeren.
2. Het ARA-verkeer. Een belangrijk deel van de binnenvaartvloot in Nederland vaart overwegend tussen de drie grote zeehavens; Amsterdam, Rotterdam en Antwerpen. Daarbij passeren zij grote sluisen met weinig verval zoals de Volkeraksluizen. Het betreft vooral de grotere schepen van 135 meter, actief in de tank- en containervaart. Deze schepen meren veelvuldig af langs andere schepen en aan zeekades.

Onderstaande tabel laat voor elk van de drie onderscheiden groepen van schepen in een percentage zien hoe vaak ze met een specifieke afmeersituatie te maken krijgen. Een klein schip vaart bijvoorbeeld veel op de kleinere vaarwateren en zal dus relatief vaak bij lage kades afmeren (in casu 15 van elke 100 keer dat het schip afmeert).

Tabel 5 Manoeuvreefrequentie & relatief aandeel van verschillende afmeersituaties per doelgroep

Afmeersituatie	<CEMT IV	Rijnvaart	ARA-verkeer
	Manoeuvreefrequentie	Hoog	Laag
1. Afmeren langs kade			
Haven (weinig passages)			
-Lage kade (<3 m)	15%	5%	5%
-Hoge kade (>3 m)	5%	10%	5%
-Buispalen	5%	15%	10%
Zeehaven (hoge kade en/of grote waterdiepte)	5%	15%	40%
2. Afmeren in sluis	20%	10%	15%
3. Langszij ander schip	15%	10%	15%
Andere situaties:			
Langs kanaal (veel passerend verkeer en lage kade <3 m)	20%	10%	10%

Afmeersituatie	<CEMT IV	Rijnvaart	ARA-verkeer
Op rivier:			
-Hoge kade (>3 m)	5%	15%	0%
-Ankeren	10%	10%	0%
Totaal	100%	100%	100%

De tabel laat allereerst zien dat de kleinere schepen en de schepen in het ARA-verkeer doorgaans veel meer manoeuvreren dan de Rijnvaart, zoals de duwkonvoeien. Dit geeft aan dat voor deze twee doelgroepen automatische afmeersystemen meer voordelen bieden dan voor de Rijnvaart, deze schepen meren immers vaker af.

De tabel laat daarbij zien dat de schepen in het ARA-verkeer relatief vaak in zeehavens afmeren. Toepassing van een automatisch afmeersysteem kan op deze locaties een grote impact hebben. Voor de kleinere schepen is het beeld diverser. Deze schepen meren namelijk in de regel op een groot aantal verschillende locaties af.

3.1.3 Indicatieve business case

Op basis van voorgaande zijn een aantal indicatieve business case-berekeningen gemaakt. Indicatief, omdat kosten en voordelen met de nodige onzekerheid omgeven zijn. Op grond hiervan hebben we ook geen business case opgesteld van de verschillende automatische afmeersystemen, maar juist een analyse van de maximale investering die een automatisch afmeersysteem voor een conventioneel schip mag vragen om rendabel uit te komen. Doel hiervan is om een gevoel te krijgen van de betalingsbereidheid van een binnenvaartondernemer voor een investering in een automatisch afmeersysteem.

In onderstaande tekstkader zijn de uitgangspunten en de berekeningen opgenomen.

Uitgangspunten:

- De vereiste investeringen en de beheer- en onderhoudskosten dienen volledig en uitsluitend te worden gecompenseerd door de inzet van 1 matroos minder;
- De loonkosten voor een matroos ramen we op € 60.000,- à € 70.000,-.
- De beheer- en onderhoudskosten zijn jaarlijks gelijk aan 10% van de initiële investering.
- Gemakshalve laten we risico-opslagen (bijvoorbeeld als gevolg van falen van het systeem, storingen en kinderziektes bij ingebruikname), financieringskosten en inflatie buiten beschouwing.

Bij een terugverdientijd van de investering in 6 jaar:

- Bedragen de totale loonkosten van 1 matroos circa € 400.000,-.
- De optelsom van eenmalige investeringen en jaarlijks beheer en onderhoud mag maximaal dit bedrag zijn.
- Dit rechtvaardigt:
 - Een eenmalige investering van circa € 250.000,-.
 - Beheer- en onderhoudskosten van circa € 25.000,- per jaar (gedurende 6 jaar in totaal € 150.000,-).

Bij een terugverdientijd van de investering in 10 jaar:

- Bedragen de totale loonkosten van 1 matroos circa € 650.000,- en mag de optelsom van eenmalige investeringen en jaarlijks beheer en onderhoud eveneens maximaal dit bedrag zijn.
- Dit rechtvaardigt:
 - Een eenmalige investering van circa € 325.000,-.
 - Beheer- en onderhoudskosten van circa € 32.500,- per jaar (gedurende 10 jaar in totaal € 325.000,-).

Kortom, bij een eenmalige investering in een automatisch afmeersysteem van **maximaal € 250.000,- à € 350.000,- per binnenvaartschip** weegt de besparing in personeelskosten op tegen de uitgaven aan het systeem. Dit betreft de totale investering voor een afmeersysteem op zowel het voor- als het achterstevan van een binnenvaartschip.

Daarbij geldt dat de plaatsing van een afmeersysteem op een nieuw binnenvaartschip minder investeringen vraagt en doorgaans minder capaciteitsreductie met zich meebrengt dan aanpassing van bestaande schepen. Voor nieuwe schepen sluit de business case eerder dan voor bestaande schepen.

De business case voor schepen met geautomatiseerde vaartaken

We hebben hiervoor geconcludeerd dat voor conventionele schepen een eenmalige investering in een automatisch afmeersysteem van maximaal € 250.000,- tot € 350.000,- gerechtvaardigd is voor een sluitende business case. In het eerder aangehaalde rapport van Panteia en Ecorys zijn drie ontwikkelpaden geschetst. In het tweede ontwikkelpad is al een groot aantal vaartaken geautomatiseerd. In het derde ontwikkelpad kunnen binnenvaartschepen vervolgens ook nog autonoom afmeren. Ten opzichte van het tweede ontwikkelpad ramen Panteia en Ecorys de eenmalige extra benodigde investeringen in een automatisch afmeersysteem op circa € 800.000,- per schip. Dit bedrag van € 800.000,- is beduidend hoger dan voornoemde maximale investering van € 250.000,- tot € 350.000,- voor een sluitende business case bij conventionele binnenvaartschepen.

Als we voorgaande bevindingen leggen naast de in paragraaf 3.1.1 opgenomen investeringen voor de verschillende afmeersystemen, resulteert dit in de volgende conclusies¹¹:

Bij **installatie aan boord** zijn de benodigde investeringen in een **magnetisch of vacuümsysteem** in de meeste gevallen **vooral nog te groot** om de besparingen in personeelskosten te dekken. Om tot een sluitende business case te komen, is maximaal een investering van € 250.000,- tot € 350.000,- gerechtvaardigd. De benodigde investeringen bedragen momenteel echter circa € 400.000,- tot € 800.000,- per schip.

Daarentegen lijkt er in een flink aantal situaties **wel een sluitende business case** te zijn voor een **systeem met robotarmen of kranen op het schip**. De benodigde investeringen per schip liggen daarbij in lijn met de maximaal toegestane eenmalige investeringen van € 250.000,- tot € 350.000,- per schip. Het is daarbij logischerwijs wel belangrijk dat de installatie van het systeem niet ten koste gaat van de hoeveelheid laadruimte. Daarnaast zijn we ervan uitgegaan dat het systeem universeel, in alle afmeersituaties gebruikt kan worden. Als dit uiteindelijk niet het geval is, dan moet er veelal toch een extra matroos aan boord zijn, waardoor de mogelijke besparing in loonkosten afneemt.

In het voorgaande zijn we ervan uitgegaan dat de binnenvaartondernemer zelf alle kosten draagt. De business case wordt uiteraard sneller positief als de ondernemer de kosten, volledig of deels, op anderen kan afwentelen dan wel een tegemoetkoming in de kosten krijgt (bijvoorbeeld in de vorm van een subsidie).

De **business case verandert** ook als de **installatie op de wal** komt te staan en de voorzieningen op het schip beperkt kunnen blijven tot een aanhechtplaat. Cruciaal is dan wie voor de installatie betaalt (de binnenvaartondernemer, de verlader, de overheid) en of het binnenvaartschip bijvoorbeeld een gebruiksvergoeding moet betalen. Grosso modo kan worden gesteld dat bij installatie op de wal voor de binnenvaartondernemer al snel een rendabele business case ontstaat als hij veelvuldig gebruik kan maken van het afmeersysteem en daarbij daadwerkelijk ook de mogelijkheid heeft om op personeelskosten te besparen.

3.2 De business case voor de overheid

Waar we in voorgaande paragraaf door de ogen van de binnenvaartondernemer keken, gebruiken we in deze paragraaf het perspectief van de overheid om te onderzoeken of er een sluitende business case is te maken voor automatisch afmeren. Daarbij maken we onderscheid tussen twee overheidsrollen: de rol van de overheid als vaarwegbeheerder en de meer algemene rol van de overheid als stimulator van de nationale economie.

3.2.1 Baten van automatische afmeersystemen voor de vaarwegbeheerder

De overheid is als vaarwegbeheerder verantwoordelijk voor het beheer en onderhoud van kades en sluisen. Vanuit die rol kan de introductie van automatisch afmeren voordelen opleveren als investeringen in nieuwe kolken of langere kades uitgesteld of zelfs helemaal vermeden kunnen worden.

De baten van automatische afmeersystemen voor de overheid als vaarwegbeheerder:

Weerslag op capaciteit sluisen

Een vaarwegbeheerder kijkt kritisch naar de capaciteit van sluisen. Idealiter resulteren automatische afmeersystemen in een sneller schutproces waardoor capaciteitsuitbreiding van drukbelaste sluisen later in de tijd kan plaatsvinden of zelfs helemaal kan worden voorkomen. In dat geval zal er logischerwijs sprake zijn van substantiële financiële baten.

¹¹ In onze conclusies zijn we uitgegaan van de noodzaak voor twee systemen aan boord; één op het voorstevan en één op het achterstevan.

Het is echter zeer de vraag of automatische afmeersystemen daadwerkelijk kunnen bijdragen aan een sneller schutproces. De huidige situaties met bolders en trossen biedt veel flexibiliteit in het schutproces. Als de vaarwegbeheerder investeert in automatische afmeersystemen op de wal, dan is deze flexibiliteit uitsluitend mogelijk als er een groot aantal magneet- of vacuüminstallaties, of robotarmen op de sluis geïnstalleerd wordt. Dit vraagt om zeer substantiële investeringen. Zeker ook als de bestaande sluis hiervoor aangepast moet worden met de realisatie van deze afmeersystemen in de kolkwand.

Daarnaast twijfelen de door ons geraadpleegde experts over de vraag of automatisch afmeren sneller gaat dan traditioneel afmeren. De inschatting is dat er sowieso een lange gewenningsperiode nodig is en dat er uiteindelijk maximaal 2 minuten tijdswinst kan worden geboekt voor een groot binnenvaartschip.

Alles overziende is het zeer twijfelachtig dat de introductie van automatische afmeersystemen de capaciteit van sluizen noemenswaardig zal vergroten. Als met deze systemen niet dezelfde flexibiliteit als met de huidige bolders en trossen kan worden geboden, neemt de capaciteit van sluizen mogelijk zelfs licht af.

Daarnaast is het onze inschatting dat er sowieso niet op bolders bespaard kan worden, omdat deze in sluizen altijd nodig blijven: voor grote passagiersschepen, gegeven dat de huid van deze schepen grotendeels uit glas bestaat, voor de recreatievaart, maar bijvoorbeeld ook voor binnenvaartschepen waarvoor het afmeersysteem niet toepasbaar is zoals bij vervoer van gevaarlijke stoffen.

Weerslag op personeel bij sluizen

Voor de binnenvaartondernemer zit de meerwaarde van afmeersystemen met name in de mogelijkheid om op personeel te besparen. Op voorhand is er echter geen reden om aan te nemen dat automatische afmeersystemen voor de vaarwegbeheerder tot een efficiëntere personeelsinzet leiden. Mogelijk is zelfs de inzet van extra personeel nodig om toezicht te houden op de systemen.

Weerslag op kades

Kades worden in de regel veel minder intensief gebruikt dan sluizen. De flexibiliteit, en daarmee de efficiëntie die bolders en trossen in sluizen bieden, geldt in veel mindere mate voor kades. Dit betekent ook dat op een kade, in vergelijking met sluizen, naar verwachting minder automatische afmeerinstallaties benodigd zijn dan bij sluizen.

Naar verwachting resulteren automatische afmeersystemen in maximaal 5 à 10 minuten tijdswinst voor een groot binnenvaartschip bij het afmeren aan de kade. Dit betekent derhalve dat deze systemen de capaciteit van kades licht vergroten. Dit geldt zowel voor publiek als privaat beheerde kades.

3.2.2 Baten van automatische afmeersystemen voor de BV Nederland

Als stimulator van de Nederlandse economie (de BV Nederland) heeft de overheid belang bij een goed functionerende binnenvaartsector.

Momenteel vervult de binnenvaart een substantiële rol in het goederenvervoer in Nederland. In de modal-split van het vervoerd gewicht (ton) op Nederlands grondgebied heeft de binnenvaart een aandeel van circa 27% en in de vervoersprestatie (tonkm) een aandeel van circa 36%. Daarnaast heeft de binnenvaart een aandeel van circa 36% in de modal-split van het achterlandvervoer van de haven van Rotterdam¹². De binnenvaart draagt zo niet alleen bij aan een efficiënt transportsysteem in Nederland, maar ontlast ook het goederenvervoer over de weg en het spoor, en vermindert de filedruk en de daarbij horende maatschappelijke kosten. Hoewel moeilijk in geld uit te drukken, heeft de binnenvaart dus een belangrijke rol in het vervoerssysteem en draagt zo ook significant bij aan de concurrentiekracht van de Nederlandse economie.

Automatische afmeersystemen kunnen bijdragen aan een concurrerende en veilige binnenvaart:

Bijdragen aan oplossing voor toenemende personeelsschaarste

Een belangrijk voordeel van automatische afmeersystemen is dat ze in een situatie met toenemende tekorten aan personeel helpen om de binnenvaart 'draaiende' te houden. Eerder in dit hoofdstuk is aangegeven dat er is sprake is van een markt waarin door vergrijzing naar verwachting de personeelsschaarste de komende jaren verder toeneemt. Automatische afmeersystemen betekenen dat de binnenvaart met minder personeel kan blijven functioneren.

¹² Zie onder meer *KiM (2020)*, Modal shift in het goederenvervoer. Een overzicht van ontwikkelingen en beleidsinstrumenten.

Een efficiënter functionerende binnenvaart

Ook kunnen automatische afmeersystemen bij een positieve business case voor de binnenvaart zorgen voor een wat efficiënter vervoer. Bij een positieve business case is er immers sprake van een kostenvoordeel. Dit voordeel resulteert dan weer in lagere operationele kosten en lagere productprijzen. Consequentie is dat de binnenvaart *ceteris paribus* concurrerender wordt met een mogelijke modal-shift naar de binnenvaart tot gevolg.

Een verbeterde veiligheid

Een ander positief effect is dat de veiligheid aan dek significant verbetert, omdat voor het afmeren geen menskracht meer nodig is. Jaarlijks zijn er op de Nederlandse binnenwateren gemiddeld 45 gewonden en 5 doden te betreuren¹³. Naar schatting is tussen de 10% en 30% van deze ongevallen zijn te relateren aan het afmeren van schepen. Geautomatiseerde afmeersystemen kunnen daarom een belangrijke bijdrage leveren aan het verminderen van het aantal ongevallen in de binnenvaart.

3.2.3 Kosten van automatische afmeersystemen

Ook voor de overheid vragen automatische afmeersystemen eenmalig benodigde investeringen en jaarlijks beheer en onderhoud. Bij plaatsing op een kade zijn de investeringskosten niet noemenswaardig anders dan voor plaatsing op een binnenvaartschip.

De kosten van plaatsing van afmeersystemen op een sluis zijn echter in de regel beduidend hoger. Dit is een direct gevolg van het hoogteverschil dat binnen een bepaalde tijd in een sluis moet worden overbrugd¹⁴. In veel gevallen moeten de installatie of de aanhechtplaten in de kolkwand geplaatst worden. Een complexe handeling met navenant hoge kosten. Het is dan ook efficiënter om magneet- of vacuümsystemen in een nieuwe sluis te integreren dan in bestaande sluisen.

3.2.4 Indicatieve business case

De vraag is of er voor de overheid een sluitende businesscase is te maken rond de introductie van automatische afmeersystemen.

Voor de vaarwegbeheerder moet deze vraag negatief worden beantwoord: de voordelen van automatisch afmeren zijn zeer beperkt: het is zeer twijfelachtig of de systemen tot een sneller schutproces of tot een capaciteitsvergroting bij sluisen leiden. De systemen vergroten de capaciteit van publieke kades wel enigszins. Dit effect is echter beperkt en daarnaast zijn er sowieso zelden capaciteitsproblemen bij kades. De kosten voor de realisatie van een afmeersysteem op een kade zijn daarbij vergelijkbaar met realisatie van dit systeem op een schip en bij realisatie op een sluis zelfs beduidend hoger.

Kijken we evenwel naar de overheid in haar rol als stimulator van de Nederlandse economie, dan kan in algemene zin worden geconcludeerd dat de introductie van automatisch afmeren bij kan dragen aan het vergroten van de concurrentiekracht en veiligheid van de binnenvaartsector.

3.2.5 Conclusies

In dit hoofdstuk is vanuit een economisch perspectief naar de mogelijke introductie van automatische afmeersystemen gekeken. Centraal stond de vraag onder welke condities een rendabele business case voor inzet van deze systemen ontstaat. Uitgangspunt hierbij is de inzet van deze systemen op een conventioneel binnenvaartschip.

Voor de binnenvaartondernemer is de belangrijkste voorwaarde voor een rendabele business case dat met het systeem daadwerkelijk op de inzet van personeel kan worden bespaard. In de praktijk is de kans hierop het grootst op een groot binnenvaartschip met een ruime(re) bemanning, waar gezien de totale hoeveelheid taken aan boord, daadwerkelijk op een matroos kan worden bespaard.

¹³ Brief Ministerie Infrastructuur en Waterstaat (22 juni 2021), Ongevals cijfers scheepvaart 2020 - Zee- en binnenvaart.

¹⁴ In Haven zijn er getijdelfluctuaties, maar die zijn beduidend kleiner dan de hoogteverschillen die in een sluis moeten worden overbrugd.

Uit de uitgevoerde analyses komt naar voren dat de business case kan sluiten voor een automatisch afmeersysteem met robotarmen of kranen op het schip, toegepast op grotere binnenvaartschepen die intensief manoeuvreren. Hierbij moet wel worden aangetekend dat deze systemen vooralsnog niet beschikbaar zijn. Als de installatie op de wal wordt geplaatst en het schip dus uitsluitend over een aanhechtplaat hoeft te beschikken, verandert de situatie. Mits de ondernemer de installatie niet of maar beperkt hoeft te bekostigen, is er dan een sluitende business case voor een magnetisch of vacuüm-afmeersysteem.

Voor de overheid in haar rol als vaarwegbeheerder is zelden tot nooit sprake van een sluitende business case. De beperkte baten voor de capaciteit van sluisen of kades staat niet in verhouding tot de gevraagde investeringen. In algemene zin wordt de BV Nederland wel gediend met de introductie van automatische afmeersystemen: niet alleen dragen de systemen bij aan een concurrerende en functionerende binnenvaart, maar wordt ook de inzet van het dekpersoneel gereduceerd, waarmee intrinsiek de veiligheid aan dek wordt bevorderd. Verwacht wordt dat het aantal gewonden en slachtoffers bij het afmeren van binnenvaartschepen kan worden gereduceerd.

We kunnen dus concluderen dat er voor de overheid in haar rol als vaarwegbeheerder geen argumenten zijn om te investeren in automatische afmeersystemen en voor ondernemers in de binnenvaart slechts in specifieke gevallen. Hierbij zij wel aangetekend dat het kostenplaatje en daarmee de business cases verandert als partijen erin slagen de kosten voor de afmeerinstallatie af te wentelen.

Het verschil in belangen tussen de verschillende partijen maakt het lastig om tot generieke uitspraken over een sluitende business case te komen. De belangen lopen echter niet altijd uiteen: als zowel het schip als de kade in beheer zijn bij dezelfde onderneming is er sprake van een gedeeld belang. Bijvoorbeeld bij ferry's of vaak ook bij lijnvaart in de binnenvaart. Gedeeld beheer gaat bovendien vaak gepaard met een situatie waarin regulier dezelfde (typen) schepen afmeren waardoor het afmeersysteem met minder verschillende situaties hoeft om te gaan. In dit licht bezien lijkt voor binnenvaartondernemingen een uitrol van automatische afmeersystemen het meest kansrijk op routes waar binnenvaartschepen een lijndienst tussen terminals varen. Voorwaarde is hierbij dat er een goede oplossing wordt gevonden voor het afmeren in sluisen onderweg. Bijvoorbeeld in de vorm van door de overheid aangeboden sluisstewards die, al dan niet gesubsidieerd, ondersteunen bij het afmeren in sluisen zonder dat hier investeringen in automatische afmeersystemen benodigd zijn. Dit past ook binnen ontwikkelpad 2 zoals verwoord in de studie van Panteia en Ecorys. De binnenvaart maakt in dat ontwikkelpad gebruik van diverse vaartaakondersteunende systemen, maar het vastmaken van het schip gebeurt door stewards op de sluisen, die worden ingehuurd door de vaarwegbeheerder. Binnenvaartondernemingen betalen per passage voor de inzet van deze stewards.

4. Meerwaarde met crew-reduced schepen?

Uit het voorgaande hoofdstuk kan de conclusie worden getrokken dat automatische afmeersystemen geen of maar een beperkte meerwaarde hebben voor de binnenvaart. De inzet van deze systemen op een conventioneel binnenvaartschip loont immers slechts in een beperkt aantal gevallen. Nut en noodzaak van automatische afmeersystemen moet echter nadrukkelijk ook bekeken worden in de context van ontwikkelingen die zich al in de binnenvaart voordoen of gaan voordoen. In dit hoofdstuk maken we daarom een kleine zijstap en beschrijven we welke ontwikkelingen verwacht worden in de opbouw van de vloot en hoe dit zich verhoudt tot de mogelijkheden voor een verdere uitrol van automatisch afmeren.

4.1 Opbouw van de vloot en mogelijkheden voor automatisch afmeren

Zoals eerder gesteld, is er in de binnenvaart sprake van toenemende automatisering. Grofweg kan er in de vloot onderscheid worden gemaakt naar conventionele, deels geautomatiseerde en autonome binnenvaartschepen:

- Conventionele binnenvaartschepen zijn binnenvaartschepen met nauwelijks geautomatiseerde vaartaken en met reguliere bemanning aan boord. Deze schepen beschikken doorgaans wel over geautomatiseerde systemen die de bemanningsleden ondersteunen in hun taken. Te denken valt bijvoorbeeld aan de automatische piloot die softwarematig de roerganger ondersteunt om het schip een stabiele koers te laten varen.
- Deels geautomatiseerde schepen zijn schepen waar al zoveel automatisering heeft plaatsgevonden dat ze met minder dan de standaard bemanning kunnen varen. We noemen ze in het rapport *crew-reduced* binnenvaartschepen. In lijn met het rapport van Panteia is nog ondersteuning nodig voor complexe situaties, zoals bij passages van sluisen en bij het afmeren van het schip.
- Volledig geautomatiseerde binnenvaartschepen hebben tenslotte betrekking op de situatie waarin het schip zonder menselijk handelen de verschillende vaartaken zelfstandig (of grotendeels zelfstandig) kan uitvoeren. In meer of mindere mate begeleid door een stuurman in een shore control centre.

Uit de interviews blijkt dat de binnenvaartsector verwacht dat met name het aantal crew-reduced schepen de komende jaren gaat groeien. Het concept wordt interessant gevonden omdat het een relatief laagdrempelige, 'low-tech'-oplossing lijkt om de groeiende personeelstekorten in de sector op te vangen.

In België wordt sinds enkele jaren al volop ervaring met op-afstand varen opgedaan. Hiervoor zijn recent ontheffingen verleend. Zo past de onderneming SeaFar dit concept onder meer toe in de Vlaamse Westhoek op de routes Oostende-Diksmuide en Antwerpen-Zeebrugge, maar bijvoorbeeld ook op de route Luik-Antwerpen over het Albertkanaal. Zie onder meer https://www.youtube.com/watch?v=N9ma8_XfgQQ en <https://www.youtube.com/watch?v=FYoX9dWQF2I>.

In België is wettelijk voorgeschreven dat bij het passeren van sluisen en bij het afmeren op kades, personeel in de vorm van een matroos verplicht is. Dit betekent in de praktijk dat de kleinere schepen zonder personeel aan boord varen, maar dat bij aankomst een matroos aanwezig is bij de sluis of kade om het schip af te meren. Deze matroos meert dagelijks meerdere schepen af en verplaatst zich met auto tussen de sluisen en kades.

Als het aantal crew-reduced binnenvaartschepen inderdaad gaat groeien, ligt het voor de hand dat het afmeren min of meer een aparte dienst wordt. In die situatie kunnen er gespecialiseerde ondernemingen opgericht worden die tegen een vergoeding 'sluis-stewards' leveren die binnenvaartschepen vanaf de kant helpen bij het afmeren bij sluisen en kades. Dit ligt in lijn met het door Panteia en Ecorys geschetste ontwikkelpad 2 waarin professionele sluisstewards verantwoordelijk zijn voor het afmeren.¹⁵

Nader onderzoek moet uitwijzen of dit een logisch en haalbaar toekomstpad is. In het kader van deze studie is vooral de vraag interessant hoe de introductie van crew-reduced schepen zich verhoudt tot de mogelijkheden voor (een verdere introductie van systemen voor) automatisch afmeren. Als blijkt dat de introductie van walmatrozen uiteindelijk de meest efficiënte manier van werken oplevert, ligt het namelijk voor de hand om pas op de plaats te maken en niet verder in te zetten op het (verder) automatiseren van de afmeertaken. Wel kan in dat geval worden overwogen bij sluiskolken faciliteiten te creëren voor de walmatrozen, zoals een plek voor sanitaire voorzieningen, een plek om wachttijd door te brengen en meer parkeerplaatsen voor voertuigen.

¹⁵ NB: in het door Panteia en Ecorys geschetste ontwikkelpad betalen binnenvaartschepen een niet-dekkende gebruiksvergoeding en subsidieert de overheid feitelijk de inzet van de stewards. Vraag is of in een concurrerende markt een dergelijke subsidie nodig is.

In onderstaande kader is als eerste vingeroefening een indicatieve businesscase uitgewerkt.

Walmartrozen of automatisch afmeren op de ARA-corridor

Uitgangspunt: kosten af- en ontmeren: € 100,- per keer (walmartroos, vervoerkosten, overhead, inefficiëntie).

Van Amsterdam via Rotterdam naar Antwerpen betekent ongeveer twee dagen varen, drie keer schutten en twee keer af- en ontmeren aan loskades. De kosten voor af- en ontmeren zijn dan gemiddeld € 250,- per dag en bedragen bij 250 vaardagen € 62.500,-.

Bij een technische levensduur van 10 jaar en operationele kosten van 10% van de investering (zie vorig hoofdstuk) betekent dat het break even point ligt bij een investering van € 312.500,-

Uit deze businesscase volgt dat als de kostprijs van de installatie lager ligt dan drie ton, de inzet van een geautomatiseerd afmeersysteem voordeliger wordt dan de inzet van walmartrozen. Gegeven de grote verschillen in de vloot zijn de getallen in specifieke gevallen anders. Maar dat laat onverlet dat het in sommige gevallen, puur bedrijfseconomisch bezien, meer loont om toch in een geautomatiseerd afmeersysteem te investeren.

5 Conclusies & aanbevelingen

In dit hoofdstuk maken we de balans op. We trekken op basis van voorgaande hoofdstukken conclusies en formuleren aanbevelingen.

5.1 Meerwaarde voor conventionele binnenvaartschepen

In voorgaande hoofdstukken is de meerwaarde van automatische afmeersystemen voor conventionele binnenvaartschepen geanalyseerd. Samengevat laten deze hoofdstukken de volgende conclusies zien:

Automatische afmeersystemen vinden hun oorsprong in de zeevaart en worden daar met name op containerterminals geregeld ingezet. Ook bij ferry's worden wereldwijd op een aantal locaties automatische afmeersystemen ingezet. In beide situaties betreft het de inzet van magnetische systemen en van vacuümsystemen. De inzet van deze systemen in de binnenvaart staat nog echt in de kinderschoenen. Momenteel is in het kader van een proef een magnetisch afmeersysteem gerealiseerd op het binnenvaartschip Zulu 4 in België. Dit is voor zover bekend de enige in haar soort.

De prille ontwikkeling en toepassing van deze systemen voor de binnenvaart maakt dat gedetailleerde informatie over werking, kansen en haalbaarheid van deze systemen schaars is. Dit maakt dat dit rapport nadrukkelijk als een verkenning naar de toepasbaarheid van deze systemen moet worden gezien.

In dit rapport zijn de drie automatische afmeersystemen geanalyseerd. De magnetische en vacuüm afmeersystemen zijn al nu op de markt, maar specifiek voor de zeevaart. Het Automoorning-systeem met robotarmen of kranen op het schip (AMS) bestaat uitsluitend nog als concept, maar komt naar verwachting op korte termijn op de markt.

In de onderlinge functionele vergelijking van de automatische afmeersystemen komt het systeem met robotarmen of kranen, en gerealiseerd op het schip er overall als beste uit. Dit systeem biedt meer flexibiliteit dan de andere automatische afmeersystemen. Dit systeem kan op iedere bolder toegepast worden, waarbij de voorkeur uitgaat naar een kade of buispaal, aangezien deze bolders vrij goed toegankelijk zijn voor de robotarm. In specifieke situaties, zoals in sluizen en aan zeekades, biedt een magneetinstallatie aan de wal wel veel meerwaarde. Als het systeem daarbij ook onder water toegepast kan worden, neemt de meerwaarde verder toe.

Hierbij moet wel de kanttekening worden gemaakt dat de bruikbaarheid die trossen en spudpalen bieden vooralsnog moeilijk zijn te evenaren door de automatische afmeersystemen.

Vanuit een bedrijfseconomisch perspectief zit de meerwaarde van een automatisch afmeersysteem er voor de binnenvaart primair in om hiermee op de inzet van matrozen, en daarmee op loon- en personeelskosten te besparen. Voorwaarde hiervoor is logischerwijs dat deze matroos niet nodig is voor andere werkzaamheden aan boord. In de praktijk is dit vrijwel altijd het geval. Dit maakt dat deze besparing vooralsnog uitsluitend gerealiseerd kan worden op een groot binnenvaartschip met een ruime(re) bemanning, waar gezien de totale hoeveelheid taken aan boord daadwerkelijk met automatisch afmeren op de inzet van één matroos kan worden bespaard.

Wij zien in dit kader potentieel voor binnenvaartschepen van voldoende omvang (zoals 110 meter schepen, 135 meter schepen en koppilverbanden) die dagelijks intensief manoeuvreren. Veel binnenvaartschepen die op de route Amsterdam-Rotterdam-Antwerpen varen voldoen hieraan. Het betreft schepen die onder meer veelvuldig de Volkeraksluizen tussen Rotterdam en Antwerpen passeren.

Uit de uitgevoerde analyses komt naar voren dat voor deze doelgroep de business case kan sluiten bij een automatisch afmeersysteem met robotarmen of kranen op het schip. Voor de vacuüm- en magneetsystemen is er, gegeven de huidige kostprijzen van deze systemen, geen sluitende business case, tenzij de kosten van de installatie deels of volledig voor rekening komen van derden.

Voor de overheid in haar rol als vaarwegbeheerder biedt de introductie van automatisch afmeren vooralsnog weinig voordelen. Automatische afmeersystemen hebben naar verwachting een zeer beperkt effect op het schutproces in sluizen. Mogelijk kan dit proces met deze systemen wat sneller verlopen, waarmee de sluis aan doorvoercapaciteit wint, maar daar staan naar verwachting zeer hoge investeringen tegenover om met de automatische afmeersystemen dezelfde flexibiliteit te kunnen bieden als de conventionele afmeersystemen.

5.2 Aanbevelingen

Het voorgaande overziend is het lastig om tot een set generieke conclusies en aanbevelingen te komen. Puur en alleen kijkend naar de technische mogelijkheden voor volledig automatisch afmeren, zijn er simpelweg op dit moment geen 'of the shelf'-systemen voor de binnenvaart beschikbaar. Er zijn systemen die in sommige situaties zeker potentie hebben, waarbij wel moet worden aangetekend dat het afmeren met trossen en zeker ook het afmeren met spudpalen vooralsnog meer voordelen lijkt te bieden.

Kijken we naar de economische voordelen van automatisch afmeren, dan kan worden geconcludeerd dat er voor afzonderlijke partijen nauwelijks een prikkel is om over te gaan tot de introductie van automatisch afmeren. Voor de overheid in haar rol als vaarwegbeheerder is er sowieso geen sluitende business case te maken. Voor binnenvaartondernemingen is er alleen in specifieke gevallen een positieve business case.

Hier staat tegenover dat de binnenvaart een belangrijke sector in ons land is. Een sector die onder druk staat van een toenemende vergrijzing en waar volledig autonoom varen dus mogelijkheden biedt. Mogelijkheden om de sector te behouden en mogelijk zelfs te versterken, bijvoorbeeld door de introductie van nieuwe vaarconcepten. Hierdoor zou door modal shift de druk op wegen en het spoor kunnen worden weggenomen. Bijkomend voordeel is bovendien dat bij volledig autonoom varen en dus ook volledig autonoom afmeren de inzet van het dekpersoneel wordt gereduceerd, waarmee intrinsiek de veiligheid aan dek wordt bevorderd.

Kortom; gegeven het belang van de binnenvaart voor de BV Nederland ligt er een belangrijke rol van overheid weggelegd bij de (verdere) introductie van automatisch afmeren in deze sector¹⁶. We maken daarbij onderscheid tussen een stimulerende en een regulerende rol. Simpel gesteld zou de overheid in haar stimulerende rol barrières voor een nadere (technische) uitwerking van automatische afmeersystemen en daarmee uiteindelijk voor volledig geautomatiseerde schepen zo veel mogelijk weg moeten nemen. Bijvoorbeeld door kansrijke concepten verder te beproeven, maar bijvoorbeeld ook door in lopende trajecten zoals de V&R-opgaven no regret-maatregelen zo veel mogelijk mee te nemen. In haar regulerende rol zou de overheid zich hard moeten maken voor bijvoorbeeld de uitwisselbaarheid en/of 'koppelbaarheid' van de verschillende afmeersystemen.

Op deze route naar volledig automatisch varen, ligt het voor de hand ook aandacht te besteden aan logische tussenstations. Zoals eerder genoemd, zijn spudpalen een aantrekkelijke optie om het afmeren makkelijker en beter te maken. Daarnaast is het de moeite waard om bij een verdere groei van het aantal crew-reduced schepen in te zetten op meer sluis-stewards.

Meer precies onderscheiden we de volgende zes aanbevelingen:

1. Vergroot de verdere inzetbaarheid van spudpalen

Spudpalen zijn zonder meer voor conventionele schepen een aantrekkelijke optie voor afmeren, maar zijn op veel locaties door regelgeving nog niet toegestaan omdat de kans op beschadiging van de bodem te groot wordt geacht. Met de nieuwste generatie spudpalen lijkt dit risico beduidend kleiner te zijn geworden. Daarnaast is de techniek met spudpalen betrekkelijk eenvoudig te automatiseren. Het is daarom aan te bevelen om een bredere inzetbaarheid van spudpalen, op de korte en middellange termijn, nader te onderzoeken waarbij specifiek aandacht wordt besteed aan de (aanpassing van de) regelgeving op dit gebied.

2. Onderzoek de mogelijkheden voor 'binnenvaart-roeiers'

Bij een verdere groei van het aantal crew-reduced schepen is het het meest efficiënt om het afmeren over te laten aan gespecialiseerd personeel. In de zeevaart is dit systeem al langere tijd gebruikelijk en assisteert een zogeheten 'roeiër' in zeehavens zeeschepen bij het aan- en ontmeren. Verkend dient te worden, hoe in de binnenvaart een dergelijk systeem verder uitgerold kan worden.

3. Voer een gerichte haalbaarheidsstudie uit op een specifieke corridor

Zoals eerder gesteld, kan automatisch afmeren in bepaalde gevallen nu al voordelen bieden. Zo lijkt de ARA-corridor behoorlijk kansrijk gegeven het type schepen die hier varen. Om gevoel te krijgen voor de markt, adviseren we om een haalbaarheidsstudie uit te voeren voor toepassing van deze systemen op de ARA-corridor (of een deel ervan, bijvoorbeeld de Volkeraksluizen). Biedt een automatisch afmeersysteem potentieel meerwaarde voor een groot aantal schepen op deze corridor? Hoeveel schepen vallen onder de doelgroep, welk afmeersysteem ligt dan voor de hand, wat voor investeringen vraagt dit, enzovoorts? En op welke wijze kan optimaal invulling worden gegeven aan het afmeren bij sluisen, uitgaande dat deze vorm van afmeren naar verwachting het laatst geautomatiseerd wordt.

¹⁶ Feitelijk is er sprake van 'marktfalen'; de besluiten van afzonderlijke partijen leiden tot een situatie waarin het totale consumenten- en producenten-surplus niet optimaal zijn.

4. Stimuleer een uniform(er) ontwerp van (autonome) binnenvaartschepen

Momenteel is er sprake van een grote variëteit aan binnenvaartschepen. Dit remt de inzetbaarheid en bruikbaarheid van automatische afmeersystemen. In plaats van de afmeersystemen passend te krijgen op zo veel mogelijk schepen, lijkt het economisch interessanter om als overheid een systeemsprong te stimuleren en juist stappen te gaan zetten in de standaardisering en uniformering van (autonome) scheepsontwerpen in samenhang met de noodzaak tot het gebruik van automatische afmeersystemen op termijn.

Voor wat betreft het ontwerp van automatische afmeersystemen: bij installatie op de wal betreft dit bij voorkeur een ontwerp dat direct aanhecht op de huid van het schip zonder dat er noodzaak is voor een aanhechtplaat.

Vanwege flexibiliteit wil je in principe met het systeem aanhechten op de scheepshuid. Dit voorkomt ook additionele investeringen aan het schip.

5. Maak vaarweginfrastructuur in kader van het Programma Vervanging & Renovatie gereed voor toekomstig afmeren

Werk in het kader van het Programma Vervanging & Renovatie van Rijkswaterstaat een programma van eisen uit, waaraan toekomstige sluizen moeten voldoen om optimaal in te spelen op het afmeren van autonome binnenvaartschepen in de toekomst. Denk hierbij aan voorbereidend ontwerp, technische richtlijnen en beperkte voorinvesteringen, waarmee sluizen op een later moment tegen beperkte inspanningen geschikt kunnen worden gemaakt voor automatische afmeersystemen.

6. Voer een pilot uit voor een afmeersysteem met robotarmen en kranen op schepen

Zoals gezegd is er een positieve business case voor automatische afmeersystemen als de investeringskosten beperkt blijven tot zo'n drie ton. Ons onderzoek wijst uit dat een automatisch afmeersysteem met robotarmen of kranen op het schip (het AMS-systeem) zowel qua prijs als inzetbaarheid een kansrijk systeem is door de flexibiliteit die het kan bieden. Het ligt daarom voor de hand om een werkend exemplaar in de praktijk te testen.

Colofon

VERKENNING GEAUTOMATISEERD AFMEREN BINNENVAARTSCHEPEN

KLANT

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat

AUTEUR

Arcadis Nederland B.V. (Koen Vervoort, Jolien van Stokkem, Bettinka Rakic, Erik Verschoor en Jean-Pierre Dubbelman)

PROJECTNUMMER

30107154

DATUM

28 april 2022

STATUS

Definitief

Over Arcadis

Arcadis is een toonaangevend wereldwijd ontwerp- en consultancybureau voor de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij maken het verschil voor onze klanten en de maatschappij met doeltreffende, duurzame en digitale oplossingen. Met 27.000 mensen in meer dan 70 landen genereerden we in 2020 een omzet van €3,3 miljard. Wij ondersteunen UN-Habitat met kennis en expertise om leefomstandigheden te verbeteren in gebieden getroffen door de gevolgen van de klimaatverandering.

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

T +31 (0)88 4261 261

Arcadis. Improving quality of life

Volg ons op



[arcadis-nederland](https://www.arcadis-nederland.nl)



[arcadis_nl](https://twitter.com/arcadis_nl)



[ArcadisNetherlands](https://www.facebook.com/ArcadisNetherlands)