

# Digitalisierung des Service in der maritimen Zulieferindustrie



Datenbasierte Dienstleistungen im Kontext der maritimen Industrie 4.0

in Kooperation mit

 **Fraunhofer**  
CML

 **VDMA**  
Arbeitsgemeinschaft  
Marine Equipment and Systems



# **Digitalisierung des Service in der maritimen Zulieferindustrie**

**Datenbasierte Dienstleistungen im Kontext der maritimen Industrie 4.0**



MOL PARAMOUNT  
PANAMA

## Vorwort

Als größte Teilbranche der deutschen maritimen Industrie tragen die Schiffbau- und Offshore-Zulieferer entscheidend zur Wertschöpfung bei. Trotz der lang anhaltenden Auftragsflaute blicken die Unternehmen jetzt positiv in die Zukunft und bleiben auch bei zunehmendem internationalen Wettbewerb weiterhin Exportnation Nummer 1. Das liegt auch an der weiter zunehmenden Fokussierung auf den Servicebereich.

Die vorliegende zweite Studie zum Thema „Service in der maritimen Zulieferindustrie“ baut auf dem ersten Teil „Erfolgsfaktor After Sales Service“ auf, der sehr positiv in der Branche aufgenommen worden ist. Dies hat uns ermutigt mit dem Schwerpunkt Digitalisierung weiterzumachen. Geht es doch darum, über den gesamten Lebenszyklus des Schiffes, also vom Helgen bis zur Abwrackung, einen sicheren, ökonomischen und vor allem ökologischen Betrieb zu gewährleisten. Dies sehen auch die Betreiber, die jetzt alle in eine breitflächige Digitalisierung ihrer Instandhaltungsprozesse investieren und selbstverständlich erwarten, dass die Industrie ihnen hier Lösungsvorschläge aufzeigt.

In der ersten Studie konnte festgestellt werden, dass gerade besonders erfolgreiche Unternehmen im After Sales Geschäft den Schwerpunkt auf Remote-Services und Conditioned based Maintenance sowie Steuerung des Service über Managementinformationssysteme gelegt haben.

Die Kernfragen dieser zweiten Studie sind deshalb:

- Was sind der aktuelle Stand und die Herausforderungen bei der digitalen Transformation im Service der maritimen Zulieferindustrie?
- Was sind potenzielle Anwendungsszenarien der Nutzung cyber-physikalischer Fähigkeiten im maritimen Service?
- Wie sehen mögliche Entwicklungsszenarien für den Auf- bzw. Ausbau datenbasierter maritimer Geschäftsmodelle aus?

Wie reagiert hier die maritime Zulieferbranche? Welche Best-Practice-Beispiele lassen sich auch auf andere Unternehmen übertragen? Die vorliegende Studie beleuchtet die digitale Transformation des Service und zeigt Handlungsfelder für die Digitalisierung auf. Am Ende geht es um die datenbasierten Geschäftsmodelle im maritimen Service.

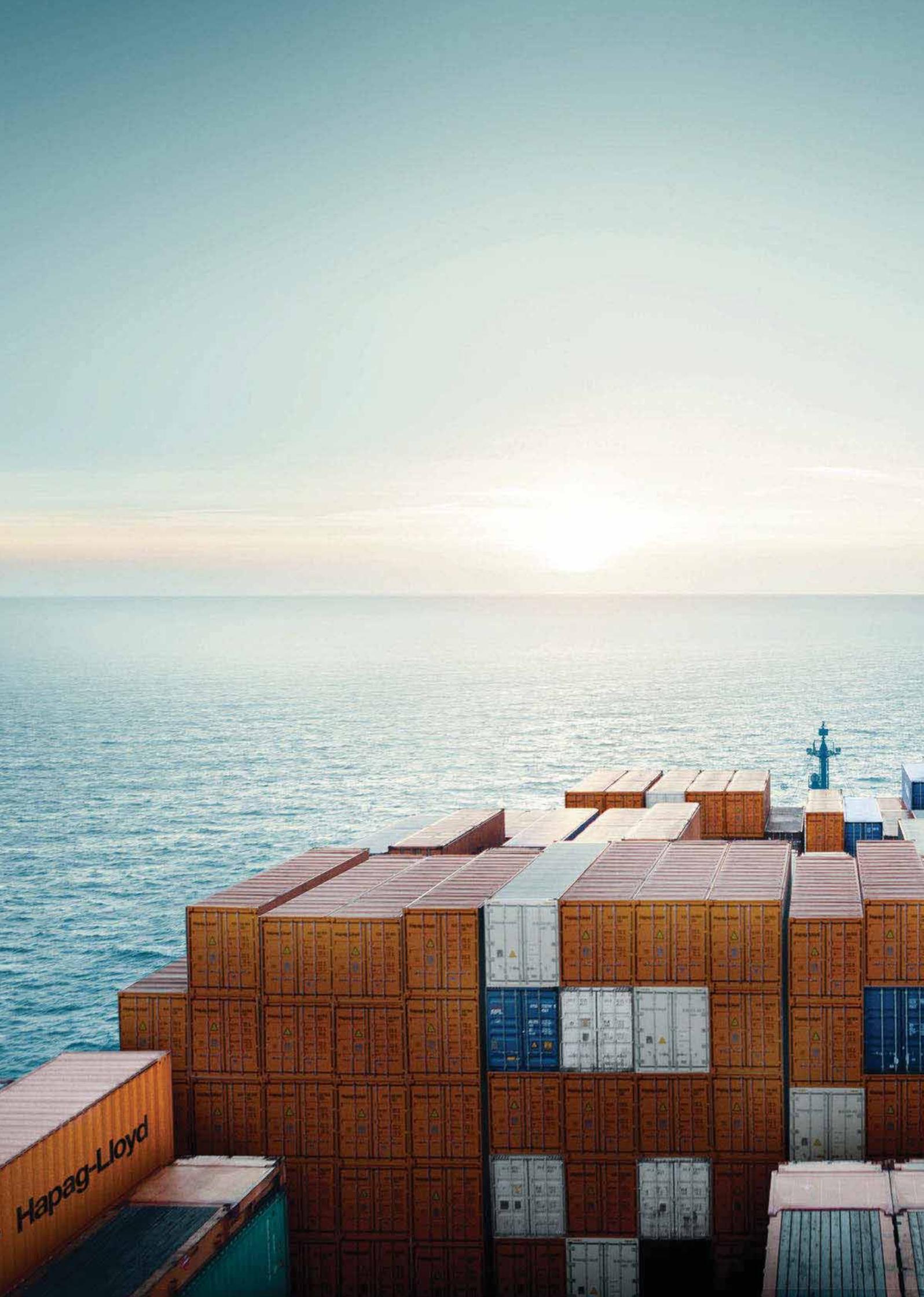
Autor der Studie ist Lutz Kretschmann, Fraunhofer-Center für Maritime Logistik und Dienstleistungen (CML). Ihm und dem Leiter des CML Prof. Dr.-Ing. Carlos Jahn danken wir sehr herzlich für die gute Projektplanung und immer vertrauensvolle Zusammenarbeit.

Wir wünschen Ihnen eine spannende und aufschlussreiche Lektüre.

Dr.-Ing. Jörg Mutschler  
Geschäftsführer  
AG Marine Equipment and Systems VDMA

## Inhalt

Vorwort	3
Inhalt	4
Ziel und Methodik	6
Management Summary	8
Unternehmerische Handlungsfelder im Kontext von Industrie 4.0	11
Technologische Innovationen als Grundlage der maritimen Industrie 4.0	15
Einfluss der maritimen Industrie 4.0 auf Wertschöpfung und Wettbewerb	23
Digitale Transformation des Service in der maritimen Zulieferindustrie	33
Handlungsfelder für die Digitalisierung des maritimen Service	43
Datenbasierte Geschäftsmodelle im maritimen Service	52
Die maritime Zulieferindustrie in Deutschland	57
Herausgeber der Studie	58
Literaturverzeichnis	59
Impressum	63



Hapag-Lloyd

## Ziel und Methodik

Die vorliegende Studie „Digitalisierung des Service in der maritimen Zulieferindustrie“ ist in Zusammenarbeit des Fraunhofer Centers für Maritime Logistik und Services CML und der Arbeitsgemeinschaft Marine Equipment and Systems des VDMA entstanden.

Die fortschreitende Digitalisierung an Bord und neue Möglichkeiten des Datenaustauschs zwischen Schiff und Land werden die maritime Industrie als zentrale Treiber in den kommenden Jahren maßgeblich prägen. Vor diesem Hintergrund war es das Ziel der Untersuchung zu ermitteln, wie die Unternehmen der maritimen Zulieferindustrie den Chancen und Herausforderungen der maritimen Industrie 4.0 begegnen und welche Möglichkeiten sich ihnen bieten, die eigenen Geschäftsmodelle im After Sales Service weiterzuentwickeln, die Geschäftsprozesse der Serviceerbringung zu optimieren und Daten aus dem Betrieb an Bord in stärkerem Maße bei der Verbesserung der eigenen Produkte zu berücksichtigen.

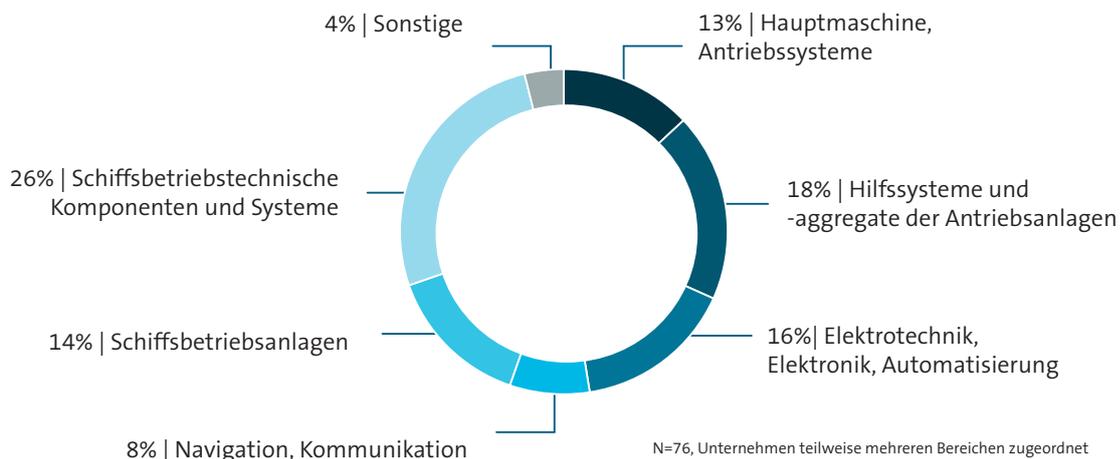
Neben einer Betrachtung des aktuellen Stands der digitalen Transformation des maritimen Service lag der Studienfokus vor allem auf der Untersuchung potenzieller Anwendungsszenarien der Nutzung cyber-physischer Fähigkeiten in

produktbegleitenden Dienstleistungen der maritimen Zulieferindustrie sowie, damit eng verbunden, auf der Analyse denkbarer Entwicklungsszenarien für den Auf- bzw. Ausbau datenbasierter Geschäftsmodelle.

Das Studiendesign umfasste eine schriftliche Befragung von insgesamt 68 Führungskräften aus der maritimen Zulieferindustrie. Wenn nicht explizit anders angegeben, beziehen sich die dargestellten Ergebnisse auf die Aussagen und Einschätzungen aller teilnehmenden Unternehmen. Hierbei ist das gesamte Spektrum an maritimen Systemen und Produkten, die im Schiff Einsatz finden, in der Untersuchung abgedeckt. Abbildung 1 zeigt, in welchen Segmenten der maritimen Zulieferbranche die 68 befragten Unternehmen aktiv sind.

Im Vorfeld der Befragung fand eine detaillierte Literaturanalyse zu branchenübergreifenden Trends rund um Industrie 4.0-induzierte Innovationen im Bereich industrieller Dienstleistungen statt. Darüber hinaus sind untersuchungsbegleitend vertiefende Gespräche mit ausgewählten Experten aus Industrie und Wissenschaft zu aktuellen Entwicklungen und zentralen Treibern in der Schifffahrtsbranche sowie maritimen Dienstleistungen im Kontext der Digitalisierung geführt worden.

Abb. 1: Angebotsspektrum an maritimen Systemen und Produkten der befragten Unternehmen



Quelle, Fraunhofer CML



## Management Summary

Die maritime Industrie 4.0 steht im Mittelpunkt vieler Zukunftskonzepte für Schifffahrt und maritime Logistik. Die volle Tragweite der Veränderungen durch eine umfassende Verfügbarkeit aktuellster Daten aus dem Schiffsbetrieb, immer leistungsfähigere Kommunikationslösungen im maritimen Raum und den Transfer innovativer Verfahren zur Analyse großer Datenmengen in schifffahrtsbezogene Anwendungsfelder, wird sich erst in einigen Jahren feststellen lassen.

Die Unternehmen der maritimen Zulieferindustrie erwarten durch die schnell voranschreitende Digitalisierung weitreichende Auswirkungen auf ihre Wettbewerbsfähigkeit sowohl im maritimen Service als auch im maritimen Neuproduktgeschäft. Dabei besteht die Gefahr, dass sich zukünftig die Wertschöpfung in der maritimen Branche in Richtung immaterieller, in weiten Teilen digitalisierter Güter und Services verschiebt. Gleichzeitig können mit zunehmender Bedeutung datenbasierter Angebote bisher branchenfremde Akteure Teile der Wertschöpfung im After Sales an sich binden, die gegenwärtig auf Seiten der maritimen Zulieferer liegen. Für die Unternehmen stellt sich damit insgesamt

die Frage, inwieweit sie in den Wettbewerb um Leistungsangebote auf Basis der neuen Ressource „Daten“ einsteigen wollen.

Je stärker es im Kontext der maritimen Industrie 4.0 um die Optimierung des Gesamtsystems Schiff und eine Steigerung der Performance der maritimen Transportkette als Ganzes geht, desto wichtiger wird der Aspekt unternehmensübergreifender Kooperation. Zusätzlicher Mehrwert innovativer maritimer Dienstleistungen entsteht oft erst durch eine Kombination von Betriebsdaten verschiedener Maschinen und Anlagen und über Unternehmensgrenzen hinweg. Für das einzelne Unternehmen gilt es damit, sich verstärkt in integrierten Wertschöpfungsnetzwerken einzubringen, um an neuen Ertragspotenzialen partizipieren zu können.

Gegenwärtig bewegt sich die Entwicklung intelligenter, vernetzter Systeme und hiermit verbundener Dienstleistungen in der maritimen Branche noch in einer überwiegend frühen Umsetzungsphase. Dabei sind die Zulieferunternehmen dem digitalen Wandel des Servicegeschäfts gegenüber größtenteils sehr positiv eingestellt und sehen



vor allem neue Chancen und weniger drohende Risiken. Damit sich bestehende Umsetzungsbarrieren der digitalen Transformation überwinden lassen, kann ferner eine Intensivierung des brancheninternen Austauschs in geeigneten Formaten, wie dem VDMA Arbeitskreis „Service Schiffbau und Offshore“, einen wertvollen Beitrag leisten.

Um die Prozesseffizienz und Produktivität von Dienstleistungssystemen des maritimen After Sales zu steigern oder durch digitale Leistungsangebote zusätzlichen Kundennutzen zu schaffen, lassen sich eine Reihe von Handlungsfeldern hervorheben: Mittels Sensorik an Bord erfasste Betriebs- und Nutzungsdaten können zukünftig verstärkt die Grundlage dafür bilden, Produkte und Dienstleistungen gezielt weiterzuentwickeln und darüber hinaus im Sinne einer Betriebsoptimierung Potenziale für die Steigerung der Gesamtanlageneffektivität zu ermitteln; mit Hilfe innovativer Betriebssteuerungsfunktionen, ob als Direktzugriff von Land aus oder mittels lokaler Selbststeuerung durch intelligente Automatisierung, lassen sich Betriebsprofile in

Echtzeit anpassen und so identifizierte Optimierungspotenziale direkt erschließen; datenbasierte Ferndiagnose- und Zustandsüberwachungsalgorithmen ermöglichen den Übergang zu „Condition Based“ oder „Predictive Maintenance“ maritimer Systeme; und mit einer Intensivierung der Technikunterstützung im Service können dem Servicemitarbeiter im Einsatz vor Ort digitale Hilfsmittel zur Verfügung gestellt sowie durch innovative Entscheidungsunterstützungssysteme die zentrale Planung und Steuerung des After Sales optimiert werden.

Noch konzentrieren sich die Unternehmen der maritimen Zulieferindustrie vor allem auf die schrittweise Weiterentwicklung aktueller Geschäftsmodelle durch Digitalisierung produktnaher Funktionen und Serviceangebote. Um zukünftig verstärkt innovative datenbasierte Ansätze aufzugreifen, können sich die Unternehmen bei der Ausgestaltung von Nutzenversprechen, Leistungsmechanik und Ertragsmodell an einer Vielzahl etablierter Geschäftsmodellmuster orientieren.





## Unternehmerische Handlungsfelder im Kontext von Industrie 4.0

Intelligente, vernetzte Maschinen und Anlagen stehen im Zentrum von Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge. Für die Zukunft versprechen sie eine Vielzahl neuer Möglichkeiten, von erweiterten Produktfunktionalitäten, höheren Ausfallsicherheiten und verbesserter Kapazitätsauslastung bis hin zu gänzlich neuen datenbasierten Geschäftsmodellen. Die Potenziale von Industrie 4.0 und die notwendigen Maßnahmen, die ein Zusammenwachsen von Produktion und Produkten mit modernster Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) erlauben, nehmen gegenwärtig einen großen Teil der Diskussion um zukünftige technische und industrielle Trends und Herausforderungen ein. Industrie 4.0 steht hierbei für die Digitalisierung und Vernetzung von Prozessen, Maschinen, Objekten und IKT-Systemen entlang der Wertschöpfungskette und über den gesamten Lebenszyklus von Produkten. Im Kern ergibt sich damit eine umfassende Verfügbarkeit von Echtzeitdaten aus den verschiedenen Phasen der Produktentwicklung, Fertigung und Nutzung bis hin zum Recycling sowie eine durchgängige Vernetzung aller an der Wertschöpfung beteiligten Akteure [1].

In dieser Hinsicht stellt Industrie 4.0 einen Paradigmenwechsel dar. Es sind nicht mehr primär das physische Produkt und Produktionsverfahren, die im Zentrum einer sprunghaften technologischen Entwicklung stehen – wie bei den vorangegangenen „industriellen Revolutionen“ der Mechanisierung, Elektrifizierung und Automatisierung – sondern es ist die Frage, wie Daten und Informationen sowie deren Austausch über den gesamten Produktlebenszyklus einen Mehrwert generieren können. Neben Mitarbeitern, Technologie und Kapital gewinnen Daten damit als entscheidende Unternehmensressource an Bedeutung. Im Kontext unternehmerischen Handelns entfalten sich die Möglichkeiten von Industrie 4.0 im Sinne einer Nutzung dieser neuen Ressource „Daten“ auf unterschiedlichen Anwendungsebenen.

### Smart Factory

Auf der ersten Anwendungsebene steht die Fertigung industrieller Güter im Fokus. Innovationen aus dem Bereich Industrie 4.0 versprechen Produktivitäts- und Kostengewinne durch eine Flexibilisierung von Fertigungsstrukturen und eine optimierte Steuerung industrieller Produktion. Die weitgehende Vernetzung und Automatisierung sich selbst organisierender und optimierender Produktionsanlagen in der „Smart Factory“ ist die Grundlage für höhere Prozesseffizienz und eine Weiterentwicklung von Produktionskonzepten mit dem Ziel der kundenindividuellen Fertigung (Make-to-Order). In diesem Kontext treten produzierende Unternehmen folglich als Anwender von Innovationen auf, die sich in einer konsequenten Digitalisierung und Vernetzung sowohl unternehmensintern als auch entlang der gesamten Wertschöpfungskette mit Zulieferern, Kunden und Partnern manifestieren. Die Umsetzung von Industrie 4.0 im Sinne der „Smart Factory“ wird insbesondere von technisch orientierten deutschen Industrieunternehmen bereits heute in vielen Ansätzen verfolgt, um eine Optimierung von Produktionsprozessen und damit eine langfristige Sicherung wettbewerbsfähiger Kostenstrukturen zu erzielen [2].

### Smart Products

Den Schwerpunkt der zweiten zentralen Anwendungsebene von Industrie 4.0 bildet die zunehmende Vernetzung von intelligenten Endprodukten. Hier zeichnet sich Industrie 4.0 durch einen entscheidenden Unterschied zu den vorangegangenen Wellen der Digitalisierung im Unternehmen aus. Die Einführung elektronischer Datenverarbeitung als erste Digitalisierungswelle in den 1960ern und 1970ern sowie des Internets als zweite Welle in den 1980ern und 1990ern war Grundlage für eine Optimierung einzelner unternehmensinterner Aktivitäten beziehungsweise

von unternehmensübergreifenden Prozessen entlang der Wertschöpfungskette. Die Produkte selbst blieben hiervon jedoch weitgehend unberührt [3].

Im Zuge von Industrie 4.0 als nächstem Schritt der Digitalisierung der Wirtschaft stehen nun intelligente, vernetzte Produkte im Zentrum. Produzierende Unternehmen füllen hierbei die Rolle des Anbieters von innovativen „Smart Products“ aus. Ermöglicht durch eine umfassende Verfügbarkeit von Echtzeitdaten aus der Nutzungsphase zeichnen sich diese „Smart Products“ durch höhere Leistungsfähigkeit und erweiterte, aufeinander aufbauende Produktfunktionalitäten aus (siehe Abbildung 2).

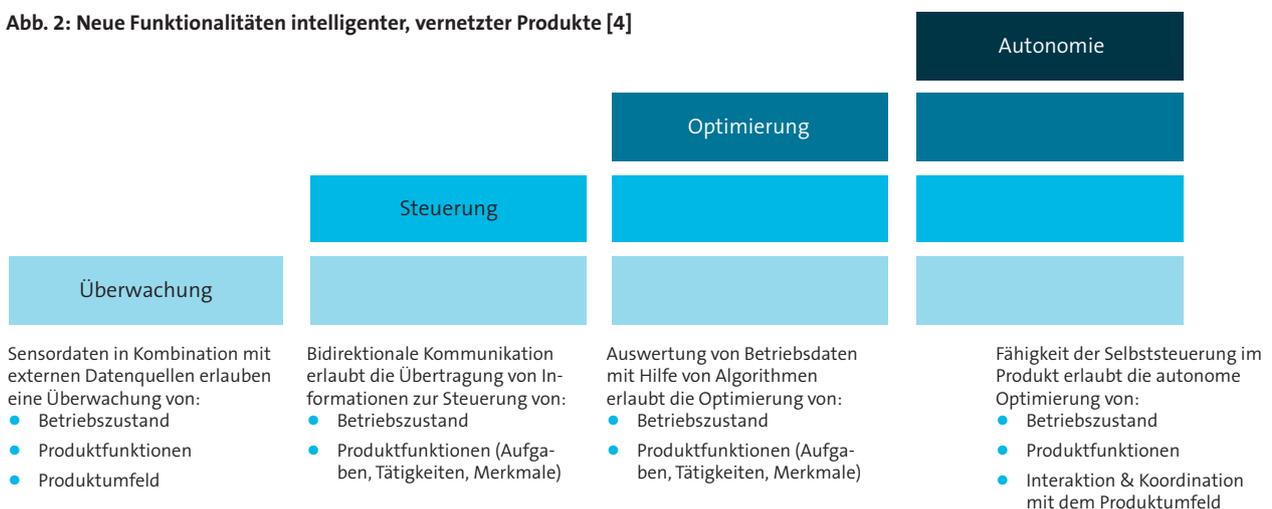
Digitale Produktinnovationen aus dem Industrie 4.0-Kontext haben Auswirkungen auf den Einsatz intelligenter, vernetzter Geräte, Maschinen oder Anlagen durch den Anwender. Für Unternehmen ergibt sich als zentrale Frage, welche digitalen Funktionalitäten sie in ihren Produkten vorsehen sollen, um die eigene Wettbewerbsposition am Markt langfristig zu stärken. Hierbei sollte der Fokus auf Entwicklungen liegen, die einen klaren anwenderbezogenen Mehrwert auf Seiten des Kunden schaffen, für den dieser auch bereit ist zu zahlen.

### Smart Services

Lange Zeit war es für Maschinen- und Anlagenbauer möglich, sich in erster Linie über die Qualität ihrer Produkte erfolgreich im Markt zu behaupten. Bei zunehmendem globalen Wettbewerbsdruck sowie Produkten, die sich hinsichtlich ihrer Produkt- und Leistungsparameter immer stärker angleichen, wird eine Differenzierung gegenüber konkurrierenden Herstellern allein über das Kernprodukt jedoch zusehends schwieriger. In diesem Zusammenhang bieten produktbegleitende Dienstleistungen einen Ausweg aus der Spirale von kürzer werdenden Produktlebenszyklen und schrumpfenden Margen im Kerngeschäft. Gleichzeitig wird es zukünftig im Wettbewerb immer weniger um das Produkt selbst gehen, sondern um Angebote, die dem Wunsch des Kunden nach einer nachhaltigen Problemlösung entsprechen, wobei eine ganzheitliche Betrachtung der Total Cost of Ownership über den gesamten Lebenszyklus hinweg in den Fokus rückt.

Vor diesem Hintergrund ist es wenig überraschend, dass produktbegleitende Dienstleistungen insbesondere seit den frühen 1990er Jahren in vielen Branchen stetig an Bedeutung gewinnen.

Abb. 2: Neue Funktionalitäten intelligenter, vernetzter Produkte [4]



Quelle, Fraunhofer CML

Zusammengefasst unter dem Begriff After Sales Services ermöglichen sie den Betrieb industrieller Güter beim Kunden oder tragen in den einzelnen Lebenszyklusphasen zu einem unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten optimierten Einsatz bei (siehe Abbildung 3). In der Entwicklungs- und Realisierungsphase umfassen industrielle Dienstleistungen dabei Aufgaben der Planung und Finanzierung. Entlang der Nutzungsphase, dem mit Abstand längsten Zeitraum des Lebenszyklus industrieller Maschinen und Anlagen, sorgen industrielle Dienstleistungen im Bereich Wartung und Instandsetzung für einen reibungslosen Betrieb.

Gleichzeitig gewährleistet eine Betriebsoptimierung den möglichst effektiven und effizienten Einsatz. Am Ende des Produktlebens finden sich Dienstleistungen, die eine Wiederverwertung einzelner Komponenten und eine kosteneffiziente Entsorgung zum Ziel haben.

Aufgrund der langen Lebensdauer, der hohen Ausfallkosten sowie einer zunehmenden Komplexität der Systeme nimmt der After Sales Service insbesondere für Investitionsgüter des

Maschinen- und Anlagenbaus eine zentrale Stellung ein. Die Studie „Global Service 2014“ des VDMA zeigt, dass der deutsche Maschinen- und Anlagenbau die wachsende Bedeutung von After Sales Services insgesamt erkannt hat und sich im weltweiten Vergleich durch gute Serviceleistungen auszeichnet [6].

Gleichzeitig entstehen im Kontext der Digitalisierung vielfältige neue Möglichkeiten für das Angebot innovativer industrieller Dienstleistungen sowie einer Steigerung von Produktivität und Qualität bestehender Dienstleistungsangebote [7]. Neben „Smart Factory“ und „Smart Products“ sind auf der dritten Anwendungsebene von Industrie 4.0 Daten aus der Produktnutzungsphase sowie der Datenaustausch zwischen und mit Maschinen und Anlagen die Grundlage für das Angebot von „Smart Services“. Hersteller können intelligente, vernetzte Produkte über den gesamten Lebenszyklus begleiten und dem Anlagenbetreiber Zusatzdienste anbieten.

Diese Leistungsbündel basieren auf aggregierten und analysierten Daten aus dem Anlagenbetrieb. Im Zusammenspiel mit innovativen digitalen Produktfunktionalitäten sind sie Ausgangspunkt für eine zusätzliche Wertschaffung im Vergleich zu „klassischen“ industriellen Dienstleistungen.

Industrie 4.0 wirft für Unternehmen damit die zentrale Frage auf, wie sie durch die Auswertung von Daten aus dem Produktbetrieb in Kombination mit neuen Produktfunktionalitäten ihr Angebot innovativer produktbegleitender Dienstleistungen weiterentwickeln können, um einen Wettbewerbsvorteil zu erzielen oder die Wertschöpfung im Unternehmen zu erhöhen. Dies wird erreicht, indem sie entweder die eigenen unternehmensinternen Aktivitäten effizienter gestalten oder auf Seiten des Kunden einen zusätzlichen Nutzen schaffen. Gerade in diesem Zusammenhang ermöglichen Industrie 4.0-Technologien auch das Entstehen neuer auf Vernetzung und Digitalisierung basierender Geschäftsmodelle.

**Abb. 3: Produktbegleitende Dienstleistungen entlang des Lebenszyklus industrieller Güter [5]**



Quelle, Fraunhofer CML



## Technologische Innovationen als Grundlage der maritimen Industrie 4.0

Der Ausgangspunkt für Wertschaffung in allen Anwendungsfeldern der maritimen Industrie 4.0 sind digitale Daten. Damit eine Steigerung der Prozesseffizienz möglich ist und neue innovative Produktfunktionalitäten an Bord umgesetzt werden können, müssen dementsprechend Daten aus dem Schiffsbetrieb verfügbar und ihr Austausch sowie ihre Zusammenführung sichergestellt sein. Gleichzeitig sind Ansätze notwendig, die eine systematische Analyse relevanter Daten vornehmen und diese so als Grundlage für die Steuerung und Optimierung von Schiffsbetrieb und Prozessen der maritimen Transportkette bereitstellen. Die Umsetzung von Industrie 4.0 in der maritimen Wirtschaft basiert folglich auf drei miteinander verbundenen technologischen Innovationsfeldern:

- Schiff als Cyber Physical System
- Vernetzung und Datenaustausch
- Datenanalyse und Systemintelligenz

Erst durch das Zusammenwirken von Entwicklungen in den drei Bereichen entsteht die technische Grundlage für intelligente, digital vernetzte maritime Systeme, welche die Wirtschaftlichkeit des Schiffsbetriebs erhöhen, Schiffsmanagementfunktionen an Bord und an Land gezielt unterstützen und einen zunehmend selbstorganisierten maritimen Transport ermöglichen.

### Schiff als Cyber Physical System

“Alles, was digitalisiert und in Information verwandelt werden kann, wird digitalisiert und in Information verwandelt” [8]. Dieser These folgend ist das Konzept des „Cyber Physical System“ ein Kerngedanke von Industrie 4.0. Danach werden in Zukunft physische Objekte zunehmend mit eingebetteten Sensoren, Mikroprozessoren und Aktoren ausgestattet sein. Cyber Physical Systems ermöglichen so die Verknüpfung von realen Objekten und Prozessen mit der Ebene digitaler Daten und Informationen. Mittels Sensoren

lassen sich physikalische Zustände des Objekts sowie dessen Umgebung erfassen, produktintegrierte Software ist die Grundlage für eine Verarbeitung von Informationen, über Aktoren kann das Objekt auf Vorgänge sowie seine Umwelt einwirken und mit Hilfe von Funktionalitäten des Informationsaustauschs sind Cyber Physical Systems in der Lage, sich mit weiteren Objekten und Instanzen zu vernetzen [9].

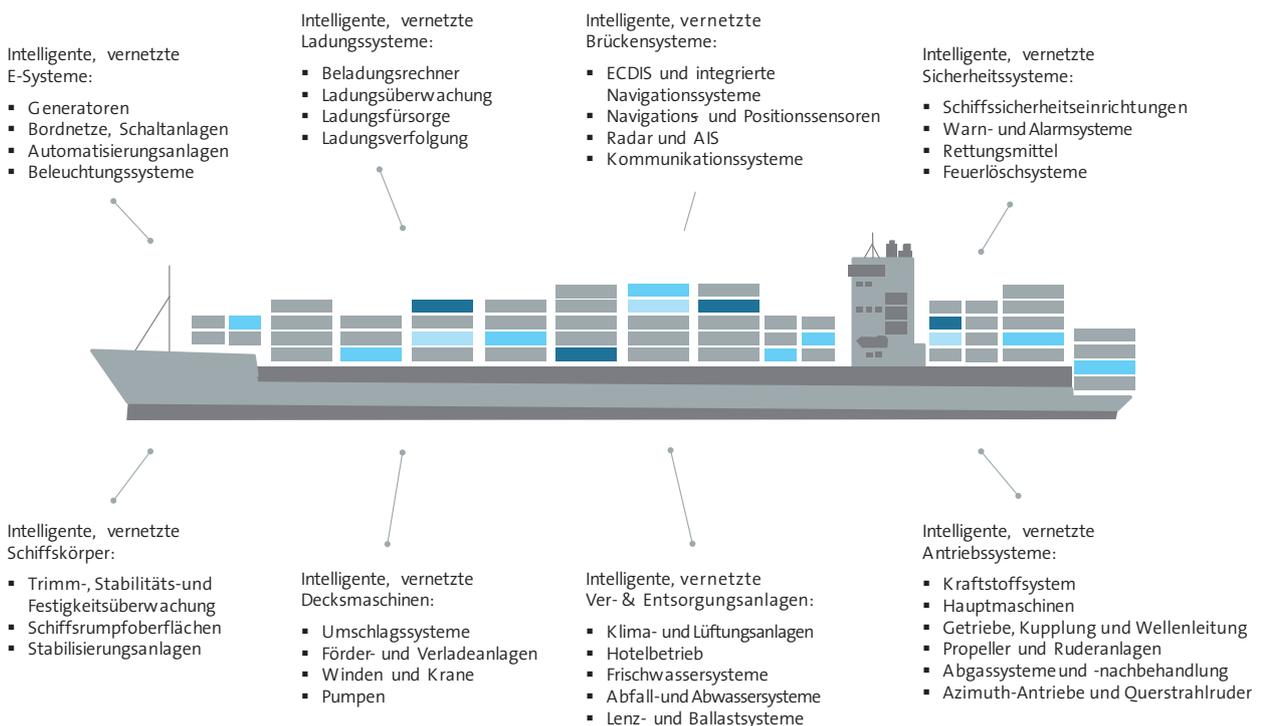
Im maritimen Kontext ist die Evolution des Systems Schiff oder einzelner Schiffssysteme hin zu Cyber Physical Systems eine notwendige Grundlage für die Entwicklung von „Smart Maritime Products“ und „Smart Maritime Services“. Bereits heutzutage sind moderne Schiffe in vielen Bereichen automatisiert und eine zunehmende Anzahl von Systemen und Anlagen an Bord verfügt über integrierte Sensoren, die Daten aus unterschiedlichen schiffsbetriebstechnischen Funktionsbereichen liefern. Insbesondere Antriebssystem und Maschinenanlagen werden verbreitet mit Hilfe dezentraler Sensornetzwerke überwacht und über Softwaresysteme gesteuert. Das Navigationssystem auf der Brücke ist ein zweites Anwendungsfeld, in dem große Datenmengen über Verhalten und Umgebung des Schiffes aus verschiedenen Sensorsystemen vorliegen und softwarebasierte Anwendungen Funktionen der Schiffsführung unterstützen.

Gleichwohl sind intelligente, vernetzte Produkte in anderen Branchen wie Luft- und Raumfahrt, Verbraucherelektronik oder der Automobilindustrie heute bereits weiter verbreitet, als dies in der Schifffahrt noch der Fall ist. Lange Betriebslebensdauern von gegenwärtig mehr als 25 Jahren [10] und die Einzelfertigung von Schiffen verlangsamten die Innovationsdiffusion in der maritimen Branche. Nichtsdestotrotz wird für die kommenden Jahre ein entsprechender Aufholprozess erwartet, in dessen Folge es zur Digitalisierung einer Vielzahl weiterer schiffsbetriebstechnischer Funktionsbereiche kommen kann (siehe Abbildung 4) [11].

Die Zusammenführung und Analyse der rasant zunehmenden Datenmengen rund um das Cyber Physical System Schiff bildet den Ausgangspunkt, um in Zukunft die Sicherheit des Seeverkehrs zu steigern, eine optimierte Instandhaltungsplanung umzusetzen, Off-Hire Zeiten zu minimieren oder die Effizienz verschiedener Schiffsmanagementfunktionen zu erhöhen. Da sich Schiffe durch eine große Vielzahl an Subsystemen, Maschinen, Anlagen und Kontrollsystemen auszeichnen, entstehen im Kontext der Digitalisierung durch eine Kombination von Daten aus einzelnen schiffsbetriebstechnischen Funktionsbereichen darüber hinaus ganz neue Möglichkeiten für eine Optimierung des Gesamtsystems Schiff.

Eine notwendige Voraussetzung hierfür ist, dass Technologien im Bereich Sensoren, dezentrale Datenverarbeitung und Energieversorgung kosteneffizient verfügbar sind. Auch wenn dies aktuell noch nicht gegeben sein mag, werden weiter sinkende Mikroelektronikkosten in Zukunft dazu beitragen, dass sich eine umfassende Digitalisierung in vielen weiteren Anwendungsfeldern an Bord wirtschaftlich realisieren lässt [12]. Gerade für technologieorientierte Unternehmen in der maritimen Branche besteht hierbei die Chance durch entsprechende Geschäftsmodelle neue Wertschöpfungspotenziale im Zusammenhang mit der Digitalisierung des Systems Schiff zu erschließen, etwa indem Maschinen und Anlagen an Bord mit Sensoren ausgestattet oder die Vernetzung einzelner schiffsbetriebstechnischer Funktionsbereiche vorangetrieben wird.

Abb. 4: Digitalisierung schiffsbetriebstechnischer Funktionsbereiche im Kontext der maritimen Industrie 4.0



Quelle, Fraunhofer CML

Eine zweite Umsetzungsbarriere für die umfassende Nutzung von digitalen Informationen aus dem Schiffsbetrieb im Kontext der maritimen Industrie 4.0 ist die Frage der Datennutzungsrechte. In vielen Fällen ist heute nicht eindeutig geklärt, wem an Bord anfallende Daten gehören. Aufgrund ihrer zunehmenden Bedeutung als Grundlage für neue Funktionalitäten intelligenter, vernetzter Produkte und damit verbundenen datenbasierten Dienstleistungen müssen zukünftig geeignete Datennutzungsmodelle zwischen Anlagenhersteller und Reeder gefunden werden, die verbindliche und transparente Regeln vorgeben, welche Daten verschiedene Akteure zu welchem Zweck verwenden dürfen.

## Vernetzung und Datenaustausch

Neben der Digitalisierung an Bord ist die flächendeckende datentechnische Anbindung und damit ein nahtloser Datenaustausch zwischen Schiff und Land eine zweite Voraussetzung für die Realisierung intelligenter, vernetzter Produkte und innovativer industrieller Dienstleistungen im maritimen Kontext.

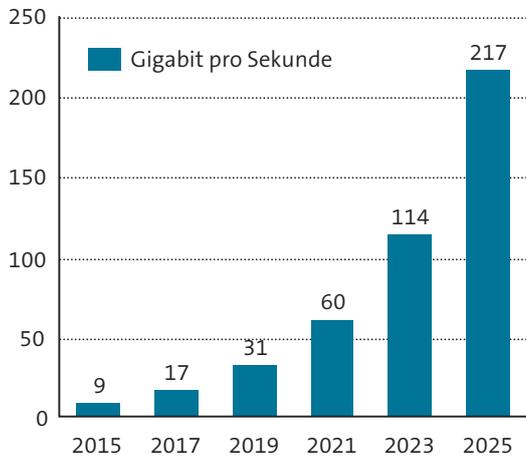
Hierbei erfüllt die Vernetzung des Schiffes mit weiteren am maritimen Transport beteiligten Instanzen eine Doppelfunktion. Zunächst ist sie die Grundlage für einen Austausch von Informationen zwischen intelligenten, vernetzten maritimen Systemen und deren Umgebung. Darüber hinaus ermöglicht es die datentechnische Anbindung des Schiffes, bestimmte Funktionalitäten vom physischen Produkt an Bord loszulösen. Als Software Services können diese Anwendungen stattdessen cloudbasiert angeboten und gegebenenfalls in digitale Plattformen eingebunden werden. Von verschiedenen Standorten ist damit jederzeit ein Zugriff auf die Services gewährleistet und die echtzeitnahe Verarbeitung sehr großer Datenmengen kann auf dezentrale, vom Schiff losgelöste Rechenkapazitäten zugreifen. Des Weiteren erleichtert eine Plattformentorienteierung es, relevante Informationen aus externen Datenquellen einzubeziehen sowie

Anwendungen problemlos an geänderte Nutzeranforderungen oder Rahmenbedingungen anzupassen und um neue Features zu erweitern.

Im Gegensatz zu landbasierten intelligenten, vernetzten Produkten ist die Übertragung von Daten im maritimen Anwendungsraum mit deutlich größeren Herausforderungen verbunden. Nur in Küstennähe ist mobiler Datenfunk verfügbar. In Häfen kann gegebenenfalls auf WLAN oder Ethernet-Breitbandanschlüsse zurückgegriffen werden. Auf der offenen See hingegen ist ein Datenaustausch einzig über Satellitenkommunikation möglich, was den Austausch größerer Datenmengen aufgrund hoher Kommunikationskosten nach heute etabliertem Stand der Technik für viele Anwendungen unwirtschaftlich macht. Nur wenn die Datenübertragungsgeschwindigkeiten im maritimen Raum in Zukunft steigen und in Folge dessen die Kommunikationskosten fallen, lassen sich innovative Produktfunktionen und Dienstleistungen im Sinne der maritimen Industrie 4.0 kosteneffizient anbieten, die den regelmäßigen Austausch von umfangreichen Datenmengen (Big Data) zwischen Schiff und Land voraussetzen.

Eine Reihe von Initiativen wie das VHF Data Exchange System (VDDES), e-Maritime und e-Navigation, aber vor allem Fortschritte im Bereich der Satellitenkommunikation in Kombination mit einer zunehmenden Nachfrage nach maritimen VSAT-Lösungen versprechen für die Zukunft bessere Abdeckung, mehr Bandbreite und entsprechend leistungsfähigere Kommunikationskanäle im maritimen Wirtschaftsraum. „Big Data“ und die umfangreiche Nutzung von Informationen zur Steigerung von Flexibilität, Effizienz und Sicherheit des Seeverkehrs rückt dadurch in greifbare Nähe. Es wird erwartet, dass sich die VSAT-Netzwerkcapazität über maritimen Regionen in den kommenden Jahren um mehr als Faktor 10 erhöht und in Folge dessen auch die Kosten pro übertragenem Bit deutlich fallen (siehe Abbildung 5). Gleichzeitig nimmt der Anteil an breitbandfähigen Schiffen stetig zu, womit eine zentrale Umsetzungsbarriere der

Abb. 5: Prognostizierte VSAT-Netzwerkcapazität im maritimen Anwendungsraum [14]



Quelle, Fraunhofer CML

maritimen Industrie 4.0 – der Austausch von großen Datenmengen in Echtzeit zwischen Anwendungen an Land, an Bord und in der Cloud – in naher Zukunft überwunden werden kann. Damit ist der Weg frei für intelligente, vernetzte Schiffssysteme und verbundene produktbegleitende maritime Dienstleistungen genauso wie für eine stärkere vertikale und horizontale Integration der Akteure rund um den Schiffsbetrieb und entlang der maritimen Transportkette [13].

Neben echtzeitbasiertem Datenaustausch zwischen Schiff und Land besteht eine weitere Umsetzungsbarriere darin, branchengerechte Kommunikationsstandards und Schnittstellen zu schaffen, um sowohl eine Kopplung einzelner Funktionsbereiche an Bord als auch die horizontale und vertikale Integration des Schiffes in übergeordnete Wertschöpfungsnetzwerke des Seeverkehrs zu erzielen. Hierbei müssen entsprechende Kommunikationsframeworks auch Fragen der Zugriffsrechte und -möglichkeiten definieren und damit festlegen, wie maritime Dienstleister auf intelligente, vernetzte Systeme an Bord zugreifen und Daten mit diesen austauschen können. In diesem Kontext sind Unternehmen, Verbände und internationale (Schiffahrts-)Organisationen gefragt, um gemeinsam geeignete Technologiestandards zu setzen.

Gleichzeitig gewinnt mit einem rasant zunehmenden Austausch von Informationen und der Vernetzung maritimer Systeme der Schutz von

Daten und Informationssystemen unter dem Begriff „Cyber Security“ elementar an Bedeutung. Neuen Sicherheits- und Datenschutzrisiken von intelligenten, vernetzten Schiffen gilt es auf Unternehmensseite mit Sicherheitstechnologien zu begegnen, die effektiv vor externen und internen Angriffen schützen. Gerade bei drahtloser Kommunikation ist darüber hinaus die Integrität und Vertraulichkeit der übertragenen Daten sicherzustellen und eine hohe Verfügbarkeit der Kommunikationskanäle zu realisieren. Dabei ist „Cyber Security“ für Unternehmen der maritimen Branche nicht nur eine Herausforderung, sondern auch Chance für die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle, die neben einem schnellen auch einen sicheren Informationsaustausch gewährleisten.

## Datenanalyse und Systemintelligenz

Auch wenn es in Zukunft technisch möglich ist, immer größere Datenmengen aus dem Schiffsbetrieb zu erfassen und diese in Echtzeit oder echtzeitnah zwischen dem System Schiff, weiteren Instanzen entlang der maritimen Transportkette und digitalen Anwendungen in der Cloud auszutauschen, wird hierdurch noch kein Wert an sich geschaffen. Dieser liegt vielmehr in einer Nutzung von Informationen mit dem Ziel, die Effizienz des maritimen Transportsystems zu steigern. Notwendige Voraussetzung hierzu ist, dass Daten mit Hilfe zweckmäßiger Algorithmen ausgewertet und in geeigneter Weise miteinander kombiniert werden. Erst so lässt sich die rasant anwachsende Menge an Daten rund um den Schiffsbetrieb in wertvolle Informationen überführen, die als Entscheidungsgrundlage dienen oder in einen automatisierten Entscheidungsprozess eingehen.

Für Unternehmen der maritimen Branche besteht die Chance der maritimen Industrie 4.0 darin, die Fülle an Daten aus dem Schiffsbetrieb gemeinsam mit Informationen aus weiteren Datenquellen zu analysieren und so für ihre Zwecke nutzbar zu machen. Mögliche Anwendungsfelder sind

vielfältig und umfassen etwa die Auswertung von Betriebsdaten als Grundlage für die Entwicklung verbesserter Maschinen und Anlagen, die echtzeitnahe Analyse von Daten, um Potenziale für eine Effizienzsteigerung des Schiffsbetriebs zu identifizieren oder die Überprüfung von Sensordaten auf charakteristische Anomalien, die als Frühindikatoren auf bevorstehende technische Probleme hindeuten.

Um bestehende Potenziale zu erschließen, stehen Unternehmen vor der Aufgabe, mit Hilfe effektiver Analyseverfahren die wirklich wichtigen Erkenntnisse aus der zunehmenden Flut an Daten zu extrahieren. Fortschritte auf den Gebieten „Künstliche Intelligenz“ und „Maschinelles Lernen“ in den letzten Jahren haben dazu beigetragen, dass im Bereich „Advanced Analytics“ heute wirkungsvolle Techniken und Werkzeuge verfügbar sind, die ausgehend von großen Datenmengen komplexe Fragestellungen analysieren, tiefgreifende Einsichten erzeugen, zielgerichtete Vorhersagen treffen und situationsspezifische Handlungsempfehlungen generieren können [15]. Die einzelnen Methoden lassen sich in drei übergeordnete Gruppen einteilen (siehe Abbildung 6).

### Descriptive Analytics

Descriptive Analytics-Verfahren helfen dabei, Daten problemorientiert aufzubereiten und zu analysieren und damit neue nicht-triviale Einsichten, Zusammenhänge und Wechselwirkungen in den Daten zu erkennen. Kausale Zusammenhänge können so auf Basis historischer Daten abgeleitet und die gewonnenen Erkenntnisse zu einer Optimierung der Performance operationalisiert werden.

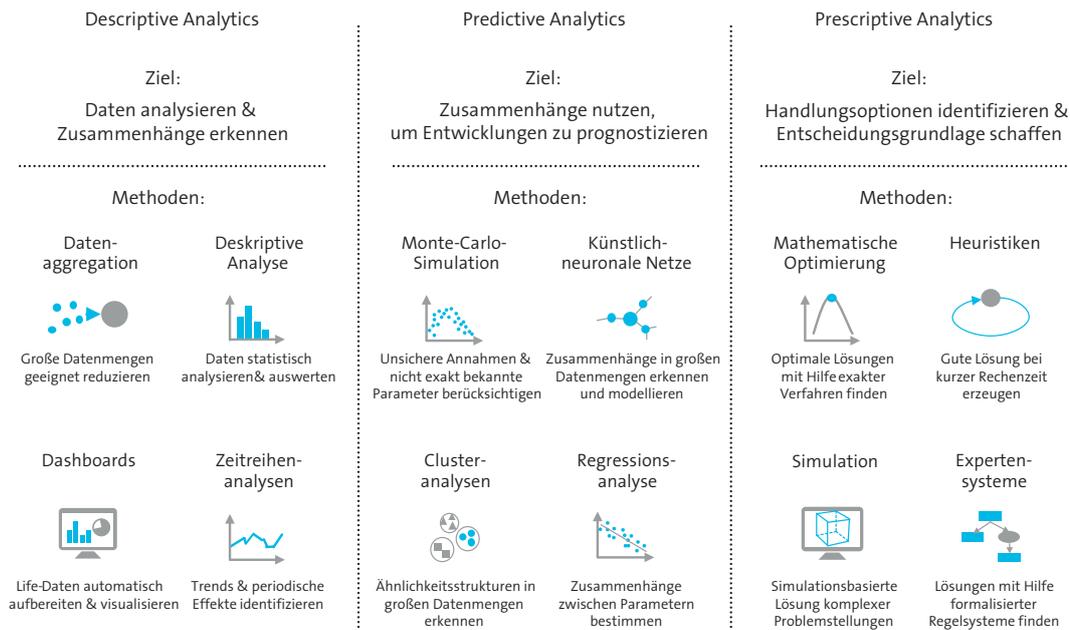
### Predictive Analytics

Predictive Analytics erweitert die erkenntnisorientierte Datenanalyse um eine zukunftsgerichtete Perspektive. Mit Hilfe von Verfahren des

Data Mining sowie verschiedenen statistischen Methoden werden hierbei große Datenmengen nach Hinweisen durchsucht, die eine Identifikation von Trends und ausgehend davon die Vorhersage der (wahrscheinlichen) zukünftigen Entwicklung erlauben. Als ein im maritimen Kontext zurzeit allgegenwärtiges Anwendungsfeld von Predictive Analytics ist insbesondere das Thema Predictive Maintenance zu nennen. Motivation für die Einführung entsprechender zustandsbasierter Instandhaltungsverfahren an Bord ist es Systeme erst dann zu warten, wenn ein Defekt und damit verbundene Verfügbarkeits Einschränkungen sowie hohe Ausfallfolgekosten tatsächlich vorauszusehen sind. Ein Wechsel von präventiv zeitbasierter Instandhaltungspolitik (Planned Maintenance) hin zu Condition Based oder Predictive Maintenance ermöglicht es, maximale Komponentenlebensdauern besser auszunutzen und die Wartungsintensität zu verringern. Gleichzeitig kann zeitunabhängigen Fehlern in Schiffskomponenten wirkungsvoller entgegengewirkt werden, die nach Schätzungen ca. 70 Prozent aller Fehler ausmachen und sich mit Hilfe von Planned Maintenance nur bedingt verhindern lassen.

Voraussetzung für die Umsetzung einer zustandsbasierten Instandhaltung von Systemen und Anlagen an Bord ist die Einführung einer zuverlässigen Zustandsüberwachung (Condition Monitoring). Diese analysiert Sensordaten aus dem Schiffsbetrieb bezüglich Nutzung, Verschleiß und Beschaffenheit mit Hilfe geeigneter Auswertungsalgorithmen und erkennt so Muster und Trends, die auf einen bevorstehenden Fehler hindeuten. Ausgehend hiervon wird eine Fehlerprognose (Schätzung der verbleibenden Restlebensdauer) vorgenommen, die als Grundlage für eine proaktive Einleitung von Servicemaßnahmen dient. Wenn richtig umgesetzt, lassen sich die Häufigkeit kostspieliger Ausfälle von Maschinen und Anlagen verringern, damit verbundene ungeplante Liegezeiten vermeiden und die Kosten präventiver Wartung und Instandhaltung sowie der Vorhaltung von Ersatzteilen an Bord senken [17].

Abb. 6: Advanced Analytics-Methoden [16]



Quelle, Fraunhofer CML

Dabei ist Predictive Maintenance bei Weitem nicht das einzige denkbare Anwendungsfeld von Predictive Analytics-Verfahren in der maritimen Branche. Weitere Potenziale bieten sich zum Beispiel im Performance Monitoring durch die frühzeitige Identifikation eines suboptimalen Energiemanagements an Bord und, ausgehend davon, der Initiierung von geeigneten korrigierenden Maßnahmen; oder in der Routenoptimierung, um durch Korrelation von AIS- sowie Wetter- und Umweltdaten Schiffe so kosteneffizient und sicher wie möglich auf einer spezifischen Reise zu betreiben.

### Prescriptive Analytics

Mit Prescriptive Analytics wird die primär erkenntnisorientierte Datenanalyse von Descriptive und Predictive Analytics-Verfahren um einen Aspekt der Systemintelligenz erweitert. Schwerpunktmäßig geht es hierbei darum, auf Grundlage umfangreicher Daten optimale Handlungsoptionen zu identifizieren und Entscheidungsgrundlagen zu schaffen, wobei die mit Hilfe von Descriptive Analytics identifizierten Zusammenhänge und Wechselwirkungen und die anhand von Predictive Analytics gewonnenen Vorhersagen die Basis darstellen.

Verglichen mit klassischen Anwendungen von „Business Intelligence“ oder „Decisions Support Systems“ ist Prescriptive Analytics in verschiedener Hinsicht weiter gefasst. Zunächst werden nicht in erster Linie entscheidungsrelevante Informationen verdichtet und geeignet dargestellt, wobei deren Bewertung und Überführung in geeignete Maßnahmen Sache des Managements bleibt. Vielmehr identifizieren Prescriptive Analytics-Verfahren ausgehend von großen Mengen an gegebenenfalls unstrukturierten Daten direkt geeignete Handlungsoptionen und bewerten diese in ihren Auswirkungen. Hierzu greift der Ansatz auf ein Entscheidungsmodell zurück, das Zielfunktion (z.B. geringe Kosten, hohe Servicequalität), Nebenbedingungen (z.B. Schiffsfahrplan, Anzahl Servicetechniker) und Handlungsfreiheitsgrade (z.B. Disposition Servicetechniker) der Entscheidungssituation abbildet.

Wird das System als selbstlernendes Regelwerk konzipiert, können neben aktuell verfügbaren internen und externen Daten zusätzlich auch vorangegangene Entscheidungen berücksichtigt werden. Das System lernt folglich aus früheren Entscheidungen und passt auf dieser Grundlage das Entscheidungsmodell dynamisch an, um in Zukunft bessere Lösungen zu finden [18].

Als konsequenter nächster Schritt können Prescriptive Analytics-Verfahren auch die Automatisierung von Entscheidungsprozessen umfassen. Dabei ermittelt ein Algorithmus nicht nur Handlungsoptionen als Entscheidungsgrundlage, sondern löst ausgehend von der analysierten Situation selbstständig vordefinierte Aktionen aus und ermöglicht es dem Unternehmen so, Prozesse dezentral, ohne menschliches Zutun zu

steuern und zu optimieren. Wird also ein bestimmtes Ereignis vorhergesehen (z.B. Ausfall einer Komponente an Bord), leitet das System automatisch die notwendigen Maßnahmen ein, um hierauf in geeigneter Weise zu reagieren (z.B. Disposition des Ersatzteils, Planung des Servicetechnikereinsatzes unter Berücksichtigung des Schiffsfahrplans).

Besonders für dynamische Systeme, in denen sich die Rahmenbedingungen schnell ändern, in Fällen bei denen einzelne Instanzen, wie in der Schifffahrt, geographisch weit verteilt sind oder wenn wiederkehrende Entscheidungssituationen einen hohen manuellen Aufwand bei geringer Wertschöpfung aufweisen, bietet sich eine automatische Steuerung unter Einbindung von Prescriptive Analytics-Verfahren an. Was sicherheitsrelevante, strategisch wichtige oder unstrukturierte Entscheidungssituationen angeht, werden Entscheidungsprozesse wohl auch in absehbarer Zukunft weiterhin zumindest eine menschliche Beteiligung erfordern. Gleichwohl finden sich auch heute schon Beispiele dafür, wie mit Prescriptive Analytics-Ansätzen komplexe Geschäftsentscheidungen weitgehend und mit großem Erfolg automatisiert werden können. So erstellt beim Handels- und Dienstleistungskonzern Otto ein Algorithmus eigenständig eine Vorhersage über den erwarteten Produktabsatz auf Basis vergangener Transaktionen und bestimmt auf dieser Grundlage selbstständig über die Beschaffung von rund 200.000 Artikeln pro Monat, ohne dass diese Entscheidung menschliches Eingreifen erfordert. Im Ergebnis konnte das Unternehmen dadurch die vorgehaltenen Bestände deutlich senken und seine Kunden gleichzeitig zuverlässiger beliefern [19].



NEW YORK EXPRESS

Express



## Einfluss der maritimen Industrie 4.0 auf Wertschöpfung und Wettbewerb

Im Zentrum aller schiffahrtsbezogenen Anwendungsszenarien von Industrie 4.0 steht die Frage, wie sich mit Hilfe digitaler Daten die Performance maritimer Transportketten erhöhen und neue Wertschöpfungspotenziale erschließen lassen. Die optimale Nutzung von Daten und Informationen entlang des gesamten Produktlebenszyklus maritimer Systeme rückt in den Mittelpunkt (siehe Abbildung 7). In der Konstruktionsphase sind digitale Daten Grundlage für die Entwicklung effizienter Schiffsdesigns, deren Fertigungsprozesse digital gelenkt und kontrolliert werden. In der Schiffsbetriebsphase ermöglicht eine digitale Überwachung die optimierte Wartung und Instandhaltung und sich selbst steuernde maritime Systeme versprechen, die Effizienz des Schiffsbetriebs zu steigern. Im Schiffsrecycling helfen digital gespeicherte Informationen dabei, Teile und Komponenten in eine Wiederverwendung zu überführen.

In Zukunft ist das Verschmelzen gegenwärtig voneinander losgelöster Systeme auf Basis neuer Industrie 4.0-Technologien im Sinne von „Systems Integration“ [20] die Basis für vernetzte maritime Transportsysteme, die zusätzliche Aufgaben übernehmen, eine höhere Leistungsfähigkeit aufweisen und sich durch erweiterte Funktionalitäten auszeichnen. Damit bietet sich die Chance für eine stärkere Integration einzelner Akteure und Prozesse entlang maritimer Transportketten insgesamt (siehe Abbildung 8). Gleichzeitig hat die maritime Industrie 4.0 aufgrund der

umfassenden Verfügbarkeit von Daten und Informationen auch einen Einfluss auf die Wertschöpfungsmechanismen und die Wettbewerbslogik in der maritimen Branche. Für Unternehmen der maritimen Zulieferindustrie besteht durch die Digitalisierung des Systems Schiff und einen nahtlosen Austausch von Daten zwischen Schiff und Land dabei die Gelegenheit, neue Wertschöpfungspotenziale mit Hilfe innovativer produktbegleitender Dienstleistungen zu erschließen.

### Wertschaffung

Bezogen auf das Schiff als Transportmittel ist die erhöhte Datenverfügbarkeit aus dem Anlagenbetrieb an Bord und die Möglichkeit des Austauschs von Informationen zwischen Schiff und Land zuallererst Grundlage dafür, die Leistungsfähigkeit individueller Maschinen, Anlagen und Systeme durch neue Produktfunktionalitäten und begleitende digitale Dienstleistungsangebote zu steigern.

Gleichzeitig verschiebt Industrie 4.0 den Fokus von der Verbesserung einzelner technischer Systeme an Bord und der Steuerung voneinander losgelöster Prozesse rund um den Schiffsbetrieb hin zu einer ganzheitlichen Optimierung der Performance. Hier besteht folglich die Chance, eine stärkere Integration individueller schiffsbetriebstechnischer Funktionsbereiche, wie

Abb. 7: Einsatz von Industrie 4.0 entlang des Produktlebenszyklus maritimer Systeme



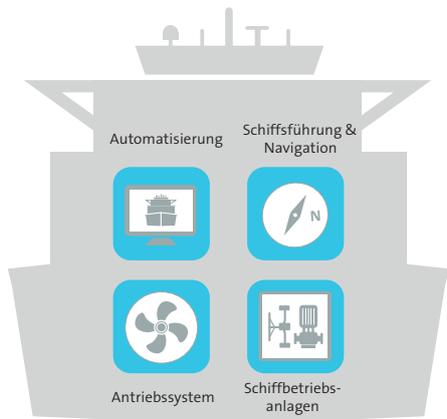
Quelle, Fraunhofer CML

Schiffsführung und Navigation, Antriebssystem oder Schiffsbetriebsanlagen, untereinander vorzunehmen. Diese Vernetzung ist Ausgangspunkt für die Optimierung des Gesamtsystems Schiff mit Potenzialen für eine Reduktion des Kraftstoffverbrauchs, ein verbessertes Energiemanagement an Bord bis hin zu einer weiteren Erhöhung des Automationsgrades [21].

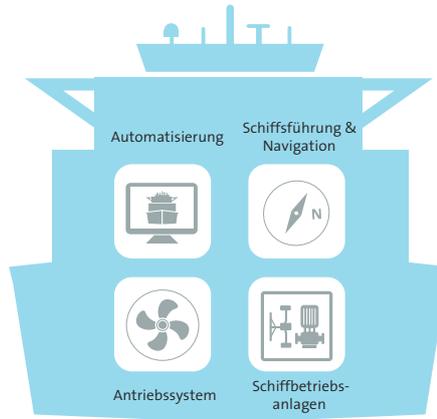
Ferner ermöglicht es die maritime Industrie 4.0 im Sinne einer horizontalen Integration, die engere Verknüpfung auch auf die Wertschöpfungsnetzwerke in der Schifffahrtsbranche um das System Schiff oder ganze Schiffsflotten auszuweiten. In diesem Zusammenhang sind Vernetzung und Datenaustausch die Grundlage für ein integriertes Schiffsmanagement, das durch eine

Abb. 8: Wertschaffung durch Industrie 4.0 im maritimen Anwendungsraum

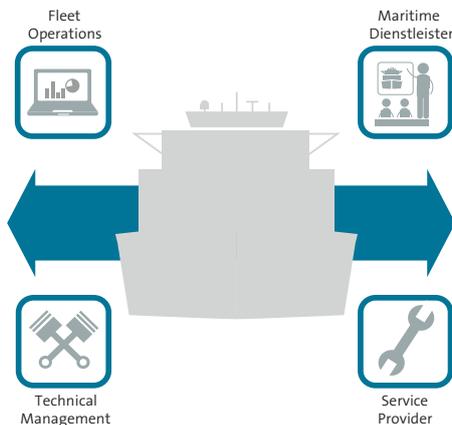
Optimierung der Performance individueller schiffsbetriebstechnischer Funktionsbereiche



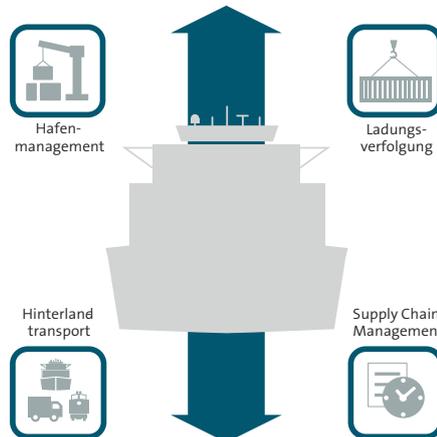
Stärkere Integration einzelner Systeme und Funktionsbereiche an Bord



Horizontale Integration der am Schiffsbetrieb beteiligten Instanzen und Akteure



Vertikale Integration von Prozessen entlang der maritimen Transportkette



flottenübergreifende Steuerung und Optimierung des Schiffseinsatzes zu höherer Auslastung, effizienterem Routing und insgesamt wirtschaftlicherem Betrieb beitragen kann. Gleichzeitig lassen sich am Asset Management beteiligte Instanzen wie Klassifikationsgesellschaften, Schiffsversicherer oder Flaggenstaaten wirkungsvoller untereinander koordinieren. Chancen liegen darüber hinaus in einer optimierten Instandhaltungsplanung auf Basis zustandsbasierter Instandhaltungsverfahren, durch die sich im Zusammenspiel zwischen Schiffsmanagern und Service Providern die Systemlebensdauer verlängern und die Zuverlässigkeit von Schiffen im Einsatz erhöhen lässt.

Zusätzliche Wertschaffungspotenziale verspricht die maritime Industrie 4.0 außerdem durch die geeignete Vernetzung des Informationsflusses entlang des gesamten Transportsystems. Hier ist echtzeitbasierter Datenaustausch zwischen den verschiedenen beteiligten Akteuren Ausgangspunkt für eine Steigerung von Kosteneffizienz, Flexibilität und Transparenz maritimer Lieferketten. Im Sinne einer vertikalen Integration bietet die Digitalisierung somit die Chance, maritime Transporte nahtlos in das Supply Chain Management des Kunden einzubinden, Hafenankeunftszeiten des Schiffes mit dem Hinterlandverkehr besser zu synchronisieren oder die Versorgungsprozesse und Arbeitsabläufe rund um den Hafenanlauf stärker aufeinander abzustimmen.

## Wertschöpfung

In allen beschriebenen Anwendungsfällen sind eine umfassende Verfügbarkeit von Daten aus der Nutzungsphase, erweiterte Funktionalitäten intelligenter, vernetzter Maschinen und Anlagen in den Bereichen Überwachung, Steuerung, Optimierung oder Autonomie im Zusammenspiel mit innovativen Dienstleistungskonzepten die Grundlage, um einen höheren Wert zu schaffen als es „klassische“ Produkte und Dienstleistungen gegenwärtig können. Hierbei kann der geschaffene Wert datenbasierter Services entweder

primär auf Seiten des Dienstleisters selbst oder in erster Linie auf Seiten des Kunden liegen. In beiden Fällen entsteht damit auch das Potenzial zusätzlicher Wertschöpfung für die maritime Zulieferindustrie.

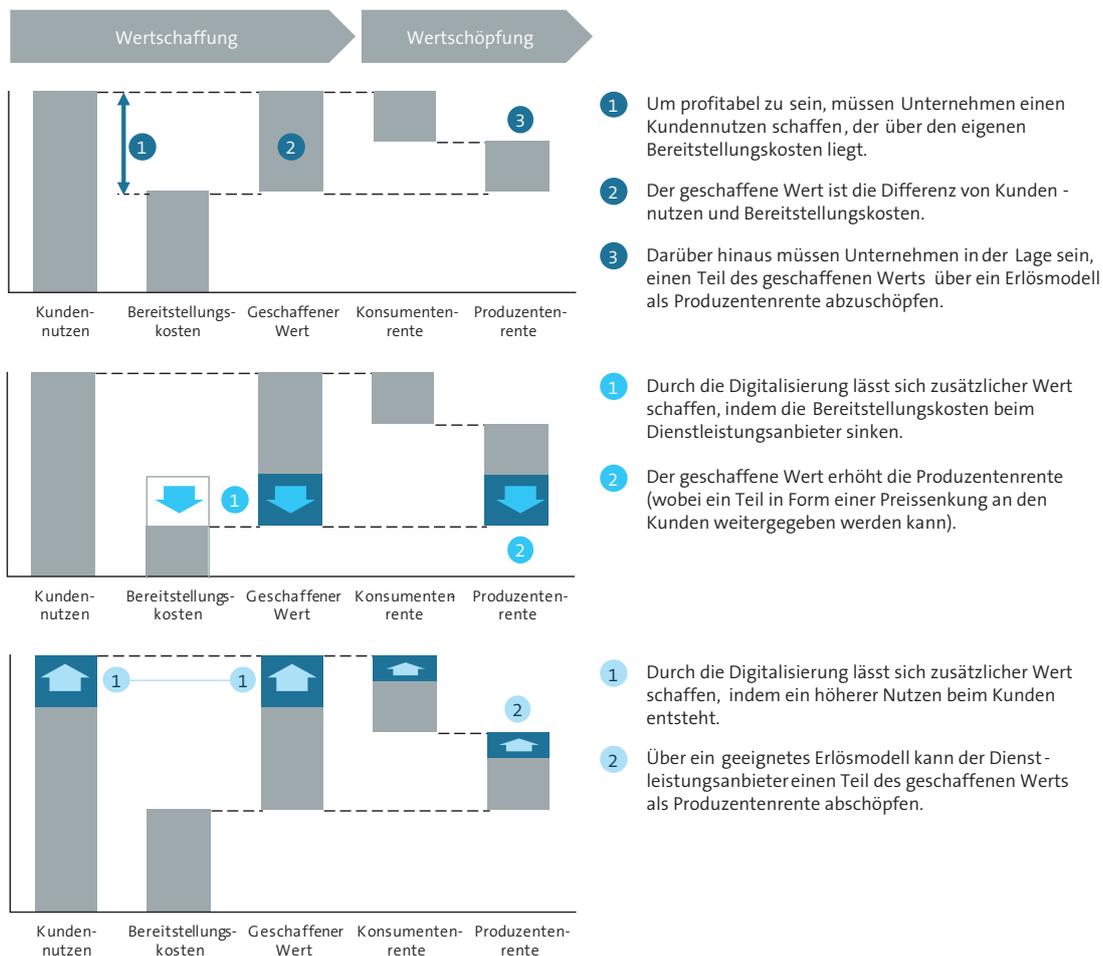
Auf Seiten des Dienstleisters findet Wertschaffung statt, indem die Prozesseffizienz und Produktivität der eigenen Dienstleistungssysteme gesteigert und damit die Kostenstruktur der Dienstleistungserbringung verbessert wird (siehe Abbildung 9). Ansatzpunkte für eine Kostenreduktion finden sich zum Beispiel in einer optimierten Planung und Steuerung des Einsatzes von Service-Technikern auf Basis von Informationen über Zustand, Nutzung, Wartungshistorie sowie prognostizierten Restlebensdauern von Maschinen und Anlagen an Bord. So könnten in Zukunft Techniker mit detaillierter Kenntnis über den Defekt an Bord geschickt werden und würden nicht unvorbereitet auf Probleme stoßen, wie es heute teilweise der Fall ist. Mit einer höheren First Time Fix Rate lassen sich so kostspielige Folgeeinsätze vermeiden. Der Kundennutzen – Reparatur der Anlage – bleibt unverändert, verursacht jedoch geringere Kosten auf Seiten des Dienstleisters. Vergleichbare Wertschaffungspotenziale ließen sich auch durch eine Optimierung des Ersatzteilmanagements erschließen, indem auf Basis von Echtzeitdaten aus dem Produkteinsatz die Prognosegüte des zukünftigen Ersatzteilbedarfs verbessert und damit die Lagerbestände verringert werden. Die gewünschte Ersatzteilverfügbarkeit wäre so bei geringeren Bestandskosten erzielbar.

Auf der anderen Seite kann Wertschaffung innovativer datenbasierter Zusatzdienste schwerpunktmäßig auf Seiten des Kunden stattfinden, indem sie die Produktivität von Maschinen und Anlagen an Bord steigern oder die Lebenszykluskosten des Schiffsbetriebs verringern und damit insgesamt einen zusätzlichen Kundennutzen generieren. Für den Dienstleistungsanbieter selber wirken entsprechende produktbegleitende Services dabei erlössteigernd und somit wertschöpfend. Über ein geeignetes Erlösmodell kann

er einen Teil des zusätzlich geschaffenen Wertes als Produzentenrente erschließen. Ein Beispiel dafür, wie datenbasierte Dienstleistungen zu einer Steigerung des Nutzens auf Kundenseite führen können, ist die Verringerung von Stillstandszeiten und damit verbundener Ausfallkosten. Wird mit Hilfe von Condition Monitoring-Verfahren ein sich abzeichnendes Problem im Schiffsbetrieb frühzeitig erkannt, lassen sich geeignete präventive Maßnahmen einleiten bevor es zu einem kostspieligen Systemausfall kommt. Bei einer vollständigen Integration des

After Sales liegen benötigte Ersatzteile bereits vor, wenn das Schiff in den nächsten Hafen einläuft und ein Techniker steht bereit, um den Fehler zu beheben. Weitere Potenziale finden sich beispielsweise in der Steuerung des Betriebs von Systemen an Bord auf Basis von Echtzeitdaten mit dem Ziel, das Energiemanagement zu optimieren und so den Bunkerverbrauch zu minimieren. Auch hier liegt die Wertschaffung entsprechender Angebote in einem höheren Kundennutzen in Form von geringeren Treibstoffkosten.

Abb. 9: Wertschaffungsmechanismen industrieller Dienstleistungen im Kontext von Industrie 4.0 [22]



Quelle, Fraunhofer CML

## Finanzielle Auswirkungen

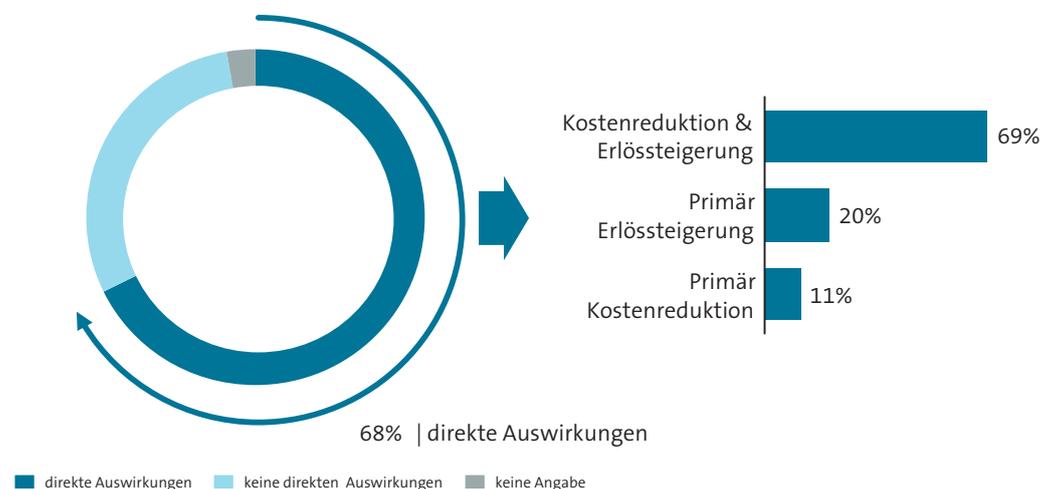
Maßgeblich für den Kundennutzen, und entsprechend zentrale Zielgröße bei der Entwicklung innovativer Produktfunktionen sowie datenbasierter Dienstleistungen im Kontext der kommerziellen Schifffahrt als Teil maritimer Transportketten, ist letztendlich immer die Senkung der individuellen Transportkosten je Ladungseinheit, wobei sich auch sekundäre Aspekte wie Flexibilität, Steigerung der Transparenz oder Sicherheit des Seeverkehrs in den Transportkosten niederschlagen. In anderen Marktsegmenten sind gegebenenfalls abweichende Zielgrößen zu berücksichtigen.

Ausgangspunkt für die Identifikation zusätzlicher Wertschöpfungspotenziale im Kontext der maritimen Industrie 4.0 ist damit die Frage, wie sich durch Austausch und Zusammenführung sowie der systematischen Analyse von Daten die Kosten des Schiffsbetriebs verringern und sich maritime Transporte flexibler, effizienter und sicherer gestalten lassen. Neu ist hierbei zum einen der direkte Bezug zur Ressource Daten als Grundlage der Wertschöpfung und zum anderen die

Möglichkeit, durch stärkere Vernetzung und Integration einzelner Funktionen, Prozesse und Akteure ein Gesamtoptimum im maritimen Transportsystem zu erreichen.

Um vor diesem Hintergrund langfristig profitabel zu sein, müssen Unternehmen aus der maritimen Zulieferindustrie in der Lage sein, sich mit ihren Angeboten im Wettbewerb zu differenzieren, indem sie entweder einen höheren Kundennutzen liefern oder zu niedrigeren Kosten als die Konkurrenz anbieten. Dabei bietet die maritime Industrie 4.0 Chancen, Wettbewerbsvorteile sowohl auf Seiten der Kostenstruktur als auch des Kundennutzens auszubauen. Gegenwärtig ist die Mehrheit der befragten Unternehmen aus der maritimen Zulieferindustrie zuversichtlich, dass sie durch datenbasierte Dienstleistungen im After Sales zusätzliche Wertschöpfungspotenziale erschließen können. Gut zwei Drittel der Unternehmen erwarten in Zukunft direkte finanzielle Auswirkungen im maritimen Service durch Digitalisierung und Industrie 4.0 (siehe Abbildung 10). Von diesen rechnen wiederum 69 Prozent sowohl mit einer Reduktion der eigenen Kosten im Service als auch mit einer Erlössteigerung

Abb. 10: Finanzielle Auswirkungen der Digitalisierung im maritimen After Sales Service



durch neue und bestehende Angebote. 20 Prozent sehen primär Chancen für eine Erlössteigerung, während die verbleibenden 11 Prozent die vorhandenen Potenziale vor allem mit einer Kostenreduktion in Verbindung bringen.

### Wettbewerbsfähigkeit

Neben veränderten Wertschöpfungsprozessen im Zuge der maritimen Industrie 4.0 geht mit der zunehmenden Digitalisierung an Bord und der Vernetzung im maritimen Anwendungsraum insgesamt auch eine Wirkung auf die Wettbewerbslogik in der maritimen Branche einher. Unter dem Strich erwarten die befragten Unternehmen aus der maritimen Zulieferindustrie weitreichende Veränderungen der Wettbewerbssituation im Kontext von Digitalisierung und Industrie 4.0.

Bezogen auf ihre Wettbewerbsfähigkeit im maritimen Service geben 62 Prozent der Zulieferer an, dass sie von einem hohen oder sehr hohen

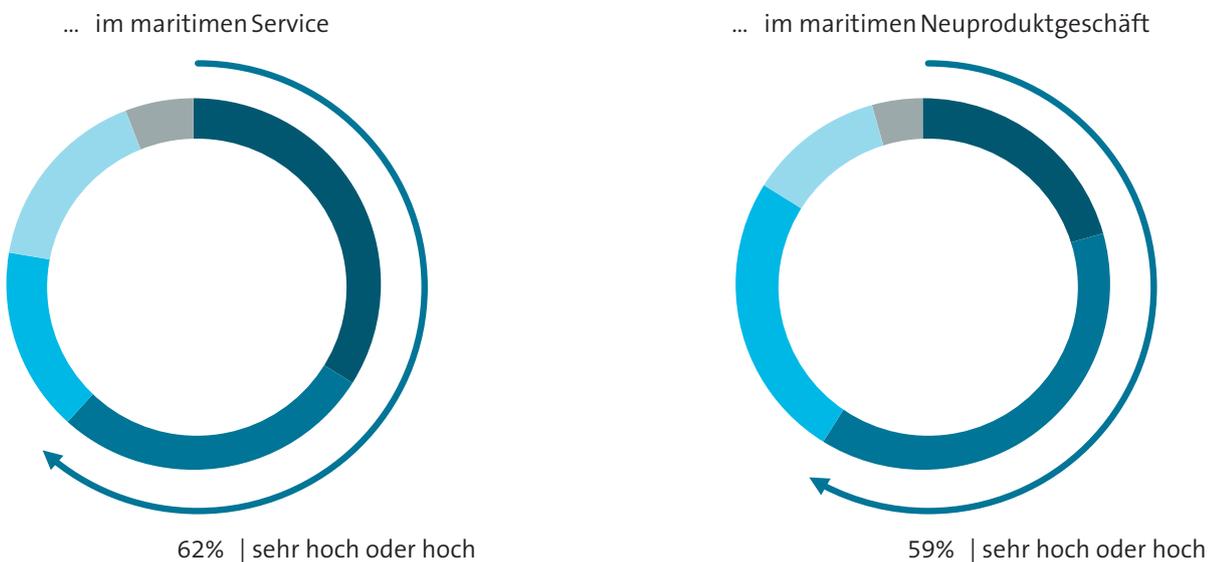
Einfluss ausgehen (siehe Abbildung 11). Damit schätzen sie die Effekte der Digitalisierung auf produktbegleitende Dienstleistungen sogar leicht höher ein als im maritimen Neuproduktgeschäft, für das 59 Prozent einen hohen oder sehr hohen Einfluss durch Digitalisierung und Industrie 4.0 auf ihre Wettbewerbsfähigkeit prognostizieren.

### Wettbewerbslandschaft

Ausgelöst durch die Verfügbarkeit von Informationen und die stärkere Verknüpfung einzelner Prozesse innerhalb maritimer Transportsysteme ist eine Reihe verschiedener, miteinander in Beziehung stehender Effekte ursächlich für eine sich zukünftig ändernde Wettbewerbslogik im maritimen After Sales.

Zunächst besteht mit der Entwicklung intelligenter, vernetzter maritimer Systeme die Gefahr, dass die Wertschöpfung weniger an das physische Produkt selber gebunden ist, sondern sich in Richtung immaterieller, in weiten Teilen

Abb. 11: Einfluss von Digitalisierung und Industrie 4.0 auf die Wettbewerbsfähigkeit



Quelle, Fraunhofer CML

digitalisierter Güter, wie Software, produktbegleitenden Services oder Beratungsleistungen verschiebt, die auf eine Optimierung der Effizienz maritimer Transportsysteme abzielen. Je mehr der Kundennutzen letztendlich aus einer Zusammenführung und Analyse von Daten entsteht, desto stärker ist die Verhandlungsposition des Softwareherstellers oder Systemintegrators im Vergleich zum Hardwarelieferanten, wenn es darum geht, Erlöse innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerks untereinander aufzuteilen.

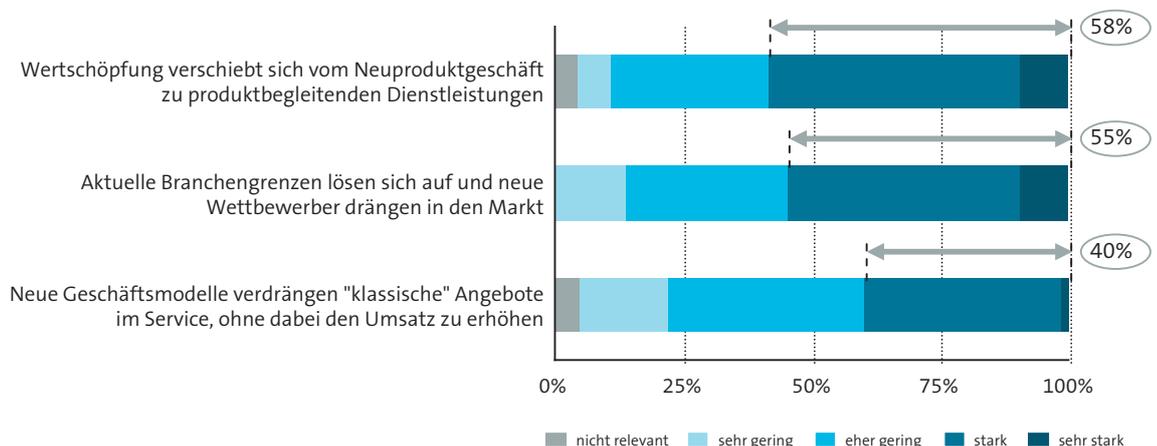
Gegenwärtig schätzen den Effekt einer Verschiebung der Wertschöpfung vom Verkauf des Neuprodukts hin zu datenbasierten Dienstleistungen 58 Prozent der befragten maritimen Zulieferunternehmen als hoch oder sogar sehr hoch ein (siehe Abbildung 12). Wo eine entsprechende Entwicklung in Zukunft stattfindet, gerät der Hersteller von Hardware zunehmend in den Hintergrund und verliert sowohl an Marktmacht als auch seinen direkten Kontakt zum Kunden. Für Unternehmen der maritimen Zulieferindustrie ergibt sich damit die Frage, inwiefern sie in den Wettbewerb um digitale Dienstleistungen

einsteigen wollen oder sich primär auf die Fertigung von Hardware konzentrieren und sich über entsprechend hohe technologische Alleinstellungsmerkmale am Markt behaupten wollen.

Darüber hinaus muss damit gerechnet werden, dass sich mit wachsender Bedeutung datenbasierter Leistungsangebote als zentrale Wertschöpfungsquelle auch die klassischen Branchengrenzen zwischen Schiffsmanagement, Schiffstechnik und IT-Unternehmen verschieben. Wo neue, branchenfremde Akteure in den Markt eintreten, können sie mit innovativen datenbasierten Geschäftsmodellen Teile der Wertschöpfung an sich binden, die gegenwärtig noch auf Seiten der maritimen Zulieferunternehmen liegen, und damit sowohl die Wettbewerbslandschaft als auch die Wettbewerbsintensität entscheidend verändern [23].

Der Effekt des vermehrten Eintritts branchenfremder Akteure in den maritimen After Sales Service im Zuge von Digitalisierung und Industrie 4.0 wird etwas geringer eingeschätzt als die

Abb. 12: Effekte von Digitalisierung und Industrie 4.0 auf die Wettbewerbslandschaft im maritimen Service



Quelle, Fraunhofer CML

Verschiebung der Wertschöpfung in Richtung digitaler produktbegleitender Dienstleistungen. Gleichzeitig erwarten immer noch 55 Prozent der befragten Unternehmen, dass sich die Branchenstruktur zukünftig (sehr) stark verändern wird und damit neue Wettbewerber mit den aktuellen Marktteilnehmern um die Ertragspotenziale im maritimen Service konkurrieren.

Auf der anderen Seite entstehen durch die Entwicklung intelligenter, vernetzter maritimer Systeme im Zusammenspiel mit innovativen produktbegleitenden Dienstleistungen umfangreiche Chancen für alte genauso wie für neue Marktakteure. Unternehmen können durch die Entwicklung datenbasierter Angebote und intelligenter, vernetzter Systeme, welche die Gesamteffizienz des maritimen Transportsystems erhöhen, zusätzliche Wertschöpfungspotenziale erschließen. Dies trifft sowohl auf eine Systemintegration an Bord mit dem Ziel der Optimierung des Schiffsbetriebs zu als auch auf Effizienzsprünge durch eine stärkere horizontale bzw. vertikale Integration von Schifffahrt und maritimen Transportketten. Damit besteht jedoch auch die Möglichkeit, dass neue verbesserte Angebote in erster Linie den Umsatz gegenwärtiger Services „kannibalisieren“. Einzelne Unternehmen sehen sich so dem Risiko ausgesetzt, dass sich notwendige Investitionen zur Entwicklung innovativer Dienstleistungen nicht über gesteigerten Ertrag refinanzieren lassen. Verglichen mit den beiden zuvor diskutierten Auswirkungen wird dieser Effekt in der Branche weniger kritisch gesehen. Von den befragten Unternehmen schätzen die Gefahr einer Kannibalisierung bestehender Angebote aber immerhin 40 Prozent als hoch oder sehr hoch ein.

Vor dem Hintergrund einer sich insgesamt verändernden Wettbewerbssituation ausgelöst durch die Digitalisierung stellt sich für das einzelne Unternehmen die Frage, wie es sich strategisch positionieren soll, um einen möglichst großen Anteil der Wertschöpfung durch Industrie 4.0 im maritimen Anwendungsraum nachhaltig zu erschließen. Hersteller von Produkten, die einen großen Einfluss auf die Gesamtsystemleistung haben, sind in einer günstigen Position, um zukünftig vermehrt Funktionen eines Systemintegrators zu übernehmen und einen überproportionalen Anteil der Wertschöpfung an sich zu binden [24]. Für Anbieter, die sich eher in Nischenanwendungen und insbesondere durch technologische Exzellenz und tiefe Kenntnis der Kundenanforderungen differenzieren, gilt es hingegen nach Wegen zu suchen, wie sich bestehende Alleinstellungsmerkmale durch neue Produktfunktionalitäten und begleitende Dienstleistungen langfristig aufrechterhalten lassen [25].

## Kooperation

Neben dem Engineering als traditionelle Kernkompetenz des Maschinen- und Anlagenbaus gewinnen im Kontext von Industrie 4.0 neue Fähigkeiten im Bereich Datenverarbeitung und Datenanalyse entscheidend an Bedeutung. Hierbei setzen auch die großen OEMs der maritimen Zulieferindustrie verstärkt auf unternehmensübergreifende Kooperation, um intern fehlende Kompetenzen gezielt zu ergänzen. Je stärker darüber hinaus die Optimierung des Gesamtsystems Schiff und eine Steigerung der Performance des übergreifenden maritimen Transportsystems

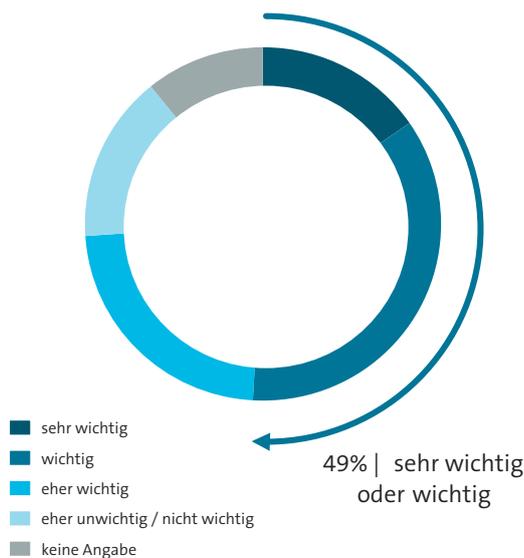
im Zuge der Digitalisierung in den Vordergrund treten, desto mehr fungiert das einzelne Unternehmen als Teil eines integrierten Wertschöpfungsnetzwerks. Beide Effekte sprechen dafür, dass die interorganisationale Zusammenarbeit auch bei der Gestaltung und Bereitstellung von innovativen maritimen Dienstleistungen in Zukunft eine größere Rolle spielt. Für eine erfolgreiche Digitalisierung ihres Angebots im maritimen Service sieht die Hälfte der befragten Unternehmen mittelfristig die Zusammenarbeit mit externen Partnern als wichtig oder sehr wichtig an (siehe Abbildung 13). Für eine Intensivierung der Kooperation sprechen nach Ansicht der Service-Experten aus der maritimen Zulieferindustrie eine Reihe verschiedener Punkte.

Im Zuge der Digitalisierung werden Informationen aus dem Schiffsbetrieb in größerem Umfang als bislang erfasst, wobei ein zusätzlicher Wert vielfach erst über eine Kombination von Daten aus verschiedenen Systemen und über Unternehmensgrenzen hinweg entsteht. Um dies in der Praxis umzusetzen, ist die Standardisierung von Schnittstellen und Datenformaten eine notwendige Voraussetzung, die als ein zentraler Beweggrund für eine engere Zusammenarbeit in der Branche betont wird.

Darüber hinaus sehen die maritimen Zulieferer insbesondere das Thema Aufbereitung, Auswertung und Analyse großer Datenmengen als wichtigen Bereich für verstärkte Kooperation. Hiermit können Synergieeffekte genutzt werden, indem der „klassische Maschinenbau“ sich mit IT-Unternehmen zusammenschließt, um die jeweiligen Kernkompetenzen in den Bereichen Hardware und Software sowie die notwendige Branchenkenntnis bei der Umsetzung innovativer Produktfunktionen und digitaler Dienstleistungen zu bündeln.

Gleichzeitig ändern sich im Zuge von Digitalisierung und Vernetzung einzelner maritimer Systeme auch die Kundenanforderungen. Der Kunde verlangt zunehmend komfortable, einfache und aufeinander abgestimmte Produkte, die sich an seine individuellen Erfordernisse anpassen lassen. Die Entwicklung entsprechender ganzheitlicher Angebote ist ein weiteres Feld, das von den befragten Experten für ein verstärktes brancheninternes Zusammenwirken gesehen wird. Ziel ist hierbei vor allem die Integration einzelner Subsysteme an Bord, um für den Kunden Lösungen aus einer Hand mit nutzerfreundlichen einheitlichen Oberflächen zu schaffen und über Serviceplattformen die Koordination von Abläufen im Servicefall zu unterstützen.

**Abb. 13: Bedeutung von unternehmensübergreifender Kooperation für die Digitalisierung des maritimen Service**



Quelle, Fraunhofer CML



## Digitale Transformation des Service in der maritimen Zulieferindustrie

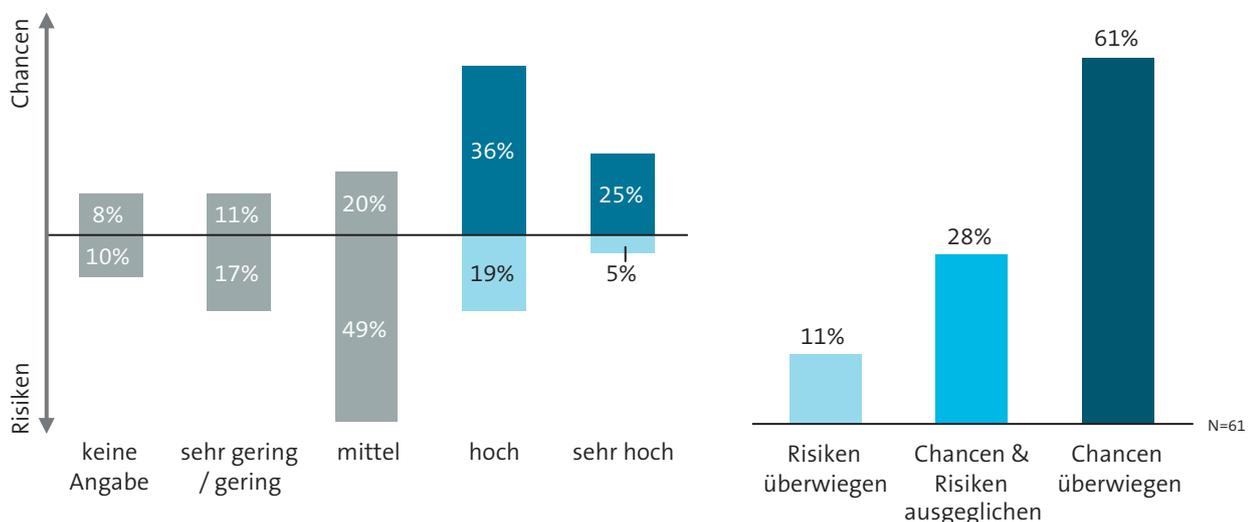
Aktuell zeichnet sich der Wettbewerb um die Vorherrschaft im Bereich Industrie 4.0 in vielen Branchen bereits deutlich ab [26]. Gleichzeitig bewegt sich die Entwicklung intelligenter, digital vernetzter Produkte und Dienstleistungen und damit verbundenen Geschäftsmodellinnovationen in der maritimen Branche noch in einer überwiegend frühen Umsetzungsphase.

Welche neuen Anwendungsmöglichkeiten sich im Einzelnen im Kontext der maritimen Industrie 4.0 entwickeln, wird sich erst in einigen Jahren feststellen lassen. Während rund um digitale Dienstleistungen im maritimen After Sales ein dynamisches neues Feld entsteht und sich die technologischen Möglichkeiten rasant entwickeln, gilt es auf Seiten der maritimen Zulieferindustrie mit diesen Entwicklungen Schritt zu halten und rechtzeitig die Weichen zu stellen, um die unternehmerischen Herausforderungen von Industrie 4.0 erfolgreich zu bewältigen und den Aufbau von Kompetenzen und Funktionalitäten im Bereich intelligenter, vernetzter Produkte voranzutreiben.

### Chancen und Risiken

Digitalisierung und Industrie 4.0 sind für die maritime Zulieferindustrie sowohl Chance als auch Herausforderung. Auf der einen Seite bietet sich für die Unternehmen die Möglichkeit, die eigenen Geschäftsmodelle weiterzuentwickeln, Geschäftsprozesse der Serviceerbringung zu optimieren und Daten aus dem Betrieb an Bord in stärkerem Maße bei der Produktverbesserung zu berücksichtigen. Auf der anderen Seite erwarten viele Unternehmen, dass sich die Wertschöpfung zunehmend vom eigentlichen Produkt zu datenbasierten Dienstleistungen verschiebt und damit weg von den traditionellen Stärken deutscher Maschinen- und Anlagenbauer. Darüber hinaus nehmen neue Themen wie IT-Sicherheit und der Schutz des geistigen Eigentums im Zuge der Digitalisierung eine deutlich höhere Bedeutung ein.

Abb. 14: Einschätzung von Chancen und Risiken für den After Sales im Kontext der maritimen Industrie 4.0



Insgesamt sind die Unternehmen der maritimen Zulieferindustrie den Themen Digitalisierung und Industrie 4.0 gegenüber größtenteils positiv eingestellt (siehe Abbildung 14). Fast zwei Drittel der befragten Unternehmen vertrauen auf die Chancen im Zusammenhang mit der digitalen Transformation des maritimen After Sales und schätzen diese aktuell als hoch bis sehr hoch ein. Demgegenüber sehen nur 24 Prozent der Zulieferer (sehr) hohe Risiken. Mit 61 Prozent überwiegt gleichzeitig der Anteil an Unternehmen, welche die Chancen auf Unternehmensebene insgesamt höher einschätzen als mögliche Risiken. Dagegen verbindet nur eins von zehn befragten Zulieferunternehmen mit Industrie 4.0 in erster Linie Risiken für den maritimen Service.

## Treiber

Die Unternehmen der maritimen Zulieferindustrie gehen die Themen Digitalisierung und Industrie 4.0 mit ganz unterschiedlichen, individuellen Motiven an. Im maritimen Service lassen sich diese Treiber der digitalen Transformation drei wesentlichen Bereichen zuordnen:

- Ertragspotenzial
- Kundennutzen
- Produktivität

Aufgrund hoher Bruttomargen können produktbegleitende Dienstleistungen höchst profitabel sein und bringen insbesondere für langlebige Produkte ein entsprechend großes Ertragspotenzial mit. Innerhalb dieser Ertragsperspektive nimmt die Weiterentwicklung bestehender After Sales Services auf Basis neuer technologischer Möglichkeiten der maritimen Industrie 4.0 nach Einschätzung der Entscheider aus der maritimen Zulieferindustrie den Spitzenplatz ein (siehe Abbildung 15). 75 Prozent gehen davon aus, dass durch die Digitalisierung hohe oder sogar sehr hohe Chancen bestehen, ihre aktuellen

produktbegleitenden Angebote im Service zu verbessern. Diese eher konservative Herangehensweise im Sinne einer Digitalisierung von Produktfunktionen und Dienstleistungen wird damit insgesamt als deutlich vielversprechender eingeschätzt als der Aufbau neuer datenbasierter Geschäftsmodelle (53 Prozent). Eine Steigerung des Umsatzes durch Erschließung neuer Märkte und damit eine noch weitere Entfernung von bestehenden Geschäftsmodellen sowie gegenwärtigen Kundenkreisen wird von den Befragten mit dem geringsten Potenzial verbunden. Weniger als die Hälfte sehen hierin (sehr) hohe Chancen.

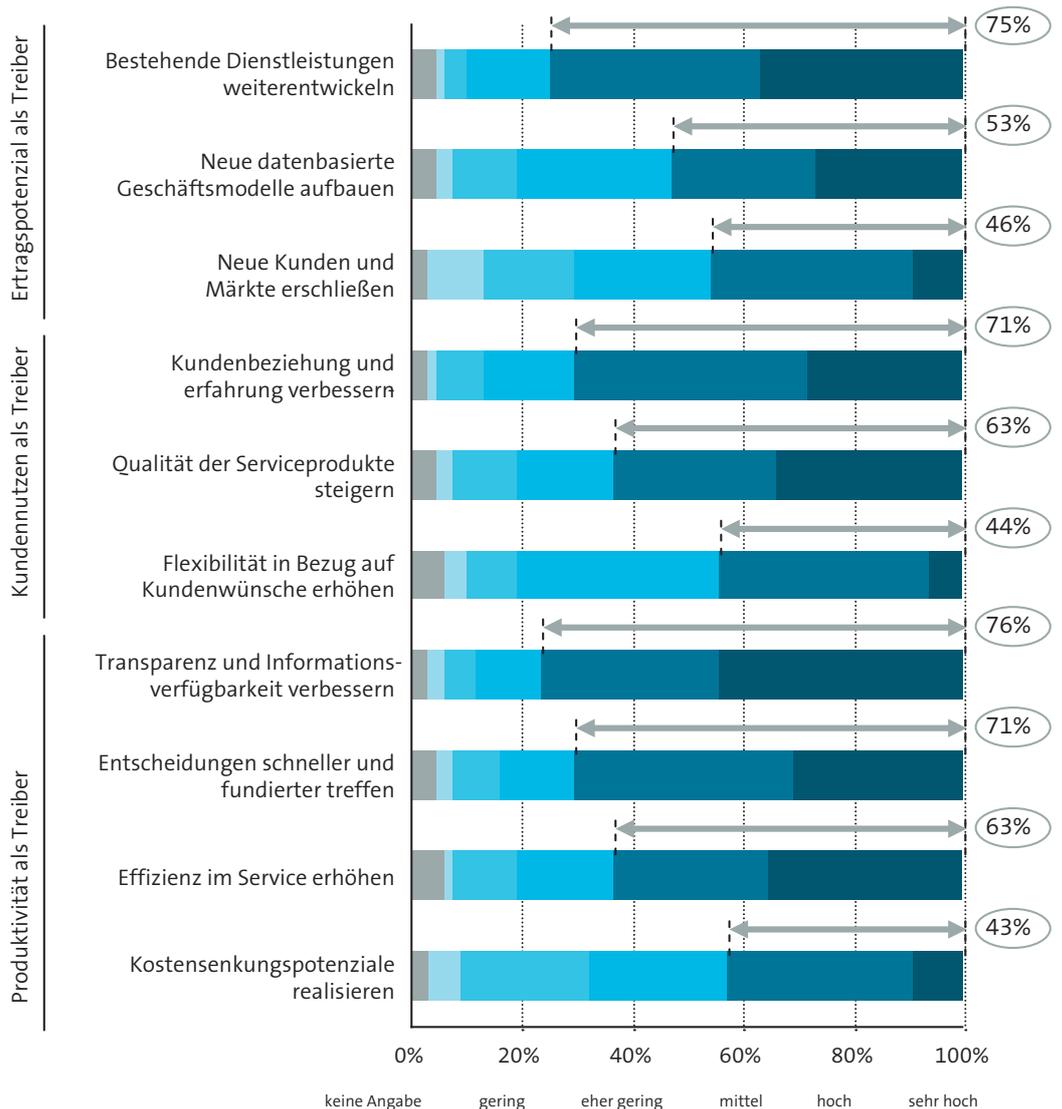
After Sales Services spielen eine entscheidende Rolle für eine langfristige Kundenbindung. Gleichzeitig ist der direkte Kontakt im Service eine wichtige Informationsquelle, um die tatsächlichen Kundenbedürfnisse zu erfassen und systematisch in Angebote zu überführen, die am Kundennutzen ausgerichtet sind. Innerhalb dieser Kundenperspektive meinen gut zwei Drittel der befragten Unternehmen (71 Prozent), dass die Verbesserung der Kundenbeziehung und Kundenerfahrung im After Sales die herausragende Chance im Digitalisierungskontext darstellt. Ähnlich stark wird die Bedeutung von Industrie 4.0 für eine erhöhte Produkt- und Prozessqualität im Service gesehen. 63 Prozent der After Sales Experten sehen hier hohe oder sehr hohe Potenziale. Erstaunlicherweise wird einer erhöhten Flexibilität in Bezug auf die Kundenwünsche durch individuelle Anpassung produktbegleitender Dienstleistungen ein vergleichsweise geringes Potenzial beigemessen. Nur 44 Prozent der befragten Unternehmen gehen davon aus, dass hier hohe oder sogar sehr hohe Chancen bestehen. Dabei bieten sich im Kontext von intelligenten, vernetzten maritimen Systemen durch neue informationstechnische Integrationsmöglichkeiten gerade auf Softwareseite Möglichkeiten, um Lösungen stärker modular an die individuellen Bedürfnisse des einzelnen

Kunden anzupassen und sich durch diese Flexibilisierung des Angebots gegenüber den Mitbewerbern abzugrenzen.

Kunden messen das Serviceniveau eines Herstellers unter anderem an der Zeit zwischen Störungseintritt und deren Beseitigung. Je schneller die Reaktionsfähigkeit im After Sales ist, desto höher sind allerdings auch die Kosten für den

Serviceprovider, da dieser ein dichteres Netzwerk an Standorten vorsehen und größere Mengen an Ersatzteilen bevorraten muss. Im Zielkonflikt von Kosten und Leistungsfähigkeit entstehen im Kontext der maritimen Industrie 4.0 durch die umfassende Verfügbarkeit von Informationen und die Möglichkeit des echtzeitbasierten Datenaustauschs neue Möglichkeiten für die Entwicklung von kontextabhängigen Assistenzsystemen

Abb. 15: Treiber der Umsetzung von Digitalisierung und Industrie 4.0 im maritimen After Sales Service



Quelle, Fraunhofer CML

für den maritimen Service. Diese ermöglichen es, Daten aus dem Betrieb des Schiffes in nützliche Informationen umzuwandeln und als Grundlage für eine effiziente Servicesteuerung zu verwenden. Darüber hinaus besteht prinzipiell die Möglichkeit, Entscheidungen zukünftig mit Hilfe geeigneter Prescriptive Analytics-Verfahren (teil-) automatisiert zu treffen und so den Koordinationsaufwand im Service zu reduzieren. Die Chance durch Digitalisierung und Industrie 4.0 den maritimen After Sales auf der Leistungsebene weiterzuentwickeln, haben die befragten Fachleute weitgehend erkannt. Gerade Unternehmen, die sich bereits intensiv mit dem Thema auseinandergesetzt haben, sehen hier große Potenziale. Insbesondere die Steigerung von Transparenz und Informationsverfügbarkeit im Service (von 73 Prozent) sowie die schnelle und fundierte Entscheidungsfindung (von 71 Prozent) werden aus Sicht der Unternehmen hervorgehoben. Ein beinahe ebenso hoher Anteil von knapp zwei Dritteln geht davon aus, dass Industrie 4.0 entscheidend dazu beitragen kann, die Effizienz im Service insgesamt zu erhöhen. Die Realisierung von Kostensenkungspotenzialen durch eine weitgehende Digitalisierung wird hingegen nur von 43 Prozent der Befragten als eine große oder sehr große Chance eingeschätzt.

### Umsetzungsbarrieren

Unter dem Strich sind die Hürden der digitalen Transformation industrieller Dienstleistungen in der maritimen Branche je nach Unternehmen individuell zu identifizieren und geeignete Herangehensweisen auszuarbeiten, mit denen sich vorhandene Herausforderungen wirkungsvoll begegnen lassen. Die Umsetzungsbarrieren im maritimen Service lassen sich dabei grob in drei Bereiche aufteilen:

- Wirtschaftliche Barrieren
- Unternehmensinterne Barrieren
- Rechtliche/ Technische Barrieren

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die Umsetzungsbarrieren von einer deutlich geringeren Anzahl an Unternehmen als sehr hoch oder hoch eingeschätzt werden, als dies bei den Treibern der digitalen Transformation der Fall ist. Diese Beobachtung deckt sich mit dem Umstand, dass die Zulieferer Digitalisierung und Industrie 4.0 mehrheitlich als eine Chance für den maritimen After Sales Service auffassen.

Im Bereich der wirtschaftlichen Barrieren sehen die befragten Experten insbesondere Herausforderungen in hohen Investitionskosten für eine Digitalisierung des maritimen After Sales und damit eng verbunden auch eine Unklarheit über den letztendlich erzielbaren wirtschaftlichen Nutzen (siehe Abbildung 16). 53 Prozent beziehungsweise 49 Prozent der Unternehmen sehen hier hohe beziehungsweise sehr hohe Umsetzungsbarrieren. Digitale Innovationen erfordern Investitionen. Dies wird branchenübergreifend als ein zentrales Hemmnis für Industrie 4.0 genannt [27]. Die im Digitalisierungskontext in Aussicht gestellten Potenziale im Sinne eines erhöhten Kundennutzens oder gesteigerter Serviceeffizienz versprechen gleichzeitig viel. Bisher fehlt es jedoch oft an Fallbeispielen, die eine belastbare Abschätzung der Höhe des tatsächlich realisierbaren Werts in der Praxis erlauben.

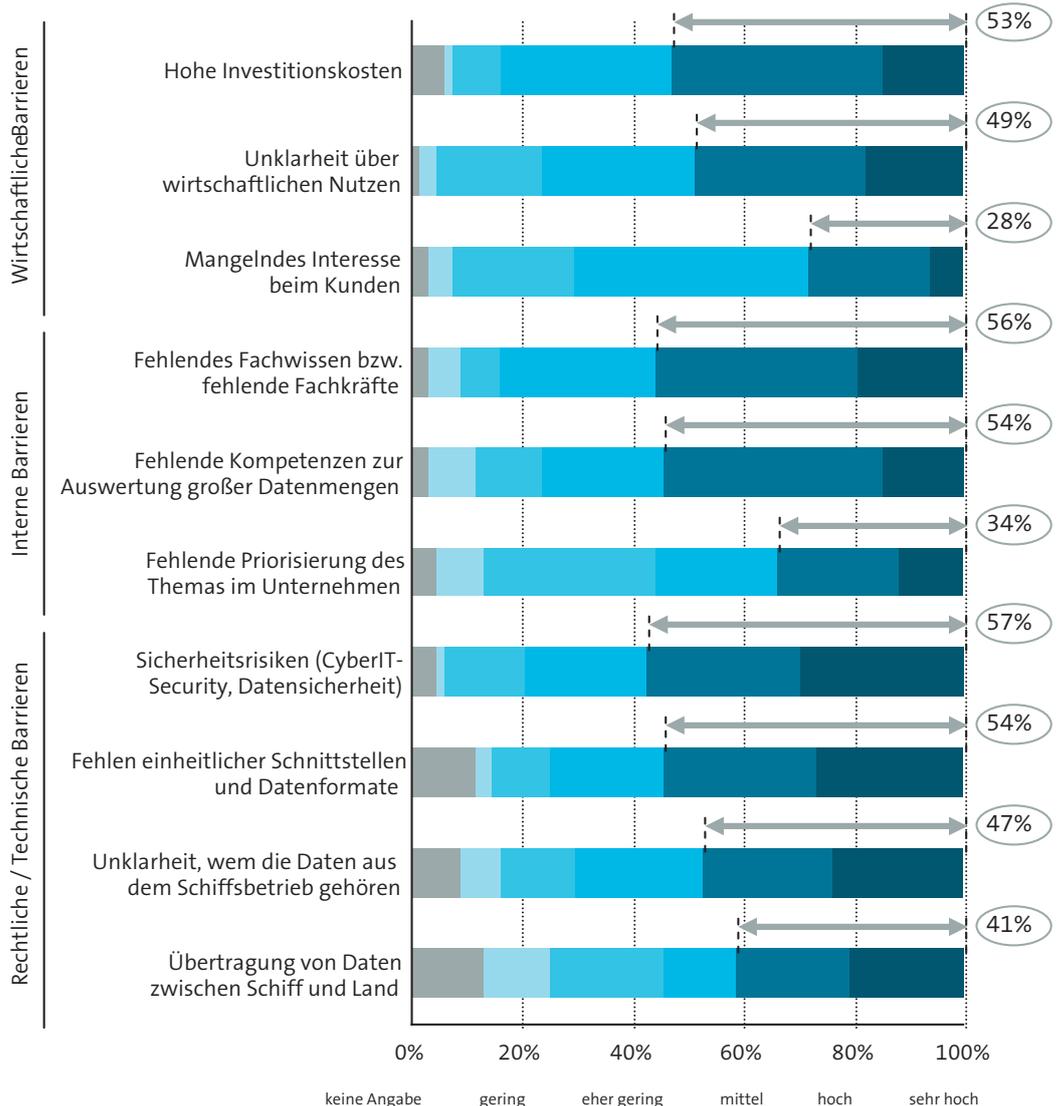
In der frühen Phase, in der sich die maritime Industrie 4.0 gegenwärtig noch bewegt, sind die Entwicklungsrisiken vor diesem Hintergrund für das einzelne Unternehmen schwer abzuschätzen und es lassen sich sowohl für „First Mover“- als auch „Early Follower“-Strategien gute Argumente finden. Hinzu kommt, dass es für den Dienstleistungsanbieter schwierig sein kann, dem Kunden innovative digitale Services in Rechnung zu stellen, um eine zeitnahe Amortisation der Investitionen zu gewährleisten. Gleichzeitig sind die Anstrengungen des Herstellers aus Kundensicht durchaus erwünscht, um durch intelligente, vernetzte Systeme eine Verbesserung der Anlagenleistungsfähigkeit zu erzielen [28]. Dies deckt sich mit der Einschätzung der befragten

Unternehmen, wonach ein mangelndes Interesse beim Kunden für die Digitalisierung des maritimen After Sales Service nur von 28 Prozent als eine (sehr) hohe Hürde angesehen wird.

Was unternehmensinterne Barrieren angeht, stellen fehlendes Fachwissen beziehungsweise fehlende Fachkräfte für mehr als die Hälfte der Unternehmen (56 Prozent) eine (sehr) große

Herausforderung bei der Digitalisierung dar. Zudem nennen fast genauso viele maritime Zulieferer (54 Prozent) fehlende Kompetenzen zur Auswertung großer Datenmengen als einen erschwerenden Faktor für die Entwicklung digitaler produktbegleitender Services. Durch den klaren Bezug auf Daten als Grundlage von Industrie 4.0-Wertschöpfungspotenzialen gewinnen neue Qualifikationsprofile – wie beispielsweise

Abb. 16: Barrieren für die Umsetzung von Digitalisierung und Industrie 4.0 im maritimen After Sales Service



Quelle, Fraunhofer CML

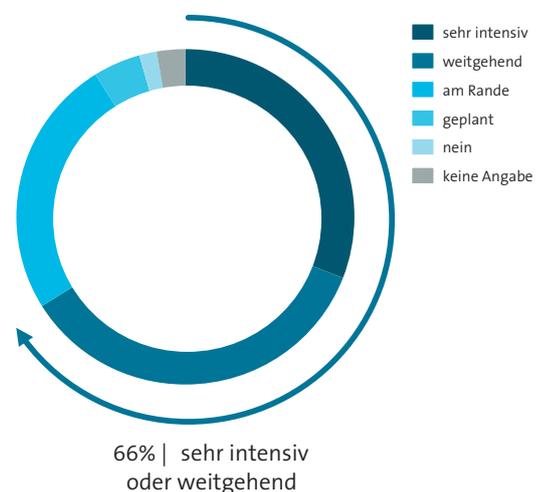
Data Scientist und Data Analyst – an Bedeutung und Mitarbeiter mit entsprechenden Fähigkeiten werden branchenübergreifend stärker nachgefragt. Wo Unternehmen Schwierigkeiten mit der Rekrutierung von entsprechend technisch versiertem Personal haben, können sie fehlendes Know-how nur durch geeignete Qualifizierungsangebote aufbauen oder Datenanalysekompetenzen über verstärkte Kooperation mit externen Partnern ergänzen. Soweit diese internen Umsetzungsbarrieren bewältigt werden können, steht eine fehlende Priorisierung des Themas Industrie 4.0 der Digitalisierung des maritimen Service nur bei vergleichsweise wenigen Unternehmen im Wege. 34 Prozent der befragten Entscheider sehen hier eine (sehr) hohe Hürde.

Nahtloser Datenaustausch zwischen Schiff und Land ist eine zentrale Voraussetzung für intelligente, vernetzte Produkte und datenbasierte Dienstleistungen in der maritimen Branche. Aus Sicht der Unternehmen in der maritimen Zulieferindustrie erschweren in diesem Kontext insbesondere IT-Sicherheitsrisiken (von 57 Prozent als (sehr) hohe Hürde eingeschätzt) sowie das Fehlen einheitlicher Schnittstellen und Datenformate (von 54 Prozent als (sehr) hohe Hürde eingeschätzt) die Digitalisierung produktbegleitender Dienstleistungen. Als wichtiger Bestandteil der strategischen Umsetzungsplanung von Industrie 4.0 im maritimen Service durch das einzelne Unternehmen sollten entsprechend Maßnahmen zur IT-Sicherheit vorgesehen und im Austausch innerhalb der Branche Standardisierungsinitiativen aktiv befördert oder zumindest aufmerksam verfolgt werden.

Daneben ist nach Einschätzung von knapp der Hälfte der befragten After Sales Experten eine weitere wesentliche Herausforderung die Frage, wem die Daten aus dem Schiffsbetrieb gehören. Um die Nutzung von Daten aus dem Betrieb intelligenter, vernetzter maritimer Systeme in der Praxis zu ermöglichen, bieten sich eine Reihe verschiedener Optionen an. Maritime Zulieferer können schlichtweg versuchen, sich die Eigentumsrechte an den Produktdaten zu sichern oder

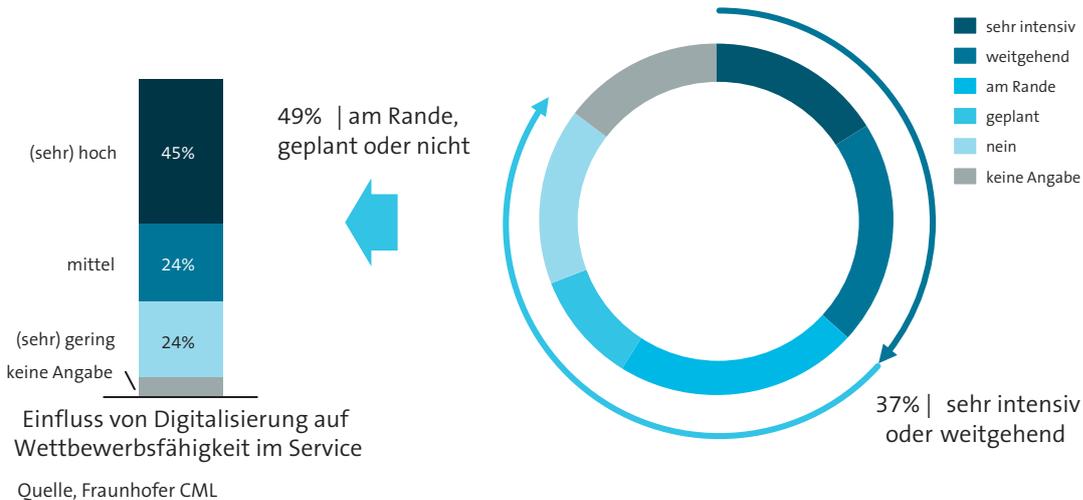
ein Miteigentum anzustreben. Daneben lassen sich verschieden weit gefasste Nutzungsrechte mit dem Reeder vereinbaren. Letztendlich hat auch der Schiffseigner potenziell einen Vorteil davon, Daten aus dem Schiffsbetrieb an seine Dienstleister weiterzugeben, damit diese einen Beitrag zur Performancesteigerung entlang der maritimen Transportkette sowie einem effizienteren und sichereren Schiffsbetrieb leisten. Gleichzeitig steigt mit zunehmendem Bewusstsein um die Bedeutung der Ressource Daten die Notwendigkeit, Mechanismen zu finden, mit Hilfe derer zusätzlich geschaffener Wert zwischen den Akteuren innerhalb der jeweiligen Wertschöpfungskette transparent aufgeteilt werden kann [29]. Im Gegensatz zu der rechtlichen Dimension der Datennutzung nimmt die technische Frage des Datenaustauschs im maritimen Anwendungsraum als erschwerender Umstand für eine Digitalisierung des maritimen Service eine geringe Bedeutung ein. 41 Prozent der befragten maritimen Zulieferunternehmen

**Abb. 17: Unternehmensweite Auseinandersetzung mit den Themen Digitalisierung und Industrie 4.0**



Quelle, Fraunhofer CML

Abb. 18: Auseinandersetzung mit den Themen Digitalisierung und Industrie 4.0 speziell im maritimen Service



nennen die Übertragung von Daten zwischen Schiff und Land als hohe oder sehr hohe Herausforderung in der Zukunft.

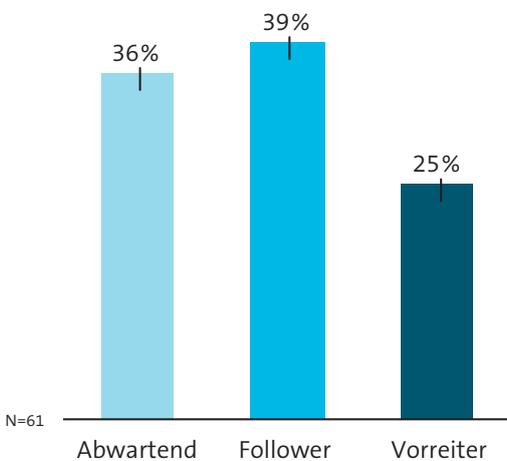
## Herangehensweise

Eine proaktive Herangehensweise an die Digitalisierung der maritimen Industrie trägt dazu bei, bestehende Chancen frühzeitig zu identifizieren und geeignete Initiativen zur Bewältigung vorhandener Umsetzungsbarrieren zu initiieren. Voraussetzung hierfür ist eine intensive Auseinandersetzung mit der digitalen Transformation auf Unternehmensebene. Ausgehend von dieser Basis kann die gezielte strategische Neuausrichtung des Geschäftsbereichs sowie die Weiterentwicklung der eigenen Geschäftsmodelle im maritimen Service stattfinden, um die Potenziale der digitalen Transformation in nachhaltigen wirtschaftlichen Erfolg umzusetzen. Gegenwärtig haben sich bereits zwei Drittel der befragten maritimen Zulieferer unternehmensweit intensiv den Themen Digitalisierung und Industrie 4.0 gewidmet (siehe Abbildung 17). Speziell was den maritimen Service angeht, ist es hingegen nur ein gutes Drittel (siehe Abbildung 18). Hier besteht in den kommenden Jahren insbesondere bei den Unternehmen noch Aufholbedarf, die sich bisher kaum mit der maritimen Industrie 4.0 auseinandergesetzt haben, aber gleichzeitig einen deutlichen Einfluss auf ihre zukünftige Wettbewerbsfähigkeit im Service mit der Digitalisierung verbinden.

Insgesamt sieht sich ein Viertel der befragten Unternehmen als Vorreiter was die Umsetzung von Digitalisierung und Industrie 4.0 im maritimen Service angeht (siehe Abbildung 19). Damit ist der Anteil mehr als doppelt so hoch wie 2015 für den gesamten deutschen Maschinen- und Anlagenbau ermittelt (knapp 12 Prozent) [30]. Mit der Strategie des „First Mover“ können eine Reihe von Vorteilen einhergehen. So bilden frühzeitig umfassend gesammelte Produktnutzungsdaten und eine steile Lernkurve die Grundlage, um langfristig Wettbewerbsvorteile gegenüber der zurückhaltender agierenden Konkurrenz aufzubauen. Gleichzeitig besteht die Möglichkeit, von Anfang an technologische Entwicklungen und Standards mitzugestalten und dadurch Markteintrittsbarrieren zu schaffen oder Kunden über „Wechselkosten“ langfristig an die eigenen Produkte zu binden. Insbesondere für Unternehmen, die Geschäftsmodelle des Systemintegrators oder Plattformbetreibers als vielversprechend ansehen, ist Geschwindigkeit ferner von Bedeutung, um Netzwerkeffekte zu erzielen und eine Marktführerposition zu besetzen.

Die Rolle des „Followers“, in der sich mit 39 Prozent der größte Teil der befragten maritimen Zulieferer sieht, bringt dagegen den Vorteil mit, dass etablierte Technologien für den Aufbau eigener digitaler Services im maritimen After Sales genutzt werden können und sich so die Entwicklungsrisiken verringern. Eine abwartende Herangehensweise an die Digitalisierung des maritimen Service verfolgen weitere 36 Prozent der maritimen Zulieferer in dieser Untersuchung.

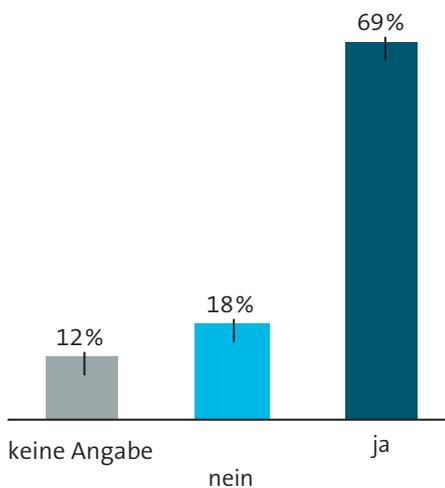
Abb. 19: Herangehensweise an Digitalisierung und Industrie 4.0 im maritimen Service



N=61

Quelle, Fraunhofer CML

Abb. 20: Digitalisierungsprojekte im maritimen Service für die kommenden zwei Jahre geplant



Gleichzeitig sind die Unternehmen durch die Bank weg sehr aktiv, was die Umsetzung erster Digitalisierungsprojekte im maritimen Service angeht. In den vergangenen beiden Jahren hat immerhin die Hälfte Projekte im Kontext von Digitalisierung und Industrie 4.0 speziell für den maritimen Service auf den Weg gebracht. Nach geplanten Investitionsvorhaben für die kommenden zwei Jahre gefragt, steigt dieser Anteil sogar auf 69 Prozent an (siehe Abbildung 20).

### Handlungsbedarf

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die maritime Zulieferindustrie für die Chancen und Herausforderungen durch den digitalen Wandel des maritimen Servicegeschäfts weitgehend sensibilisiert ist und erste Projekte umsetzt, um die neuen Möglichkeiten intelligenter, vernetzter maritimer Maschinen und Systeme zu erschließen. Dabei beschränken sich die Digitalisierungsbestrebungen vielfach nicht mehr allein auf einzelne Pilotprojekte, sondern die Unternehmen haben gleichzeitig damit begonnen das Thema ganzheitlich zu betrachten und auf strategischer Ebene einzubinden. So ist knapp ein Drittel der befragten Unternehmen gegenwärtig dabei, eine Digitalisierungsstrategie für den maritimen Service auszuarbeiten oder hat diesen Prozess abgeschlossen und weitere 28 Prozent befinden sich bereits in der Implementierungsphase. Im Vergleich dazu hat laut McKinsey bisher nur jedes fünfte deutsche Unternehmen einen Industrie 4.0- Fahrplan definiert [31].

In Anbetracht des überwiegend hohen oder sehr hohen Einflusses der Digitalisierung auf die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit im Service besteht gleichzeitig noch Handlungsbedarf bei vielen maritimen Zulieferunternehmen. Nur jede sechste befragte Führungskraft gibt an, das eigene Unternehmen sei bereits gut oder sehr gut für die Veränderungen durch die Digitalisierung im maritimen Service gerüstet und damit „ready“ für Industrie 4.0. In Abbildung 21 ist diese „Readiness“-Selbsteinschätzung der Unternehmen in einer Matrix dem Einfluss der Digitalisierung auf die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit im maritimen After Sales gegenübergestellt. Auf diese Weise lässt sich beurteilen, ob der gegenwärtige Umsetzungsstand der unternehmensindividuellen Bedeutung der maritimen Industrie 4.0 im Service gerecht wird, wobei die vier Ausgangssituationen „Appropriate“, „Improve“, „Urgent Action!“ und „Excess?“ unterschieden werden.

Nur eins von zehn maritimen Zulieferunternehmen ist dem Bereich „Appropriate“ zugeordnet. Diese sind unter Berücksichtigung der zukünftigen Bedeutung der Digitalisierung für die Wettbewerbsfähigkeit im maritimen After Sales ausreichend gerüstet. Gleichzeitig sollten sie sich darauf konzentrieren, bestehende Stärken dauerhaft auszubauen und Ressourcen optimal einzusetzen, um die aktuelle Position langfristig zu sichern.

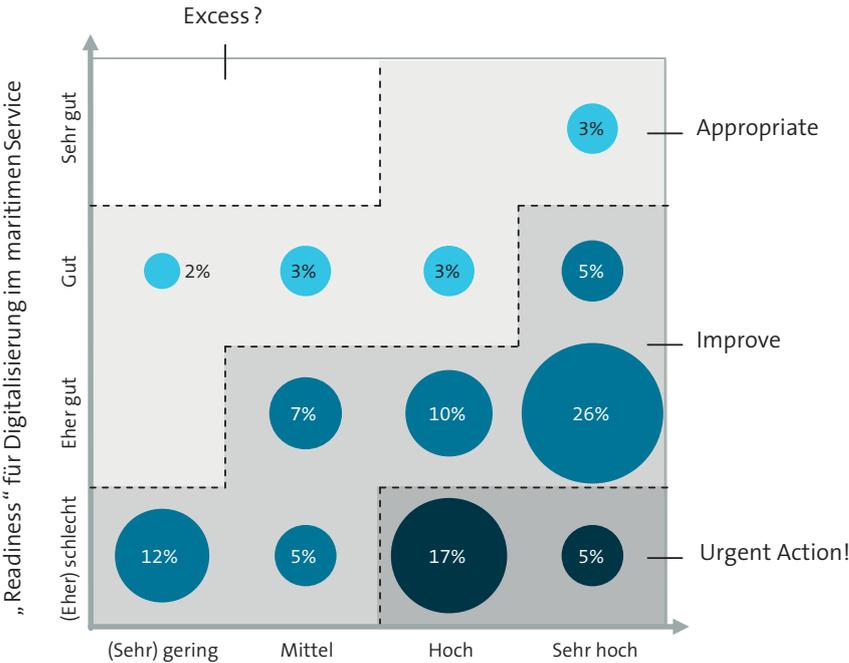
Der größte Anteil der befragten Unternehmen – insgesamt knapp zwei Drittel – sind im Bereich „Improve“ verortet. Bei der erwarteten Bedeutung des Themas Industrie 4.0 auf die Wettbewerbsfähigkeit im maritimen Service sind diese Unternehmen aktuell (noch) nicht ausreichend auf zukünftige Herausforderungen vorbereitet. Entsprechend sollten sie sich mit verfügbaren Kapazitäten verstärkt dem Thema Industrie 4.0 widmen und bestehende Defizite im Bereich der Digitalisierung mit Vorrang angehen.

Für gut ein Fünftel der maritimen Zulieferer in dieser Untersuchung, die dem Bereich „Urgent Action!“ zugeordnet sind, besteht vordringlicher Handlungsbedarf. Diese Unternehmen haben den (sehr) hohen Einfluss der Digitalisierung auf die eigene Wettbewerbsfähigkeit im Service erkannt, sind aber bisher kaum auf Veränderungen im Kontext von Industrie 4.0 vorbereitet. Insbesondere wenn im Service ein signifikanter

Umsatz erzielt wird, sollten die Themen Digitalisierung und Industrie 4.0 eine hohe Priorität einnehmen, um das Unternehmen auf bevorstehende Veränderungen vorzubereiten und bestehenden Schwächen durch gezielte Maßnahmen entgegenzuwirken.

Dem Bereich „Excess?“ sind solche Unternehmen zugeordnet, die bereits ein hohes digitales Leistungsniveau erreicht haben und gleichzeitig kaum eine Veränderung ihrer Wettbewerbsfähigkeit im maritimen After Sales erwarten. Wo dies der Fall ist, sollten Unternehmen über eine Reallokation von Ressourcen auf andere wettbewerbsrelevante Zukunftsthemen nachdenken. In dieser Untersuchung befindet sich derzeit keins der befragten Zulieferunternehmen im Bereich „Excess?“.

Abb. 21: „Readiness“ der befragten Unternehmen für den digitalen Wandel des maritimen Servicegeschäfts [32]



N=58 Einfluss von Digitalisierung auf Wettbewerbsfähigkeit  
Quelle, Fraunhofer CML



## Handlungsfelder für die Digitalisierung des maritimen Service

Die fortschreitende Digitalisierung an Bord und neue Möglichkeiten des Datenaustauschs zwischen Schiff und Land werden die maritime Industrie als zentrale Treiber in den kommenden Jahren maßgeblich prägen und gleichzeitig die Wertschöpfungsketten in Schifffahrt, Schiffbau und maritimer Zulieferindustrie verändern.

Bezogen auf den maritimen After Sales besteht für Unternehmen durch die Nutzung der neuen Ressource „Daten“ in Kombination mit innovativen Funktionalitäten intelligenter, vernetzter maritimer Systeme die Chance, die Prozesseffizienz und Produktivität der eigenen Dienstleistungssysteme zu steigern oder durch digitale Leistungsangebote zusätzlichen Kundennutzen zu schaffen.

Dabei gibt es keine allgemeingültige Blaupause für die digitale Transformation industrieller Dienstleistungen in der maritimen Zulieferindustrie. Die Herausforderungen und Chancen sind je nach Unternehmen und Produktportfolio individuell zu identifizieren und ausgehend hiervon geeignete Herangehensweisen auszuarbeiten, mit denen sich vorhandene Potenziale der maritimen Industrie 4.0 optimal nutzen lassen. Gleichzeitig können eine Reihe von Handlungsfeldern identifiziert werden, in denen maritime Zulieferunternehmen Daten aus der Betriebsphase intelligenter, vernetzter maritimer Systeme nutzen, um ihr Leistungsspektrum im After Sales Service zu erweitern oder bestehende produktbegleitende Dienstleistungen gezielt weiterzuentwickeln (siehe Abbildung 22).

Abb. 22: Servicebezogene Handlungsfelder in der maritimen Industrie 4.0



Quelle, Fraunhofer CML

## Produktentwicklung

In der maritimen Zulieferindustrie leisten produktbegleitende Dienstleistungen einen maßgeblichen Beitrag zur langfristigen Kundenbindung und eine hohe Kundenloyalität ist für viele Unternehmen ein zentraler Erfolgstreiber [33]. Die enge Kooperation und der direkte Austausch mit dem Kunden macht den After Sales darüber hinaus zu einer entscheidenden Informationsquelle. Zum einen kann das im Service erlangte Wissen über die Probleme, Bedürfnisse und Wünsche der Kunden dazu beitragen, das Leistungsangebot im After Sales bestmöglich auf die tatsächlichen Kundenanforderungen zuzuschneiden. Gleichzeitig bilden Informationen über den Produkteinsatz an Bord die Grundlage, um ausgehend von den beobachteten Kundenproblemen Verbesserungsbedarfe für die eigenen Produkte zu identifizieren und Innovationspotenziale abzuleiten [34].

Im Zuge der maritimen Industrie 4.0 können Unternehmen neben dem direkten Kundenkontakt im Service eine weitere Quelle erschließen, um in großem Umfang an unverfälschte Daten über Zustand und Nutzung von Maschinen und Systemen im Schiffsbetrieb zu gelangen und diese gezielt für die Produktentwicklung zu verwerten. Voraussetzung ist, dass Betriebsdaten über entsprechende Sensorik an Bord erfasst und an eine zentrale Instanz an Land übertragen werden.

Durch die Zusammenführung und Analyse der aggregierten Nutzungsdaten vieler Schiffe entstehen komplett neue Möglichkeiten rund um den Service und die eigenen Produkte. Zunächst sind Informationen aus der Betriebsphase in Kombination mit der Reparatur- und Wartungshistorie die Grundlage für kontinuierliche Produktverbesserungen. Komponenten, die besonders fehleranfällig sind und damit häufig zu Problemen oder Ausfällen führen, lassen sich über statistische Analyseverfahren ermitteln. Entsprechende Schwachstellen können dann im

Service an Bord adressiert oder in nachfolgenden Produktgenerationen konstruktiv behoben werden [35].

Aufgrund der langen Lebensdauer maritimer Systeme sind die Betriebskosten für den Reeder von wesentlicher Bedeutung. Auch hier können Daten aus dem Produktbetrieb dazu genutzt werden, um Potenziale für eine Verbringerung des Energieverbrauchs zu identifizieren. Auf dieser Grundlage können dem Reeder Dienstleistungen angeboten werden, die ihn dabei unterstützen die Effizienz des Gesamtsystems Schiff insgesamt zu erhöhen. Gleichzeitig besteht über den Produktlebenszyklus die Möglichkeit, detaillierte Informationen über das tatsächliche Nutzungsverhalten einzelner Kunden zu erhalten. Diese bilden die Basis, um Kundenbedürfnisse besser zu verstehen und zukünftige Produkte anwendungsspezifisch zu optimieren oder ungenutzte Funktionalitäten zu beseitigen. Darüber hinaus lassen sich die erhobenen Daten auch dazu verwenden, um genauere Aussagen zu den Lifecycle-Kosten der eigenen Maschinen und Anlagen zu treffen.

Die gezielte Auswertung von Betriebsdaten für die Produktentwicklung findet gegenwärtig bei einem Viertel der befragten maritimen Zulieferunternehmen statt und begrenzt sich dabei überwiegend auf erste Ansätze (siehe Abbildung 23). Weitere 32 Prozent der Unternehmen geben gleichzeitig an, hier in Zukunft verstärkt aktiv werden zu wollen. Im Fokus der Unternehmen stehen insbesondere die Beseitigung von Schwachstellen und damit die Steigerung der Zuverlässigkeit und Produktlebenszeit sowie die Optimierung der Produkte hinsichtlich Energieverbrauch und Effizienz. Deutlich seltener werden Ansätze genannt, bei denen ausgehend von Betriebsdaten die Produkteigenschaften auf das tatsächliche Nutzungsverhalten der Kunden zugeschnitten oder Produktleistungsdaten für die Entwicklung individualisierter Serviceangebote verwendet werden.

## Betriebsoptimierung

Neben der Möglichkeit Leistungsdaten verstärkt im Rahmen der Produkt- und Dienstleistungsentwicklung zu verwenden, finden sich Handlungsfelder für eine Intensivierung der Datennutzung insbesondere entlang der Betriebsphase maritimer Systeme. Hierbei geht es primär um die Optimierung einzelner Systeme an Bord sowie ein möglichst effizientes Zusammenwirken verschiedener schiffsbetriebstechnischer Funktionsbereiche. Gleichzeitig besteht die Chance ausgehend von einer Analyse der Nutzungsdaten die eigenen Produkte und Serviceangebote zu rekonfigurieren und in Zukunft noch stärker individuell auf die tatsächlichen Bedürfnisse der Kunden auszurichten.

Vor dem Hintergrund, dass allein 50 bis 70 Prozent der gesamten Lebenszykluskosten eines Schiffes auf den Treibstoff entfallen können, findet sich hier ein großer Hebel, um auf Grundlage umfangreicher Daten unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten optimierte Betriebsprofile zu identifizieren [36]. Datenbasierte Dienstleistungen und Softwareangebote zur Maximierung der Energieeffizienz an Bord einzelner Schiffe als auch ganzer Flotten sind inzwischen in Teilen der Branche weit verbreitet. Hierbei werden Parameter aus dem Schiffsbetrieb wie Geschwindigkeit, Motorleistung und Verbrauch digital erfasst und ausgewertet, um bestehende Ineffizienzen zu ermitteln. Wetter-Routing-Systeme berücksichtigen zusätzlich externe Wetter- und Umweltdaten, um alternative Routenverläufe zu analysieren und durch Wahl der günstigsten Strecke die Reiseeffizienz zu erhöhen. Auch im Bereich der Schiffsbetriebsanlagen ließen sich Prozesse an Bord weiter verbessern, indem beispielsweise Betriebsdaten von Pumpen dazu genutzt werden, um suboptimale Arbeitspunkte, die zu Effizienzverlusten führen, zu identifizieren und dem Kunden vorhandene Verbesserungspotenziale als Dienstleistung anzubieten [37].

Aufgrund der zunehmenden Komplexität moderner Schiffe finden sich weitere Möglichkeiten für eine Optimierung darüber hinaus in der Betrachtung des Schiffes als Ganzes und der Suche nach der effizientesten Kombination des Betriebs aller Systeme an Bord. Diese Herangehensweise verfolgen in erster Annäherung bereits heute innovative Power-Management-Systeme, die automatisch für den aktuellen Betriebszustand die notwendige Anzahl an Hilfsdieseln ermitteln und ungenutzte Kapazität abschalten, um Treibstoff zu sparen und damit die Betriebskosten zu verringern. Je mehr Daten in Zukunft von den unterschiedlichen Verbrauchern an Bord vorliegen, desto besser lassen sich Energiebedarf und -bereitstellung aufeinander abstimmen, bis zu dem Punkt, dass einzelne nicht kritische Funktionen bei insgesamt hoher Last auf (prognostizierte) Perioden mit geringem Energieverbrauch verschoben werden. Durch eine Koordination der Laufzeit einzelner Verbraucher wie Reefer-Aggregate, Ballast- und Brennstoff-Transferpumpen oder HVAC-Anlagen untereinander ließe sich so die abgenommene Energie optimal auf die bereitgestellte Kapazität anpassen, wodurch Lastspitzen vermieden und Energieeffizienz gehoben werden können.

Durch die neuen Möglichkeiten der Digitalisierung muss eine Betriebsoptimierung dabei nicht allein auf das Schiff mit seinem jeweiligen Einsatzprofil begrenzt bleiben, sondern kann darüber hinaus im Sinne einer vertikalen und horizontalen Integration entlang der kompletten Wertschöpfungskette in Schifffahrt und maritimer Logistik stattfinden. Dies betrifft zunächst die Synchronisierung von Prozessen des Schiffsmagements an Bord und an Land und deren Verzahnung mit externen Dienstleistern, die an der Aufrechterhaltung eines reibungslosen Schiffsbetriebs beteiligt sind. Akteure, die diese Koordinationsfunktion durch den Aufbau entsprechender Dienstleistungsangebote erfolgreich übernehmen, können zusätzliche Umsatzpotenziale ausschöpfen. Gleichzeitig kann Wert

entlang der gesamten maritimen Transportkette geschaffen werden, indem durch verstärkten Datenaustausch und geeignete Datenauswertung die Planungssicherheit sämtlicher Prozesse auf See und im Hafen steigt, wodurch sich die Reisesicherheit und -effizienz erhöhen und Hafentiegezeiten verringern lassen. Durch die Entwicklung geeigneter Geschäftsmodelle kann hierbei prinzipiell auch die maritime Zulieferindustrie zusätzliche Wertschöpfungspotenziale erschließen.

Insgesamt bilden Daten aus dem Schiffsbetrieb für die maritimen Zulieferer zunehmend eine wichtige Komponente ihrer Business-Support-Leistungen im After Sales (siehe Abbildung 23). Ansätze bei denen die gezielte Analyse von Daten die Basis für eine Optimierung des Schiffsbetriebs darstellt, haben gegenwärtig 28 Prozent der befragten Unternehmen mindestens in ersten Ansätzen umgesetzt und bei einem weiteren Viertel bestehen Planungen, in diesem Bereich verstärkt aktiv zu werden. Im Fokus der Unternehmen steht dabei insbesondere eine technologie- und produktnahe Optimierung von Verbrauch und Betriebseffizienz.

### Betriebssteuerung

In engem Zusammenhang mit der Betriebsoptimierung steht die Betriebssteuerung als Möglichkeit, um sowohl aus der Ferne auf Systeme an Bord zuzugreifen und diese zu manipulieren als auch durch intelligente Automatisierung eine lokale Selbststeuerung zu erzielen. Die Übertragung von Steuerungsinformationen und den Zugriff auf Systeme und Maschinen an Bord hat gegenwärtig erst eins von fünf der befragten maritimen Zulieferunternehmen zumindest in Teilen umgesetzt (siehe Abbildung 23). Besonders aktiv in der Entwicklung von Fernsteuerungsfunktionalitäten sind dabei Unternehmen in den Technologiesegmenten Schiffsautomatisierung, Navigation und Kommunikation sowie Antriebssysteme.

Ist eine bidirektionale Kommunikation zwischen Schiff und Land realisiert, können Informationen zur Steuerung des Betriebszustands von Systemen und Anlagen übertragen werden ohne physisch vor Ort sein zu müssen. Dies ist die Voraussetzung, um ausgehend von Nutzungsdaten sowie gegebenenfalls in Kombination mit Umgebungsdaten Optimierungspotenziale zu identifizieren, diese an Bord zu übertragen und dort Betriebsparameter oder Betriebspunkte auch in kurzen Intervallen anzupassen. Entsprechende cloud- oder plattformbasierte Services können hierbei auf größere Datenmengen zugreifen und dezentral verarbeiten als es an Bord eines einzelnen Schiffes möglich wäre. Von besonderer Bedeutung ist ein Fernzugriff darüber hinaus für IT-basierte Systeme. Hier lässt sich neben dem Betriebszustand auch die Funktion des Systems selbst modifizieren oder anpassen, indem Softwareupdates durchgeführt werden oder eine Fehlerbehebung von Land aus stattfindet.

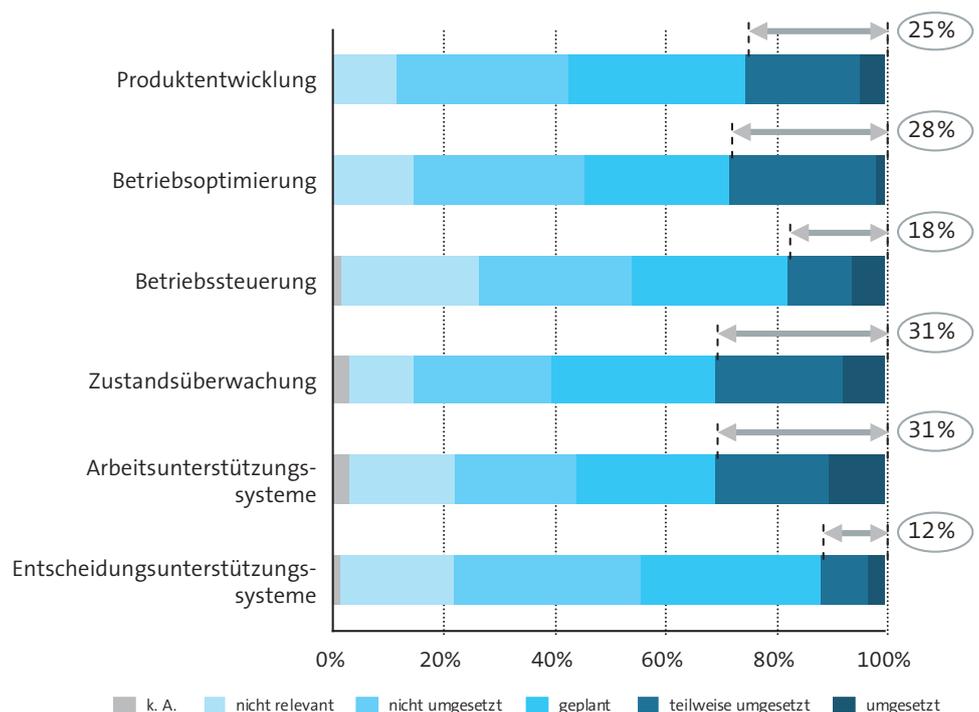
Durch eine Kombination konventioneller technischer Systeme an Bord mit Funktionen der künstlichen Intelligenz können maritime Zulieferunternehmen darüber hinaus zunehmend autonom arbeitende, sich selbst organisierende maritime Systeme entwickeln. Automatisierung und Vernetzung einzelner schiffsbetriebstechnischer Funktionsbereiche ist Ausgangspunkt dafür, vorhandene Potenziale zur Optimierung des Betriebsverhaltens zu identifizieren und auszuschöpfen, ohne dass dieser Prozess eine zeitintensive Steuerung, etwa durch ein Fleet Operations Center, erfordert. In weiteren Ansätzen versprechen autonome Navigationssysteme eine Verringerung der Personalintensität an Bord oder durch eine (Teil-)Automatisierung von Standardvorgängen im Schiffsbetrieb ließen sich Fehlerquoten senken und die Geschwindigkeiten der Abläufe erhöhen. Eine wesentliche technologische Hürde, die es für eine höhere Schiffsautomatisierung zu überwinden gilt, findet sich gegenwärtig noch in einem Mangel an allgemeingültigen Standards für den Datenaustausch und der fehlenden Offenheit einzelner Systeme für eine Vernetzung untereinander [38].

### Ferndiagnose und Zustandsüberwachung

Neben den Treibstoffkosten sind aus Sicht des Reeders Servicekosten (Wartung, Instandhaltung) und Stillstandszeiten aufgrund unerwarteter Vorfälle als weitere zentrale Kostentreiber im Schiffsbetrieb hervorzuheben. Gelingt es diese für den Kunden effektiv zu verringern, lassen sich auf Seiten der maritimen Zulieferunternehmen zusätzliche Wertschöpfungspotenziale erschließen. Im Kontext der maritimen Industrie 4.0 besteht hierzu insbesondere durch die Entwicklung von Funktionen der Ferndiagnose und Zustandsüberwachung die Chance, um gegenüber der aktuellen Praxis einen zusätzlichen Mehrwert zu schaffen.

Über eine datenbasierte Ferndiagnose lassen sich die Funktionsfähigkeit von Maschinen und Anlagen an Bord überprüfen und vorliegende Fehler beziehungsweise Fehlerursachen ermitteln. Aktuell haben bereits knapp die Hälfte der befragten Unternehmen zumindest in ersten Ansätzen eine datenbasierte Ferndiagnose für ihre Produkte umgesetzt und setzen diese insbesondere zur Performanceüberwachung, Systemdiagnose und Fehleridentifikation ein. Eng verbunden hiermit ist die Zustandsüberwachung von Systemen an Bord, bei der Daten aus dem operativen Betrieb über geeignete Algorithmen ausgewertet werden, um notwendige Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen zu bestimmen. Eine Zustandsüberwachung nutzen derzeit knapp ein Drittel der befragten maritimen Zulieferer entweder zur Steuerung der eigenen

Abb. 23: Umsetzungsstand in den servicebezogenen Handlungsfeldern bei den befragten Unternehmen



Quelle, Fraunhofer CML

Serviceaktivitäten oder um die Zustandsinformationen ihren Kunden als eigenständiges Leistungsangebot im After Sales anzubieten (siehe Abbildung 23). Zusammengenommen bilden Ferndiagnose und Zustandsüberwachung die Grundlage, um im Schiffsbetrieb von reaktiven oder regelbasierten Instandhaltungsstrategien auf zustandsorientierte oder prädiktive Verfahren (Condition Based oder Predictive Maintenance) überzugehen.

Gegenwärtig sind in der Praxis an Bord überwiegend regelbasierte Instandhaltungsstrategien anzutreffen (Planned Maintenance). Hierbei werden Wartungsmaßnahmen zeitgesteuert oder nutzungsbasiert initiiert, auch wenn das Bauteil an sich noch keinen kritischen Verschleiß aufweist und weiterhin voll funktionsfähig ist. Tatsächlich mögliche Wartungsintervalle werden dementsprechend vielfach nicht voll ausgeschöpft und Wartungsaktivitäten damit nicht immer effizient ausgelöst. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist, dass zeitunabhängige Ausfälle (nach Schätzungen ca. 70 Prozent aller Fehler an Bord) durch eine regelbasierte Instandhaltung nur unzureichend verhindert werden können [39].

Im Gegensatz dazu sieht die prädiktive Wartung und Instandhaltung eine kontinuierliche Überwachung des Systemzustands an Bord anhand geeigneter Sensordaten vor (z.B. Temperaturen, Vibrationen, Drücke oder kombinierte Parameter wie Wirkungsgrade). Ausgehend von diesen Sensordaten werden Hinweise auf vorliegende Fehler und bevorstehende Ausfälle mit Hilfe von Methoden der Statistik oder selbstlernenden Verfahren (z.B. Data Mining) identifiziert. Instandhaltungsmaßnahmen zur Beseitigung oder Kontrolle fehlerhafter Zustände werden dann erst zu einem Zeitpunkt eingeleitet, an dem eine signifikante Verschlechterung des physikalischen Bauteilzustandes unmittelbar bevorsteht. Damit unterscheidet sich die vorausschauende Instandhaltung von der regelbasiert vorbeugenden dadurch, dass sie sich an dem tatsächlichen Zustand des Systems und nicht an einem fix vorgegebenen Zeitplan orientiert.

Als Vorteile prädiktiver Instandhaltungsstrategien werden unter anderem eine erhöhte Lebensdauer und Verfügbarkeit der Komponenten, eine Verringerung von Ausfallzeiten und die Senkung von Kosten für Ersatzteile und Servicemitarbeiter genannt. Je nach Anwendungsfeld und Branche wird die erzielbare Kostenersparnis gegenüber rein präventiven Strategien zwischen 8 und 40 Prozent angegeben [40]. Wo innerhalb dieser doch recht breiten Spanne verschiedene maritime Systeme letztendlich einzuordnen sind, lässt sich nicht verallgemeinert beurteilen. Gelingt es jedoch zukünftig mit Hilfe von Big Data Analytics über den Abgleich des aktuellen Zustandes mit historischen Fehlerbildern aus vergleichbaren Anlagen Wartungsbedarfe zuverlässig präventiv zu erkennen und Störungen so vor ihrem Eintritt zu beheben, können maritime Zulieferunternehmen einen klaren Mehrwert für ihre Kunden schaffen und gerade dort wirtschaftliche Potenziale erschließen, wo unerwartete Ausfälle einer Maschine oder Anlage mit hohen Folgekosten verbunden sind.

## Arbeitsunterstützungssysteme

Darüber hinaus sind Ferndiagnose und Zustandsüberwachung auch für den Service vor Ort von Bedeutung. Hier stellen sie wichtige Informationen für Arbeitsunterstützungssysteme bereit, die dem Servicemitarbeiter im Einsatz an Bord eine detailliertere Kenntnis über die vorliegenden Fehler vermitteln und so dazu beitragen, die Reparatur effizient durchführen zu können, vermeidbare Folgeeinsätze zu verhindern und damit die First Time Fix Rate zu erhöhen.

Genauso wie in der materiellen Produktion übernimmt die Technikunterstützung auch bei der Serviceerbringung eine wichtige Funktion, um im Einsatz vor Ort eine möglichst hohe Prozesseffizienz zu erreichen [41]. Durch neue Möglichkeiten des Datenaustauschs im Kontext der Digitalisierung in der maritimen Branche und insgesamt eine größere Datenverfügbarkeit aus dem Schiffsbetrieb kann der Umfang an

Technikunterstützung in Zukunft noch zunehmen. Arbeitsunterstützungssysteme sind hierbei technische Hilfsmittel für den Servicemitarbeiter vor Ort. Im Gegensatz dazu lassen sich Entscheidungsunterstützungssysteme der zentralen Planung und Steuerung des Service zuordnen.

Da die Lohnkosten für den Anbieter produktbegleitender Dienstleistungen ein wichtiger Kostentreiber sind, lässt sich über die Steigerung der Arbeitsproduktivität im Service mittels datenbasierter Arbeitsunterstützungssysteme zusätzlicher Wert schaffen. Aktuell haben bereits knapp ein Drittel der befragten Unternehmen Arbeitsunterstützungssysteme im maritimen Service im Einsatz (siehe Abbildung 23). Entsprechende mobile Endgeräte ermöglichen dem Servicemitarbeiter an Bord den Zugriff auf kontextabhängige Informationen. Neben der reinen Darstellung von maschinen- oder auftragsbezogenen Angaben wie Fehlerbild und Servicehistorie ist auch eine Remote-Unterstützung denkbar, bei der Experten per Tele-Coaching den Monteur vor Ort bei der Fehleridentifikation und -behebung begleiten. In diesem Kontext lässt sich die informationstechnische Unterstützung des Serviceerbringers an Bord gerade bei komplexen Systemen und Anlagen darüber hinaus durch Virtual- oder Augmented-Reality-Funktionen ergänzen, die einzelne Arbeitsschritte in entsprechenden Datenbrillen bedarfsgerecht bereitstellen. Gleichzeitig kann über robuste Multifunktionsgeräte für den Serviceeinsatz eine Digitalisierung von bisher papierbasierten Dokumentationsvorgängen erfolgen und so die Optimierung von Prozessen der Kommunikation und des Datenaustauschs erreicht werden, was auch eine Erhöhung der Flexibilität bei sich ändernden Randbedingungen mit sich bringt.

### Entscheidungsunterstützungssysteme

Kennzeichnend für eine effiziente Servicesteuerung ist die kostenminimale Disposition von Ersatzteilen und Servicetechnikern bei gleich-

zeitiger Sicherstellung eines hohen Kundenservice. Dabei muss sich die Steuerung des maritimen After Sales Service einer Vielzahl von Herausforderungen stellen, wie unvorhergesehenen Komponentenausfällen, Abweichungen des Schiffsfahrplans und damit der verfügbaren Zeit für Wartung sowie Instandhaltung im Hafen oder großen Distanzen und damit langen Versorgungsdauern bei der weltweiten Bereitstellung von Ersatzteilen sowie Technikern. Hinzu kommt, dass es sich beim Schiff um den Verkehrsträger handelt, der die mit Abstand längsten ununterbrochenen Betriebszeiten aufweist, die je nach Einsatzprofil bis zu 30 Tage betragen können. Dies erfordert zum einen eine hohe Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der eingesetzten Technik und Systeme an Bord. Darüber hinaus besteht während der Einsatzzeiten auf See keine Möglichkeit, Ersatzteile oder Servicemitarbeiter an Bord zu bringen, um auf unvorhergesehene Ausfälle zu reagieren.

Hieraus ergibt sich insgesamt eine hohe Komplexität bei Planung und Steuerung maritimer After Sales Services. Um steigenden Kundenanforderungen gerecht zu werden und eine effiziente und flexible Bereitstellung produktbegleitender Dienstleistungen zu ermöglichen, können Entscheidungsunterstützungssysteme einen wesentlichen Beitrag leisten. Gerade die After Sales Champions aus der maritimen Zulieferindustrie haben dies in großen Teilen bereits erkannt [42]. Dessen ungeachtet befinden sich derzeit entsprechende softwarebasierte Tools erst bei 12 Prozent der befragten Unternehmen im Einsatz (siehe Abbildung 23). Wo dies der Fall ist, sind Entscheidungsunterstützungssysteme vor allem eingebunden in eine vorausschauende Planung anstehender Wartungsmaßnahmen und die Koordination vorliegender Serviceaufträge.

Die grundsätzliche Wirkungslogik von Entscheidungsunterstützungssystemen für den maritimen Service besteht neben der automatisierten Informationsbereitstellung insbesondere in der Komplexitätsbeherrschung. Mit ihrer Hilfe lassen sich eine Vielzahl von entscheidungsrelevanten

Informationen aus unterschiedlichen internen und externen Datenquellen in einer Softwareumgebung zusammenführen, aufbereiten und auswerten, um damit die Planung und Steuerung von Serviceaufträgen zu unterstützen, ohne die einzelnen Informationen mit hohem Aufwand manuell zusammentragen und analysieren zu müssen. Der so erzielbaren Verringerung der Komplexitätskosten werden insgesamt die größten Nutzenpotenziale von Industrie 4.0 zugeschrieben [43].

Anwendung finden Assistenzsysteme zum Beispiel in Form von Customer-Relationship-Management-Systemen zur Unterstützung der Serviceerbringung, der Optimierung von Servicenetzwerken mit Hilfe von Ansätzen der Modellierung und Simulation oder speziell für die Anforderungen des Service angepassten oder erweiterten Enterprise-Resource-Planning-Systemen. Letztere ermöglichen durch eine geeignete Kombination von Informationen über Zustand, Nutzung, Ausfälle, Wartungshistorie sowie prognostizierten Restlebensdauern von Maschinen und Anlagen an Bord eine vorausschauende Terminierung von Wartungsarbeiten, um so etwa Instandhaltungsaktivitäten an verschiedenen Systemen zusammenzulegen und damit die Anzahl an Einsätzen zu reduzieren oder die Notwendigkeit eines Komponententauschs frühzeitig zu erkennen und optimal in die Reiseplanung des Schiffes einzubinden.

Aufgrund des hohen Umsatzbeitrags des Ersatzteilgeschäfts im maritimen After Sales ist der Ersatzteilservice ein weiteres wichtiges Anwendungsfeld von Entscheidungsunterstützungssystemen. Unnötig hohe Ersatzteilbestände und

unpräzise Bedarfsplanung binden Kapital und erhöhen die Lagerkosten. Eine Digitalisierung der Prozesse des Ersatzteilmanagements unter Einbindung von Entscheidungsunterstützungssystemen kann die Transparenz über weltweite Bestände erhöhen und damit zur Sicherstellung einer hohen Ersatzteilverfügbarkeit zu möglichst geringen Kosten beitragen. Darüber hinaus lassen sich durch eine Automatisierung der Prozesse des Ersatzteilmanagements die Bearbeitungs- und Durchlaufzeit von Kundenanfragen verringern und die Lieferzuverlässigkeit erhöhen. Gleichzeitig sind effiziente Prozesse bei der Ersatzteilerstellung vielfach auch Bestandteil von und Voraussetzung für weitere produktbegleitende Dienstleistungen.

Insgesamt sind Ansätze der softwarebasierten Technikunterstützung von Planung und Steuerung des Service prinzipiell nichts Neues. Mit zunehmender Digitalisierung des Schiffsbetriebs und der Vernetzung entlang maritimer Transportketten nimmt die Bedeutung von Entscheidungsunterstützungssystemen jedoch zu. Erst sie ermöglichen es, die Flut an Daten aus dem Betrieb an Bord in nützliche Informationen für den maritimen Service umzuwandeln. Gleichzeitig kann einhergehend mit Innovationen im Bereich des maschinellen Lernens die Reichweite des Einsatzes von Assistenzsystemen zunehmen, die neben deskriptiven Funktionen verstärkt um prädiktive und präskriptive Aspekte der Systemintelligenz erweitert werden können, um durch eine (Teil-)Automatisierung der Entscheidungsfindung die Serviceeffektivität zu erhöhen und schneller auf sich ändernde Rahmenbedingungen zu reagieren.



## Datenbasierte Geschäftsmodelle im maritimen Service

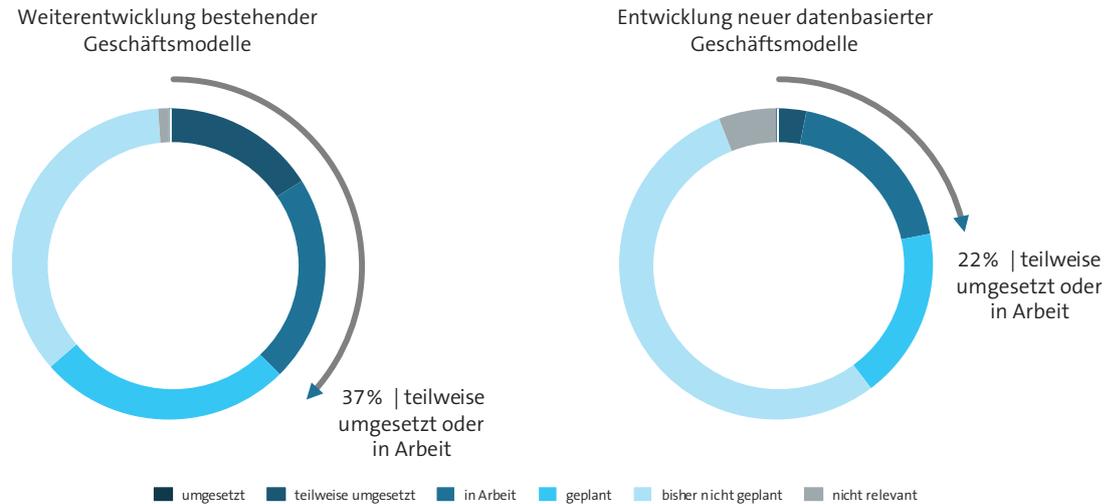
Im betriebswirtschaftlichen Kontext lässt sich das Konzept des Geschäftsmodells anhand von vier wesentlichen Kernelementen fassen. Im Zentrum steht der Kunde, für den eine Leistung (Produkt oder Dienstleistung) erbracht wird. Das zweite Element des Nutzenversprechens beschreibt, welchen Wert ein Unternehmen für seine Kunden generiert, indem es deren Bedürfnisse bedient. Ausgehend hiervon bestimmt die Leistungsmechanik als dritte Komponente, wie unternehmensinterne Prozesse und Ressourcen kombiniert werden, um das jeweilige Nutzenversprechen zu erfüllen. In der letzten Dimension beantwortet das Geschäftsmodell schließlich die Frage, wie ein Unternehmen den geschaffenen Nutzen mit Hilfe eines geeigneten Ertragsmodells in Umsatz und Gewinn überführt [44].

Im Zuge der maritimen Industrie 4.0 verlieren weder bestehende Geschäftsmodelle der maritimen Zulieferindustrie per se ihre Gültigkeit noch sehen sich die Unternehmen einer völlig neuen Wettbewerbslogik gegenübergestellt. Insbesondere betrifft dies den Verkauf der Primärprodukte und damit verbundene „klassische“ Serviceangebote, die weiterhin unverändert die Kernleistung vieler Unternehmen darstellen können. Es besteht jedoch die Gefahr, dass sich in Zukunft auch in der maritimen Zulieferindustrie die Wertschöpfung zu datenbasierten Dienstleistungen verschiebt, wobei die Hersteller physischer Produkte an Marktmacht und Profitabilität einbüßen können und darüber hinaus neue Akteure in den Wettbewerb eintreten, die mit aktuellen Marktteilnehmern um Ertragspotenziale im Service konkurrieren. Gleichzeitig entwickeln sich mit der Digitalisierung in der maritimen Branche vielfältige neue Möglichkeiten, die als Chance wahrgenommen werden können, um gegenwärtige Geschäftsmodelle in den Unternehmen der maritimen Zulieferindustrie weiterzuentwickeln oder gänzlich neu zu denken und damit letztendlich einer sich ändernden Branchenlogik erfolgreich zu begegnen.

Neben dem Neuanlagengeschäft sind produktbegleitende Dienstleistungen, auf denen in dieser Untersuchung der Fokus liegt, in der maritimen Zulieferindustrie bereits heute von großer Bedeutung [45]. Technologische Entwicklungen der maritimen Industrie 4.0 können hier prinzipiell als Ausgangspunkt dienen, um die Dienstleistungsproduktivität und -effizienz bestehender After Sales Services zu verbessern oder aber neue datenbasierte Leistungsangebote zu gestalten. Gegenwärtig konzentrieren sich die Unternehmen der maritimen Zulieferindustrie vor allem auf Ersteres, indem sie eine schrittweise Weiterentwicklung aktueller Geschäftsmodelle im Service durch „digitale Veredelung“ vorantreiben (siehe Abbildung 24). Auch wenn diesen Prozess noch keins der befragten Unternehmen abgeschlossen hat, gibt gut ein Drittel an, die Produkt- und Prozessoptimierung im Service durch verstärkte Nutzung von Daten begonnen oder in ersten Ansätzen umgesetzt zu haben, wobei sie den Fokus vor allem auf einer Digitalisierung produktnaher Services und die Digitalisierung von Produktfunktionen legen. Demgegenüber ist die weiter gefasste Entwicklung gänzlich neuer datenbasierter Geschäftsmodelle für den maritimen Service noch deutlich weniger verbreitet. Bei mehr als 50 Prozent der befragten Unternehmen bestehen in dieser Hinsicht bisher keine Planungen und nur eins von fünf gibt an, erste Initiativen zur übergreifenden Erneuerung der eigenen Geschäftsmodelle vor dem Hintergrund der Digitalisierung in der maritimen Branche auf den Weg gebracht zu haben.

Um den Prozess der digitalen Transformation produktbegleitender Dienstleistungen und damit auch die Entwicklung von Geschäftsmodellinnovationen für den Service bei seinen Mitgliedsunternehmen zu unterstützen, hat der VDMA in den vergangenen Jahren eine Reihe wertvoller Werkzeuge und Ansätze erarbeitet. Hervorzuheben ist hierbei zum einen das Industrie 4.0-Readiness-Modell und die darauf aufbauende Methodik, mit denen Unternehmen eigenständig ihren individuellen Industrie 4.0-Reifegrad ermitteln können

Abb. 24: Stand der Entwicklung datenbasierter Geschäftsmodelle im maritimen Service



Quelle, Fraunhofer CML

[46]. Darüber hinaus bietet der „Fit for Service“-Ansatz Unternehmen eine strukturierte Hilfestellung bei der Optimierung ihres Servicegeschäfts insgesamt [47]. Ergänzend dazu ist eine mögliche Vorgehensweise speziell für Überlegungen zu unternehmensindividuellen datenbasierten Geschäftsmodellen im maritimen Service in Abbildung 25 dargestellt und im Folgenden beschrieben.

### Ausgangssituation

Den Startpunkt bildet eine Analyse der Ausgangssituation und Branchenlogik unter der das jeweilige Unternehmen im maritimen Service tätig ist. Hierbei werden aktuelle und für die Zukunft erwartete wichtige Marktentwicklungen, Wettbewerbstreiber sowie regulatorische Rahmenbedingungen ermittelt und sowohl durch eine Betrachtung aufkommender technologischer Neuerungen als auch den damit verbundenen Möglichkeiten ergänzt, wobei die Untersuchung über Technologien hinausgehen sollte, die sich bereits im Unternehmen befinden. Beides schärft das Verständnis der relevanten Markt- und Technologietreiber zukünftiger Service-Geschäftsmodelle. Darüber hinaus bietet sich eine Auseinandersetzung mit den unternehmensintern verfügbaren Ressourcen, Technologien und Fähigkeiten sowie bestehenden Serviceangeboten an. Hiervon können wertvolle Impulse

für die Erarbeitung innovativer Geschäftsmodelle ausgehen und gleichzeitig identifizierte Schwachpunkte aktueller Geschäftsmodelle deren gezielte Weiterentwicklung anstoßen [48].

### Kundenperspektive

Im zweiten Schritt steht das Sammeln von Information bezüglich des Kunden im Vordergrund. In der Vergangenheit lag der Fokus vieler Geschäftsmodelle in erster Linie auf unternehmensinternen und durch die Konkurrenz schwer imitierbaren Ressourcen, die langfristig einen Wettbewerbsvorteil sichern sollen [49]. Durch die Individualisierung von Leistungsangeboten im Kontext von Industrie 4.0 steht die Befriedigung der Kundenbedürfnisse heute als wesentlicher Erfolgsfaktor immer stärker im Mittelpunkt. Vor diesem Hintergrund hat die Kundenperspektive zur Aufgabe, die Wertschöpfungslogik der Kunden sowie die dabei relevanten Einflussfaktoren, Kostentreiber und Wirkungsbeziehungen zu erfassen. Hierbei bietet es sich an, eine Systematisierung unterschiedlicher Kundengruppen vorzunehmen und neben bestehenden Kunden auch offen nach neuen Kundengruppen zu suchen, die gegenwärtig noch nicht bedient werden. Ausgehend von der identifizierten Wertschöpfungslogik gilt es, die jeweiligen Herausforderungen je Kundensegment abzuleiten und weiter ein tiefgreifendes Verständnis der

spezifischen Kernbedürfnisse zu entwickeln. Dies bildet die Basis für die Identifikation von innovativen Lösungen und Wertangeboten, die einen Mehrwert für die Kunden darstellen. In diesem Prozess lässt sich auch das direkte Feedback der eigenen Kunden zu Produkten und Services einbinden und berücksichtigen. Gleichzeitig sollte losgelöst von gegenwärtigen Problemen und geäußerten Anforderungen der Kunden mit einer gewissen Distanz zur aktuellen Branchenlogik nach bisher unerkannten Nutzenpotenzialen gesucht werden.

### Datenbasierte Geschäftsmodelle

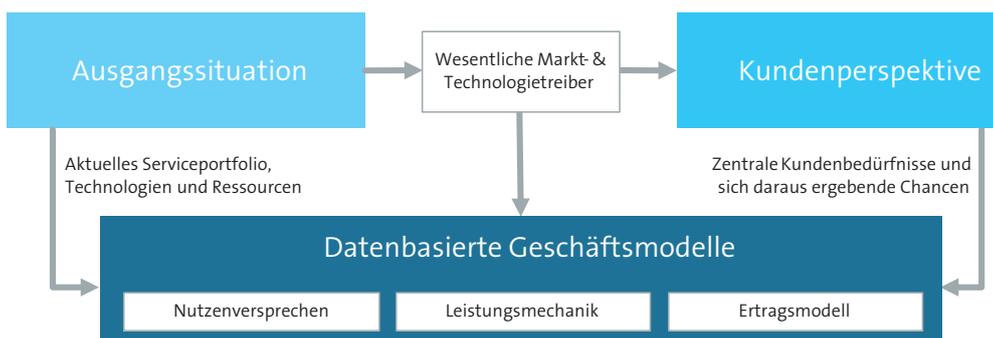
Die eigentliche Entwicklung möglicher datenbasierter Geschäftsmodelle startet mit einem kreativen Prozess der Ideenfindung. Bei der Ausgestaltung der Vorgehensweise können Unternehmen auf eine Vielzahl bewährter Methoden, Kreativitätstechniken und Workshopformate zurückgreifen. Ziel ist es, denkbare Ansätze zu suchen, die unter idealen Bedingungen durch Austausch und Zusammenführung sowie systematischer Analyse von Daten zur Befriedigung eines identifizierten Kundenbedürfnisses beitragen. Neben völlig neuen Ideen können diese an Best-Practice-Beispielen aus anderen Branchen angelehnt sein oder im Sinne einer kreativen

Imitation die Rekombination von Elementen bestehender Geschäftsmodellmuster vorsehen [50]. Um ein erstes Grobkonzept für den Geschäftsmodellentwurf zu erstellen, kann dieser anhand der drei Elemente Nutzenversprechen, Leistungsmechanik und Ertragsmodell für die jeweils adressierte Kundengruppe beschrieben werden. Generell empfiehlt es sich dabei, Ideen zunächst frei zu entwickeln und in aufeinanderfolgenden Runden weiter zu verfeinern oder wieder zu verwerfen, sie aber erst in einem späteren Schritt einer ersten Machbarkeitsanalyse zu unterziehen [51].

Im Kontext der maritimen Industrie 4.0 ist der Ausgangspunkt für die Identifikation datenbasierter Service-Geschäftsmodelle die Frage, wie sich durch Datenaustausch und -analyse über den gesamten Produktlebenszyklus ein (zusätzlicher) Mehrwert für den Kunden erschließen lässt. Mögliche Ansatzpunkte dieses Nutzenversprechens finden sich insbesondere in

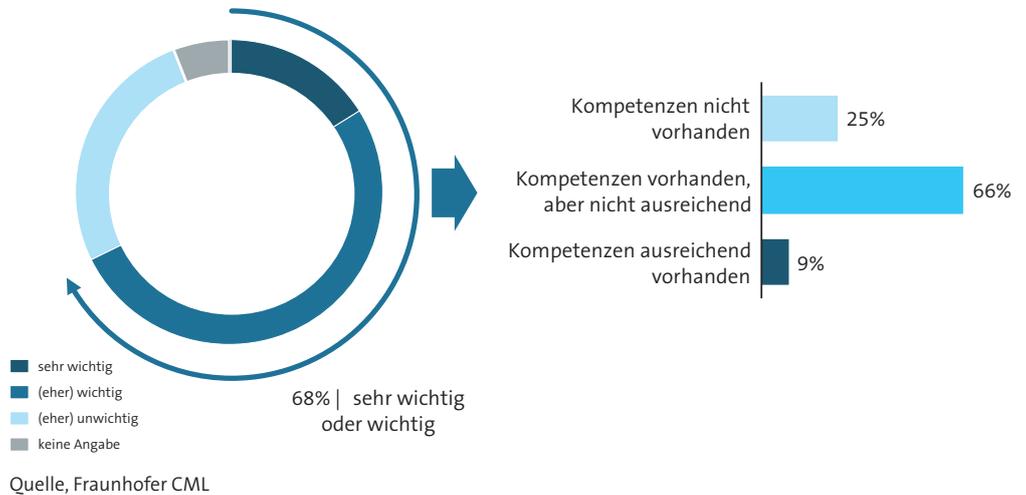
- einer höheren Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit maritimer Systeme,
- einer Steigerung der Produktivität maritimer Systeme sowie
- der Entwicklung innovativer Funktionalitäten für maritime Systeme.

Abb. 25: Mögliche Vorgehensweise bei der Entwicklung datenbasierter Geschäftsmodelle für den maritimen Service



Quelle, Fraunhofer CML

Abb. 26: Mittelfristige Bedeutung der Analyse großer Datenmengen im maritimen Service



Insgesamt sollten hierbei auch gegenwärtige Abläufe in Frage gestellt und damit die vorherrschende Branchenlogik durchbrochen werden, um wirklich innovative Geschäftsmodelle identifizieren zu können. Entsprechende Potenziale bestehen unter Umständen, indem Funktionen, die in der aktuellen Praxis beim Reeder liegen, zukünftig als produktbegleitende Dienstleistungen angeboten werden. Damit nehmen maritime Zulieferer für ihre Kunden verstärkt die Rolle eines ganzheitlichen Lösungs- statt eines Produktanbieters ein. Durch Zugriff auf Daten aus dem Produktbetrieb an Bord sowie der Fähigkeit, Fehler und Ausfälle mithilfe von Ferndiagnose und Zustandsüberwachung frühzeitig zu antizipieren und rechtzeitig zu beheben, ist der Hersteller in einer günstigen Position, um den Betrieb intelligenter, vernetzter maritimer Systeme zu optimieren und deren technische Funktionsfähigkeit zu möglichst geringen Kosten sicherzustellen [52].

Mit dem Wechsel von einer „Do it myself“ oder „Do it with me“ zu einer „Do it for me“-Leistungsbeziehung zwischen Kunde und Dienstleister eröffnen sich vielfältige Möglichkeiten zum Angebot neuer produktbegleitender Dienstleistungen, bei denen vollständige Wertschöpfungsprozesse

des Kunden übernommen werden, wobei letztendlich auch der Reeder durch eine höhere Service- und Schiffsbetriebseffizienz profitiert. So könnten Zulieferer mit maßgeschneiderten Komplett-Serviceangeboten etwa die Koordination und Steuerung des gesamten Wartungs- und Reparaturprogramms einer Flotte übernehmen, wie es in der Luftfahrt-Instandhaltungsindustrie bereits üblich ist. Neben der technischen Betreuung der Schiffe bestehen weitere Möglichkeiten zum Beispiel im Angebot eines kundenspezifischen Störfallmanagements oder der kompletten Ersatzteillogistik als Dienstleistung.

Unabhängig davon, ob datenbasierte Geschäftsmodelle im Kontext der maritimen Industrie 4.0 auf eine stärker kundenindividuelle Dienstleistungsgestaltung abzielen oder aber einen optimierten Produkteinsatz im Fokus haben, ist ihnen gemein, dass sie auf der Zusammenführung sowie systematischen Analyse von Daten beruhen. Das entscheidende neue Element auf der Ebene der Leistungsmechanik sind damit Methoden der technisch-unterstützten Datenanalyse und deren Einbindung in neue oder bestehende Geschäftsmodelle.

Die Erwartung, dass die Auswertung großer Datenmengen (Big Data) mittelfristig im maritimen Service eine entscheidende Bedeutung einnehmen wird, teilen gut zwei Drittel der befragten maritimen Zulieferunternehmen (siehe Abbildung 26). Gleichzeitig besteht bei diesen Unternehmen aktuell noch eine Lücke, was die notwendigen Kompetenzen zur Analyse immer größerer Datenmengen aus dem Schiffsbetrieb angeht. Nur eins von zehn Unternehmen, das mittelfristig der Datenanalyse eine (sehr) hohe Bedeutung zumisst, sieht sich was die eigenen Datenanalysekompetenzen angeht bereits gut aufgestellt. Bei zwei Dritteln besteht zwar entsprechendes Know-how, aber nicht in ausreichendem Umfang. Die verbleibenden 25 Prozent haben für die Auswertung großer Datenmengen bisher noch keine Kompetenzen aufgebaut.

Branchenübergreifend ist es für Hersteller oftmals schwierig, ihren Kunden innovative produktbegleitende Dienstleistungen in Rechnung zu stellen. Die Kunden haben zwar hohe Anforderungen und sind dementsprechend offen gegenüber neuen datenbasierten Ansätzen zur Optimierung von Verfügbarkeit und Produktivität technischer Systeme. Gleichzeitig ist die Bereitschaft, für diese Services auch extra zu bezahlen, aber meist weniger ausgeprägt [53]. In vielen Fällen ist diese Zurückhaltung durchaus nachvollziehbar, insbesondere dort, wo sich der tatsächliche Mehrwert innovativer Leistungsangebote durch den Kunden im Vorhinein schwer abschätzen lässt. Wo hingegen ein Kundennutzen besteht, wird der Kunde letztendlich auch bereit sein, für diesen zu zahlen. Von entsprechender Bedeutung ist es, das Nutzenversprechen aus der Perspektive des Kunden klar zu kommunizieren und wenn möglich nachzuweisen. Um die Skepsis auf Seiten der Kunden zu überwinden, kann darüber hinaus Transparenz über die geleisteten Serviceaufwendungen oder das Vorsehen von Rückvergütungsregelungen Vertrauen schaffen, dass es sich für beide Seiten um faire Konditionen handelt, und so die Markterschließung neuer Services erleichtern [54].

Verbunden mit der Entwicklung produzierender Unternehmen vom Produkt- zum Lösungsanbieter eröffnen sich auch auf der Ebene des Ertragsmodells neue Gestaltungsmöglichkeiten. Bei Product-as-a-Service-Modellen oder sogenannten Betreibermodellen verbleibt das Produkt selber über den gesamten Lebenszyklus im Besitz des Herstellers, der die Verantwortung für Betrieb und Instandhaltung trägt und das Produkt seinem Kunden gegen eine laufende Gebühr zur Verfügung stellt. Zwischen einem reinen Produktverkauf und dem anderen Extrem des Product-as-a-Service ordnen sich weitere hybride Ertragsmodelle ein, wie verschieden ausgestaltete Serviceverträge oder leistungsabhängige Vereinbarungen, die an Verfügbarkeitsgarantien oder andere Spezifikationen gekoppelt sind [55].

Gegenwärtig sind Betreibermodelle in der maritimen Zulieferindustrie noch die große Ausnahme. Dabei sind sie gerade im Investitionsgüterbereich potenziell sehr attraktiv und finden seit Jahren, etwa im Luftfahrtbereich, erfolgreich Anwendung. Für den Kunden besteht der Vorteil von Betreibermodellen vor allem darin, dass hohe Anfangsinvestitionen entfallen und er je nach Vertragsmodell bei Nichteinhalten der Verfügbarkeit von festgelegten Konventionalstrafen profitiert. Auf Seiten des Dienstleisters ergibt sich die Attraktivität zum einen daraus, dass er seine Kunden langfristig binden und einen im Vergleich zum Neuanlagengeschäft stabilen Erlösstrom erschließen kann. Darüber hinaus erhält er Zugriff auf Daten aus der Nutzung der Produkte beim Kunden, welche wiederum die Grundlage bilden, um die eigenen Geschäftsprozesse der Serviceerbringung zu optimieren und das Leistungsspektrum im After Sales Service zu erweitern oder bestehende produktbegleitende Dienstleistungen gezielt weiterzuentwickeln [56].

## Die maritime Zulieferindustrie in Deutschland

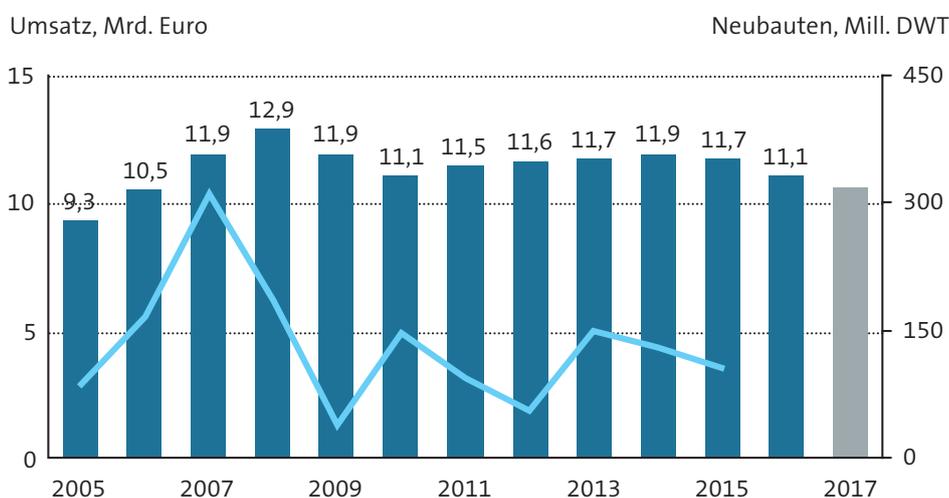
Die über das gesamte Bundesgebiet verteilte Schiffbau- und Offshore-Zulieferindustrie ist mit einem Umsatz von ca. 11 Mrd. Euro im Jahr 2016 und 65.000 Beschäftigten der bedeutendste Wirtschaftsfaktor innerhalb der deutschen maritimen Industrie. Charakteristisch für die rund 400 überwiegend mittelständischen Unternehmen sind die breit gefächerte Angebotspalette – von Antriebssystemen, Ver- und Entsorgungsanlagen, Navigations- und Kommunikationsausrüstung über intelligente Energieversorgungs-, Automatisierungs- und Umschlagssysteme bis hin zu Schiffssicherheitseinrichtungen – die hohe Systemkompetenz und ein Wertschöpfungsanteil von mehr als 70 Prozent, der beim Bau von Schiffen oder Offshore-Installationen auf die Zulieferbranche entfällt.

Der dramatische Rückgang an Schiffsneubauten im Zuge der weltweiten Wirtschaftskrise ab 2008 ist in der Branche auch heute noch in seinen Nachwirkungen zu spüren (siehe Abbildung 27). Die Schiffbau- und Offshore-Zulieferer in Deutschland müssen weiterhin erhebliche Anstrengungen leisten, um der anhaltend schwachen Nachfrage aus dem Ausland und wachsendem Wettbewerbsdruck auf den globalen Schiffahrtsmärkten zu begegnen.

Im weltweiten Vergleich steht die deutsche Schiffbau-Zulieferindustrie bei Produktion und Export dabei weiterhin an erster Stelle. Mit ihren innovativen und qualitativ hochwertigen Produkten sind die deutschen Zulieferer vielfach Weltmarktführer. Dabei punkten die Unternehmen auf wettbewerbsintensiven Märkten insbesondere mit einem hohen Servicelevel sowie einer überdurchschnittlichen Verfügbarkeit ihrer Produkte, die deutsche Technologie für den Kunden über den gesamten Lebenszyklus hinweg betrachtet rentabel machen.

Der Exportanteil am Umsatz in der deutschen maritimen Zulieferindustrie liegt regelmäßig bei über 70 Prozent. Während im Auftragseingang das EU-Ausland zuletzt kräftig Anteile hinzugewonnen hat, stagnierten die Aufträge aus den wichtigen Handelsschiff-Neubaumärkten China und Korea in den vergangenen Jahren. Insbesondere in den asiatischen Märkten wächst gleichzeitig der Wettbewerbsdruck auf ausländische Zulieferer, da die Regierungen den Auf- und Ausbau einer eigenen Schiffbauzulieferindustrie zum industriepolitischen Ziel erhoben haben.

Abb. 27: Umsatzentwicklung der deutschen Schiffbau- und Offshore-Zulieferindustrie; Schiffsneubauten weltweit [57]



Quelle, Fraunhofer CML

## Herausgeber der Studie

### Fraunhofer-Center für Maritime Logistik und Dienstleistungen CML

Das Fraunhofer-Center für Maritime Logistik und Dienstleistungen CML entwickelt und optimiert Prozesse und Systeme entlang der maritimen Supply Chain. In praxisorientierten Forschungsprojekten unterstützen wir private und öffentliche Auftraggeber aus den Bereichen Hafen, Logistik und Schifffahrt bei der Initiierung und Realisierung von Innovationen.

Für seine Kunden ist das Fraunhofer CML umfassend tätig:

- Als Entwickler realisiert es gemeinsam mit seinen Kunden spezifische Lösungen für Soft- und Hardware.
- Als Forscher erarbeitet es gemeinsam mit seinen Kunden innovative Konzepte.
- Als Planer hilft es bei der Optimierung von Prozessen und Systemen.
- Als Berater unterstützt es bei neuen Aufgaben und Anforderungen.

Das Fraunhofer CML ist eine öffentliche Forschungseinrichtung. Die Projektdurchführung erfolgt daher unabhängig und objektiv – von der Analyse über die Bewertung bis zur Realisierungsbegleitung.

#### Ihr Kontakt

Fraunhofer CML  
Am Schwarzenberg-Campus 4, Gebäude D  
21073 Hamburg  
E-Mail [info@cml.fraunhofer.de](mailto:info@cml.fraunhofer.de)  
Internet [www.cml.fraunhofer.de](http://www.cml.fraunhofer.de)

### VDMA Arbeitsgemeinschaft Marine Equipment and Systems

Die Arbeitsgemeinschaft Marine Equipment and Systems ist Teil des VDMA, des größten Industrieverbandes Europas.

Mit über 240 Mitgliedsfirmen stellt sie die Verbandsvertretung dieser exportstarken Industriebranche dar, die in die weltweiten Märkte der Schifffahrt, des Schiffbaus und der Offshoreindustrie liefert. Der VDMA arbeitet hierbei zugleich als spezialisierter Dienstleister und Interessenvertreter und verfolgt dabei drei wesentliche Ziele:

- Den Zugang zu neuen, wichtigen Schiffbau- und Offshore-Absatzmärkten durch Gemeinschaftsaktivitäten erleichtern;
- Weltweit offene Märkte und faire Wettbewerbsbedingungen durch effiziente Wirtschaftspolitik sichern;
- Die technische und wirtschaftliche Bedeutung der Branche in der Öffentlichkeit überzeugend darstellen.

Die Herausforderungen der sich stetig wandelnden maritimen Absatzmärkte kann nur bewältigen, wer alle Möglichkeiten einer effektiven Vernetzung nutzt und wirkungsvoll für die Unternehmensziele zum Einsatz bringt. Der VDMA bildet den Mittelpunkt dieser Vernetzung und bietet den Unternehmen die passenden Plattformen und Verbandsleistungen.

#### Ihr Kontakt

VDMA Marine Equipment and Systems  
Weidestr. 134  
22083 Hamburg  
E-Mail [nord@vdma.org](mailto:nord@vdma.org)  
Internet <http://mes.vdma.org>

## Literaturverzeichnis

- [1] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2014. Plattform Industrie 4.0. <http://www.plattform-i40.de> [10.11.2017].
- [2] Obermaier, R. (Hrsg.), 2016. Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe: Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen. Springer-Verlag.
- [3] Porter, M.E. & Heppelmann, J.E., 2014. How smart, connected products are transforming competition. Harvard Business Review, 92(11), 64-88.
- [4] Porter, M.E. & Heppelmann, J.E., 2014. How smart, connected products are transforming competition. Harvard Business Review, 92(11), 64-88.
- [5] Galipoglu, E. & Pöppelbuß, J., 2016. Einsatz von Informationssystemen zur Innovation industrienaher Dienstleistungen. Juniorprofessur für Industrienahe Dienstleistungen.
- [6] VDMA, 2015. Global Service 2014.
- [7] Herterich, M.M., Uebernickel, F. & Brenner, W., 2016. Industrielle Dienstleistungen 4.0. Springer Fachmedien Wiesbaden.
- [8] Zuboff, S., 1988. In the age of the smart machine: The future of work and power. Basic books.
- [9] Geisberger, E. & Broy, M. (Hrsg.), 2012. agendaCPS – Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems (acatech Studie). Springer Verlag 2011.
- [10] Parry-Jones, S., 2017. Demolition Trends: Global Fleet Ups Its Game. <https://sin.clarksons.net/features/Details/49399> [10.11.2017].
- [11] Lloyd's Register, QinetiQ & University of Southampton, 2015. Global Marine Technology Trends 2030.
- [12] McKinsey Global Institute, 2015. The internet of things: Mapping the value beyond the hype.
- [13] DNV GL Strategic Research and Innovation, 2015. Position paper 04-2015: Ship connectivity.
- [14] DNV GL, 2017. Digitalization of shipping: Maritime connectivity. <https://to2025.dnvgl.com/shipping/digitalization/> [10.11.2017].
- [15] McKinsey Digital, 2015. Industry 4.0: How to navigate digitization of the manufacturing sector.
- [16] Fraunhofer CML, 2016. Datenbasierte Verfahren zur Unterstützung im Ship Management.
- [17] Poschmann, P. & John, O., 2017. Zustandsbasierte Instandhaltung in der Schifffahrt. Schiff und Hafen, 69(8), 18-21.
- [18] Basu, A., 2013. Five pillars of prescriptive analytics success. Analytics, March/April, 8-12.

- [19] The Economist, 2017. Automatic for the people: How Germany's Otto uses artificial intelligence. <https://www.economist.com/news/business/21720675-firm-using-algorithm-designed-cern-laboratory-how-germanys-otto-uses> [10.11.2017].
- [20] Sage, A.P. & Rouse, W.B. (Hrsg.), 1999. Handbook of systems engineering and management. John Wiley & Sons.
- [21] MESA FP7 project, 2016. Waterborne Vision 2030 & Innovation Opportunities.
- [22] Enders, A. et al., 2009. Towards an integrated perspective of strategy: The value-process framework. *Journal of Strategy and Management*, 2(1), 76-96.
- [23] Dr. Wieselhuber & Partner GmbH, Fraunhofer IPA, 2015. Geschäftsmodell-Innovation durch Industrie 4.0: Chancen und Risiken für den Maschinen- und Anlagenbau.
- [24] Porter, M.E. & Heppelmann, J.E., 2014. How smart, connected products are transforming competition. *Harvard Business Review*, 92(11), 64-88.
- [25] Dr. Wieselhuber & Partner GmbH, Fraunhofer IPA, 2015. Geschäftsmodell-Innovation durch Industrie 4.0: Chancen und Risiken für den Maschinen- und Anlagenbau.
- [26] Obermaier, R. (Hrsg.), 2016. Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe: Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen. Springer-Verlag.  
Bertenrath, R., Klös, H.-P. & Stettes, O., 2016. Digitalisierung, Industrie 4.0, Big Data. IW-Report 24/2016. Institut der deutschen Wirtschaft Köln.
- [27] Demary, V. et al., 2016. Digitalisierung und Mittelstand: Eine Metastudie. IW-Analysen Nr. 109. Institut der deutschen Wirtschaft Köln.
- [28] acatech, 2014. Smart Service Welt: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft.
- [29] Porter, M.E. & Heppelmann, J.E., 2014. How smart, connected products are transforming competition. *Harvard Business Review*, 92(11), 64-88.
- [30] Lichtblau, K. et al., 2015. Industrie 4.0-Readiness. IMPULS-Stiftung des VDMA.
- [31] McKinsey Digital, 2016. Industry 4.0 after the initial hype: Where manufacturers are finding value and how they can best capture it.
- [32] Slack, N., 1994. The Importance-Performance Matrix as a Determinant of Improvement Priority. *International Journal of Operations & Production Management*, 14(5), 59-75.
- [33] Kretschmann, L., 2015. Erfolgsfaktor After Sales Service – Eine branchenweite Untersuchung in der maritimen Zulieferindustrie. Fraunhofer CML, VDMA AG Marine Equipment and Systems.
- [34] Schweiger, S., Dressel, K. & Pfeiffer, B. (Hrsg.), 2011. Serviceinnovationen in Industrieunternehmen erfolgreich umsetzen: Neue Geschäftspotenziale gezielt durch Dienstleistungen ausschöpfen. Springer Gabler.

- [35] Herterich, M.M., Uebernickel, F. & Brenner, W., 2016. Industrielle Dienstleistungen 4.0. essentials. Springer Vieweg.
- [36] Kretschmann, L., Burmeister, H.-C. & Jahn, C., 2017. Analyzing the economic benefit of unmanned autonomous ships: An exploratory cost-comparison between an autonomous and a conventional bulk carrier. *Research in Transportation Business & Management*.
- [37] VDI, 2016. Digitale Chancen und Bedrohungen – Geschäftsmodelle für Industrie 4.0. Statusreport.
- [38] European Commission, 2017. Connected and Automated Transport: Studies and reports. DG for Research and Innovation.
- [39] Poschmann, P. & John, O., 2017. Zustandsbasierte Instandhaltung in der Schifffahrt. *Schiff und Hafen*, 69(8), 18-21.
- [40] Sullivan, G.P. et al., 2010. Operations & Maintenance Best Practices: A Guide to Achieving Operational Efficiency. Federal Energy Management Program U.S. Department of Energy.
- Andelfinger, V. P. & Hänisch, T. (Hrsg.), 2015. Internet der Dinge: Technik, Trends und Geschäftsmodelle. Springer Gabler.
- McKinsey Digital, 2015. Industry 4.0: How to navigate digitization of the manufacturing sector.
- [41] Lay, G. & Nippa, M. (Hrsg.), 2005. Management produktbegleitender Dienstleistungen: Konzepte und Praxisbeispiele für Technik, Organisation und Personal in serviceorientierten Industriebetrieben. Physica-Verlag.
- [42] Kretschmann, L., 2015. Erfolgsfaktor After Sales Service – Eine branchenweite Untersuchung in der maritimen Zulieferindustrie. Fraunhofer CML, VDMA AG Marine Equipment and Systems.
- [43] Bauernhansl, T., ten Hompel, M. & Vogel-Heuser, B. (Hrsg.), 2014. Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung, Technologien, Migration. Springer Vieweg.
- [44] Obermaier, R. (Hrsg.), 2016. Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe: Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen. Springer-Verlag.
- Gassmann, O., Frankenberger, K. & Csik, M., 2013. Geschäftsmodelle entwickeln: 55 innovative Konzepte mit dem St. Galler Business Model Navigator. Carl Hanser Verlag.
- [45] Kretschmann, L., 2015. Erfolgsfaktor After Sales Service – Eine branchenweite Untersuchung in der maritimen Zulieferindustrie. Fraunhofer CML, VDMA AG Marine Equipment and Systems.
- [46] Institut der deutschen Wirtschaft Köln Consult GmbH, Forschungsinstitut für Rationalisierung (FIR) e. V. an der RWTH Aachen, 2017. Industrie 4.0-Readiness: Online-Selbst-Check für Unternehmen. <https://www.industrie40-readiness.de/> [14.11.2017].

- [47] VDMA, goetzpartners, 2017. Leitfaden Fit for Service.
- [48] Gassmann, O., Frankenberger, K. & Csik, M., 2013. Geschäftsmodelle entwickeln: 55 innovative Konzepte mit dem St. Galler Business Model Navigator. Carl Hanser Verlag.
- [49] Rieger, V. et al., 2015. Geschäftsmodellinnovation: Neue Wege für nachhaltigen Erfolg. Detecon International GmbH.
- [50] Gassmann, O., Frankenberger, K. & Csik, M., 2013. Geschäftsmodelle entwickeln: 55 innovative Konzepte mit dem St. Galler Business Model Navigator. Carl Hanser Verlag.
- [51] Kaufmann, T., 2015. Geschäftsmodelle in Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge: Der Weg vom Anspruch in die Wirklichkeit. essentials. Springer Vieweg.
- [52] Porter, M.E. & Heppelmann, J.E., 2014. How smart, connected products are transforming competition. Harvard Business Review, 92(11), 64-88.
- [53] acatech, 2014. Smart Service Welt: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft.
- [54] Baumbach, M., Stampfl, A. T., 2002. After Sales Management. Marketing – Logistik – Organisation. Hanser.
- [55] Porter, M.E. & Heppelmann, J.E., 2014. How smart, connected products are transforming competition. Harvard Business Review, 92(11), 64-88.
- [56] VDI, 2016. Digitale Chancen und Bedrohungen – Geschäftsmodelle für Industrie 4.0. Statusreport.
- [57] VDMA AG Marine Equipment and Systems, 2017. Daten und Fakten 2017.
- BRS, 2017. Shipping and Shipbuilding Markets – 2016 Annual Review.

# Impressum

## **VDMA**

Marine Equipment and Systems

Weidestr. 134

22083 Hamburg

E-Mail [nord@vdma.org](mailto:nord@vdma.org)

Internet <http://mes.vdma.org>

Design und Layout

VDMA DesignStudio

Produktion

h.reuffurth gmbh

Mühlheim am Main

Bildnachweis

Titel © MAGNIFIER / fotolia.com

Seite 2 © MAN Diesel & Turbo

Seite 5 © Hapag-Lloyd AG, Hamburg

Seite 7 © Peter Neumann

Seite 10 © Anatoly Menzhilly

Seite 14 © MAGNIFIER / fotolia.com

Seite 22 © Andrew Sassoli-Walker

Seite 32 © Hellen Sergeyeva/stock.adobe.com

Seite 42 © Hapag-Lloyd AG, Hamburg

Seite 52 © christian42 / fotolia.com

© VDMA, März 2018

**Alle Rechte vorbehalten.**

## **Haftungsausschluss**

Die Angaben in dieser Publikation sind unverbindlich und dienen lediglich zu Informationszwecken. Die Inhalte spiegeln die Auffassung der Autoren zum Zeitpunkt der Veröffentlichung wider. Obwohl die Informationen mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt wurden, besteht kein Anspruch auf sachliche Richtigkeit, Vollständigkeit und/oder Aktualität, insbesondere kann diese Publikation nicht den Umständen des Einzelfalles Rechnung tragen. Eine Verwendung liegt daher in der eigenen Verantwortung des Lesers. Jegliche Haftung wird ausgeschlossen.





**VDMA**  
**Arbeitsgemeinschaft**  
**Marine Equipment and Systems**

Weidestrasse 134

22083 Hamburg

Telefon +49 40 507 207-0

E-Mail [nord@vdma.org](mailto:nord@vdma.org)

Internet [mes.vdma.org](http://mes.vdma.org)