

Schifffahrt und Meerestechnik für das 21. Jahrhundert (2011 – 2016)

Forschung und Entwicklung in der Meerestechnik

Die Ozeane verfügen über bislang kaum erschlossene Energie- und Geo-Ressourcen. Maritime Produkte und Dienstleistungen gelten daher als vielversprechende Zukunftsmärkte.

Ziel der Forschungsförderung durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) in diesem Sektor ist, deutsche Firmen und spezifisches Know-how bei der Entwicklung innovativer Technologien so zu unterstützen, dass diese sich auf dem internationalen Markt behaupten können.

Die Meerestechnik umfasst dabei ein breites Spektrum von Aktivitätsfeldern mit großem Potenzial. So spannt sich der Bogen von der Offshore-Technik für die Öl- und Gasgewinnung, über die Entwicklung von Verfahren und Technologien für die Nutzung mineralischer Ressourcen und Gashydrate, Polar- und Umwelttechnik, erneuerbare Energien aus dem Meer, Robotik und Intelligente Systeme bis hin zur Betriebssicherheit von Schiffen und Offshorestrukturen sowie deren Rückbau.

In allen diesen Feldern zeichnen sich Potenziale für die deutsche meerestechnische Industrie ab, die nur durch konsequente Weiterentwicklung der technologischen Leistungsfähigkeit im Verbund von Wissenschaft und Industrie genutzt werden können. Hierbei gilt es auch, die nationalen Forschungsaktivitäten im Bereich Schiffs- und Meerestechnik nachhaltig zu stärken und zu bündeln.

Ein solches Forschungsnetzwerk stärkt den Ingenieur Nachwuchs und leistet einen wichtigen Beitrag zur Kompetenzsteigerung der deutschen maritimen Industrie. Nur durch konsequente Nutzung des vorhandenen Potenzials und die nachhaltige Unterstützung neuer Ansätze werden innovative maritime Produkte/Dienstleistungen entstehen und die Systemfähigkeit für den internationalen Markt ausgebaut werden können.

Offshore-Technik

Neue Impulse auf dem Gebiet der Erdöl- und Erdgastechnik – von der Exploration bis hin zur Förderung – gehen heute vor allem vom Offshore - Markt aus.

Die Entwicklung von Tiefseetechnologien stellt eine strategische Investition für die deutsche Industrie und für das Land dar. Damit verbunden sind u.a. Verfahren zur Erkundung des Meeresbodens, zum Einsatz von Produktionsplattformen in großer Wassertiefe, zur Durchführung von Montage- und Wartungsarbeiten mit unbemannten Unterwasserfahrzeugen, etc. Diese Verfahren beinhalten neben der Entwicklung der notwendigen Techniken der Mechatronik, Robotik, etc., auch den Entwurf und die Dimensionierung der beteiligten Bauwerke, Verankerungen und Fahrzeuge. Techniken für solche hydrodynamischen Belastungen, die mit herkömmlichen Verfahren unzureichend genau bestimmt werden können, bessere Simulationstechniken des Bewegungsverhaltens, geeignete Steuerungssysteme und zuverlässigere Verfahren zur Positions- und Bewegungsmessung sind dafür erforderlich.

In Zukunft werden moderne, komplett am Seeboden betriebene Produktionssysteme bzw. Fördertechniken helfen, die hohen Kosten für Schiffseinsätze und die Sicherheitsrisiken bei (bemannten) Plattformen auf das Bohren, die Installation, regelmäßige Inspektionen, Wartungen und Notfalleingriffe sowie den Rückbau der Anlagen zu reduzieren.

Es besteht jedoch noch erheblicher Entwicklungsbedarf, um derartige Systeme langzeitstabil und effizient ferngesteuert oder auch autonom betreiben zu können. Hilfsmittel hierfür sind neben der Erfassung der Produktionsparameter besonders das „Condition Monitoring“ der am Seeboden installierten Anlagenteile und die abgeleitete vorsorgende Wartungsplanung, die durch breitbandige Datenübertragung und Satellitenanbindung auch von weit entfernten Standorten außerhalb der Offshore Förderregionen erfolgen kann. Zur Erreichung dieser Ziele werden zum einen tiefseetaugliche Mess-, Sensor- und Telemetriesysteme mit stan-

standardisierten Schnittstellen und zum anderen Datenauswertekonzepte und Softwaresysteme benötigt, die neben den Produktionsparametern auch die Wechselwirkung zwischen Tiefseeproduktion und Umwelt in einem integralen Ansatz erfassen.

Da mittlerweile viele fossile Lagerstätten in europäischen Gewässern nahezu erschöpft sind, stellt der Rückbau gigantischer Offshore-Stahlstrukturen und deren Recycling eine besondere, verantwortungsvolle Herausforderung dar.

LNG und LPG werden als Energieträger zunehmend an Bedeutung gewinnen. Um die maritimen – oft weit von der Küste entfernten – Lagerstätten effektiv explorieren zu können, bedarf es der Entwicklung neuer, wesentlich leistungsfähigerer Förder- und Umschlagsysteme für Flüssiggas (LNG/LPG), die auch bei rauen Seegangsbedingungen funktionsfähig bleiben müssen.

Zukünftig müssen insbesondere Vorhaben zur Entwicklung innovativer technischer Lösungen und Dienstleistungen in folgenden Technologiebereichen umgesetzt werden:

- Exploration und Gewinnung von Erdöl und Erdgas aus dem Meer, auch in rauen Seegebieten und großen Wassertiefen
- Transport- und Transfersysteme für LNG und LPG
- Erkundung und Entwicklung von Fördertechnologien für marine Gashydrate und mineralische Rohstoffe
- Rückbau von Offshore-Strukturen, Rifftechnologien
- Unterwassertechnik
- CO₂-Deponierung
- Demonstrationsprojekte (Testfelder) => Förderinstrumente
- Offshore Geoinformationssysteme
- Offshore Windenergie
- Werkstofftechnik

Erkundung, Abbau und Aufbereitung von marinen mineralischen Rohstoffen

Zur strategischen Absicherung der deutschen Rohstoffversorgung ist die erneute Aufnahme von zukunftssträchtigen Technologieentwicklungen für die Erkundung, den Abbau und die chemisch-metallurgische Aufbereitung von marinen mineralischen Rohstoffen in das neue Förderprogramm unbedingt erforderlich.

In ca. 1 bis 2 Jahren wird der Tiefseemeeresbergbau vor Papua Neuguinea beginnen. In 5 Jahren werden sich die globalen Ressourcen für High-Tech-Mineralien in den Händen von einigen wenigen Unternehmen - respektive Ländern - befinden. Dieses ist der wesentliche Grund, um die Suche nach Alternativen auf die riesigen marinen Rohstoffvorkommen auszuweiten, so dass jetzt F&E-Vorbereitungen getroffen werden müssen, um ggfs. in ca. 10 bis 15 Jahren mit der kommerziellen Gewinnung von Mangan-Knollen und kobaltreichen Mangan-Erzkrusten beginnen zu können. Die marinen mineralischen Rohstoffe könnten die wichtigste zukünftige Ressource für High-Tech-Mineralien sein! Deutschland kann sich mit sicheren und umweltfreundlichen Technologien, die für den zukünftigen, weltweiten Meeresbergbau unbedingt erforderlich sind, im internationalen Wettbewerb positionieren.

Folgende Technologiefelder sollten im zukünftigen F&E-Programm besondere Berücksichtigung finden:

- Rohstofforientierte Kartierungs- und Explorationsverfahren des Meeresbodens (flächendeckend, hochauflösend)
- Entwicklung von Produktionsverfahren zur umweltfreundlichen und technisch-ökonomischen Gewinnung und Aufbereitung
- Plattformen und Schiffe für Exploration, Geräteerprobung, Pre-Pilot-Mining Tests und andere Meeresbergbauaktivitäten

Gashydrate

Gewaltige Mengen an Erdgas sind als festes eisähnliches Methanhydrat im Meeresboden gespeichert. Diese natürlichen Vorkommen enthalten mehr Energie und Kohlenstoff (ca. 3000 Gt C) als alle konventionellen Lagerstätten von Kohle, Öl und Gas. Erdgas ist die umweltfreundlichste Quelle für fossile Energien. Viele Küstenanrainerstaaten verfügen über große nationale Vorkommen (z. B. China, Indien, Japan, Brasilien, Chile, USA, Kanada, Norwegen, Russland). Deutschland besitzt keine eigenen Gashydrat-Lagerstätten, da Nord- und Ostsee zu flach sind. Mit den neuen Technologien kann die deutsche Wirtschaft eine wichtige Rolle in den zukünftigen Gashydrat-Konsortien spielen und so einen wesentlichen Beitrag zur Sicherung der nationalen und internationalen Energieversorgung leisten.

Entwicklung und Anwendung von neuen Verfahren und Technologien für:

- die Erkundung von submarinen Gashydratvorkommen (Prospektion und Exploration)
- die Gewinnung von Methangas aus Gashydraten
- die Speicherung von CO₂ in submarinen Gashydrat-Lagerstätten
- den Erdgastransport
- die Bewertung der Umweltrisiken beim Gashydratabbau
- die Umweltüberwachung beim Abbau von Gashydraten

Ein weiterer wichtiger Punkt in Verbindung mit einer Gashydratförderung könnte die CO₂-Speicherung sein. Das CO₂ wird dazu komprimiert und als superkritisches Fluid in tiefliegenden salzige Grundwasserleiter oder ausgeförderte Öl- und Gaslagerstätten eingepresst. Der Weltklimarat (IPCC), die EU und andere internationale Institutionen empfehlen den Ausbau der CCS-Technologie (Carbon Capture and Storage) als eine wichtige Maßnahme zur Minderung der CO₂-Emissionen. Hier werden z.B. die Zuverlässigkeit und Langzeitdichtigkeit der CO₂-Lager wichtige Themen sein.

CO₂-Speicherung in submarinen geologischen Formationen - Entwicklung und Anwendung von neuen Verfahren und Technologien für:

- die Erkundung von submarinen CO₂-Speichern
- den CO₂-Transport (Schiffe, Pipelines)
- den CO₂-Umschlag in Häfen und Terminals
- die Bewertung der Umweltrisiken bei der submarinen CO₂-Speicherung, beim CO₂-Transport und Umschlag
- die Umweltüberwachung und das Monitoring von Offshore CO₂-Speichern

Betrieb und Sicherheit maritimer Systeme

Im Zuge der fortschreitenden Exploration maritimer Energiequellen innerhalb der nächsten Jahre stellen **extreme Seegangereignisse** eine zunehmende Gefahr für Schiffe und Offshore-Strukturen dar und machen eine Erweiterung der Vorschriften unumgänglich. Die Installation der Offshore-Anlagen in immer extremeren Gebieten erfordert neue Ansätze bei der Bestimmung von Seegangslasten. Schon die Errichtung der Windparks in der Nordsee, einem der gefährlichsten Seegebiete der Welt, innerhalb der nächsten Jahre, bedingt den Bau von Hubinseln, die bei 40 m Wassertiefe Wellenhöhen von über 20 m widerstehen müssen. Untersuchungen extremer Seegangereignisse insbesondere auch im Flachwasser sind hier von Bedeutung (Druck-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsverläufe über die Tiefe), aber auch die Bodenerosion um Fundamente oder Fußstrukturen großer Jack-Up Plattformen gilt es zu untersuchen. Potentiell bedrohlich sind dabei nicht nur hohe Einzelwellen (Freak Waves), sondern auch bestimmte Wellensequenzen, die Anregungen im Bereich der Eigenfrequenzen hervorrufen und zu hohen lokalen und globalen Belastungen (Festig-

keit) sowie zur Gefährdung der Betriebssicherheit und von Personen an Bord führen können. Um die Entstehungsmechanismen solcher Seegangereignisse sowie Welle-Struktur-Interaktionen zu untersuchen, sind deterministische Generierungstechniken im Labor erforderlich. Die weltweit rasant steigende Nutzung erneuerbarer Energien im Meer – Wind, Wellen und Strömung – innerhalb der nächsten Jahre, macht eine gezielte Förderung notwendig, damit Deutschland nicht den Anschluss an die internationale Konkurrenz verliert

Bis 2020 könnten Schiffe weltweit mit einem Seegangs-Radar an Bord ausgerüstet werden, welches das Wellenfeld bis zu einer Entfernung von 5 km erfasst: Hieraus wird ca. 2-3 Minuten im Voraus der Begegnungsseegang sowie die Bewegungen und Belastungen von Strukturen in Abhängigkeit von Kurs und Geschwindigkeit berechnet. In Kenntnis dieser Daten können auf der Brücke Entscheidungen bei Offshore-Operationen zuverlässiger und effizienter getroffen werden. Dieses **Entscheidungshilfesystem für Schiffe und Offshore „Operationen im Seegang“** erfordert umfangreiche Forschungen im Bereich der Seegangsanalyse, Wellenausbreitung und Welle-Struktur-Interaktion als Voraussetzung, um die bisherige Spitzenposition deutscher Firmen zu erhalten oder gar auszubauen.

Durch ein autonomes System zur Rettung Schiffbrüchiger kann die Überlebenschance über Bord gegangener bzw. schiffbrüchiger Personen signifikant erhöht werden. Dafür verantwortlich ist neben der vollautomatischen Erkennung des Unfalls mit Hilfe spezieller Sensoren auch die schnelle Reaktion des Systems mittels Freifallrettungsfahrzeugen, die Einsatzfähigkeit unter widrigsten Bedingungen (Tag und Nacht) sowie die Vermeidung der Gefährdung von zusätzlichem Rettungspersonal. Die Entwicklung eines einsatzfähigen Systems bis 2018 stellt eine enorme Herausforderung im Bereich der Sensorik, der Automatisierung sowie der Hydrodynamik (Freifall, Seegangsverhalten, Geschwindigkeit) dar und erfordert weitere Fördermaßnahmen um die Effektivität, Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit zu verbessern. Durch diese Maßnahmen kann Deutschlands führende Rolle in diesem Nischenbereich gesichert werden.

Die zur Installation von Offshore-Anlagen notwendigen Pipelineverlegungen und Kranarbeiten erfordern eine zuverlässige Vorhersage des **Manövrierhaltens** des Schiffes, auch im Seegang und unter der Wirkung von Wind und Strömung. Dies trifft insbesondere auf Spezialschiffe zu, beispielsweise Kranhalbtaucher, Hubinseln und Barges, da sie höheren Manövriervoraussetzungen genügen müssen, z.B. was Positionshaltervermögen (Dynamic Positioning) betrifft. Da der Bau solcher hochwertigen Spezialkonstruktionen in Zukunft einen immer größeren Anteil an den Aktivitäten der deutschen maritimen Industrie einnehmen wird, ist die Entwicklung der dazu erforderlichen experimentellen und numerischen Verfahren nicht nur für die Umwelt und die Sicherheit des Schiffes von Bedeutung, sondern auch ein wirtschaftlicher Faktor.

Eine Effizienzsteigerung beim Betrieb von Offshorestrukturen kann durch die Entwicklung wartungsarmer Strukturen, Verbesserung bei den Wartungsmethoden oder die Entwicklung effizienter IT-Bedienungs- und Kontrolllösungen erreicht werden.

- Extreme Wetter- und Seegangereignisse: Auswirkungen auf Entwurf und Betrieb von Offshore- Strukturen
- Entwicklung zuverlässiger Umwelterfassungs-, Prognostizierungs- und Routenassistenzsysteme (auch für Schiffstechnik, Doppelung vermeiden!!!)
- Entwicklung von Entscheidungsunterstützungssystemen zur Optimierung von Offshore- Operationen im Seegang
- Offshore Rettungssysteme
- Effizienzsteigerung beim Betrieb von Offshorestrukturen
- Manövrierverhalten (Schiffstechnik)
- Alternative Antriebe (Schiffstechnik)

Maritime Umwelttechnik

Im Zeitalter des Klimawandels ist die **Umweltüberwachung** sowohl im globalen als auch im lokalen Maßstab ein wichtiges Instrument, um zum einen Trends zu erkennen und zum anderen aber auch frühzeitig Gegenmaßnahmen einzuleiten. In dem Maße, wie die Öl- und Gasgewinnung in hoch sensible marine Bereiche wie z.B. arktische Gewässer oder die Tiefsee vordringt, wird es dort erforderlich sein, die Umwelt und die Auswirkungen der Förderaktivitäten auf die Umwelt zu kontrollieren und, sofern erforderlich zu minimieren. Auch die Auswirkung der Umwelt auf die Sicherheit von Produktionsanlagen in der Tiefsee (z.B. Turbidity Currents oder Benthic Storms) ist von großer Bedeutung! Hierfür werden zukünftig Sensoren und Überwachungssysteme benötigt, die mit hoher Empfindlichkeit, Genauigkeit und mit standardisierten Schnittstellen versehen international vergleichbare Messergebnisse erzielen. **Autonome Unterwasserfahrzeuge** stellen die ideale mobile Basis dar, um ein regelmäßiges Monitoring von Binnen-, Küstengewässern und Ozeanen vorzunehmen. Die größten Herausforderungen liegen dabei in der Miniaturisierung der Sensorik, der Verbesserung der Energieeffizienz der Fahrzeugsysteme, der Erreichung einer hohen Navigationsgenauigkeit bei Einsatz preiswerter Navigationssensoren und in der einfachen und robusten Programmierbarkeit der Missionsaufgaben.

Bei all diesen Messsystemen, die eine **Langzeitüberwachung** der Umwelt zur Aufgabe haben, wird es außerdem um eine erhebliche Reduktion der Wartungs- und Eichungsintervalle gehen, da sowohl in arktischen Gewässern (z.B. unterm Eis) als auch in der Tiefsee eine Wartung der Systeme extrem aufwendig und entsprechend kostenintensiv ist. Die zunehmende Nutzung der Meere als Transportweg, Rohstofflieferant und Nahrungsquelle erfordert neuartige technische Lösungen zum Schutz der Umwelt bei wirtschaftlich vertretbaren Kosten.

Trotz deutlicher Verbesserungen der Sicherheitsstandards und -vorschriften in der Tankerschifffahrt kann menschliches Versagen als Unfallursache niemals ausgeschlossen werden. Die letzten großen Katastrophen wie der Untergang der Erika 1998 oder der Prestige 2002 führten der Weltöffentlichkeit die ökologischen und ökonomischen Konsequenzen solcher Unglücke deutlich vor Augen. Auch die verheerenden Folgen des Untergangs der Ölbohrplattform Deepwater Horizon im Golf von Mexiko zeigen, dass es weltweit sowohl an geeigneter Technik zur maritimen Ölunfallbekämpfung als auch an Rettungsvorrichtungen für versagende Bohrlochkomponenten mangelt. In ca. 3 Jahren wird das erste Seegangsunabhängige **Ölunfall-Bekämpfungssystem** ohne bewegliche Komponenten im Einsatz sein. Da es sich wegen seiner automatischen Regulierungstechnik im Betrieb durch geringe Störanfälligkeit und hohen Wirkungsgrad – auch in rauer See – auszeichnet, wird dieses System in Tanker integriert, so dass bei Ölkatastrophen kurzfristig ein entsprechend ausgerüstetes Schiff vor Ort ist. Staatliche Institutionen werden Mehrzweckschiffe (zur Feuerbekämpfung, Baggern etc.) mit solchen Systemen ausrüsten, um im Küsten- und Hafenbereich kurzfristig Öl- und Chemikalienunfälle zu bekämpfen. Die Entwicklung und Patentierung eines einsatzreifen Systems sichert Deutschlands Technologievorsprung auf Jahre.

Das Problem der Umweltverschmutzung durch maritime Industrie ist schon länger identifiziert und hat zu diversen Bemühungen und Regelwerken geführt, während das Thema „**maritimer Lärm**“ bisher nur am Rande behandelt wurde. Hierbei ist einerseits zwischen den Aspekten des Komforts und der Arbeitssicherheit und andererseits dem Thema Belästigung und Schädigung von Mensch und Umwelt zu unterscheiden. Während für den ersten Themenkomplex bereits Grundlagen erarbeitet wurden, die allerdings noch dringend einer weiteren Ausarbeitung bedürfen, um in diesem Bereich die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Produkte auszubauen und zu erhalten, ist der zweite Themenkomplex bisher nahezu nicht betrachtet worden (z.B. Unterwasserlärm beim Rammen von Offshore-Windanlagen mit den entsprechenden Konsequenzen für Meeressäugtiere). Es sind breit gefächerte Anstrengun-

gen nötig, die es ermöglichen die Lärmentstehung und deren Ausbreitung zu untersuchen und somit Möglichkeiten zu deren Bekämpfung zu erforschen.

Mit der Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben in folgenden Bereichen sollen sich die Chancen deutscher Unternehmen auf dem Weltmarkt erhöhen:

- Integrierte Überwachung von Küsten- und Binnengewässern
- Früherkennungs- und Unfallmanagementsysteme
- Messtechnik, Sensor- und Telemetrieentwicklung
- Entwicklung und Optimierung praxistauglicher Systeme und Verfahren zur Chemikalien- und Ölunfallbekämpfung, auch in rauer See
- Logistik, Recycling- und Entsorgungstechnik
- Entwicklung von Schalldämpfungstechnik für die Ausbreitung von Unterwasserschall

Erneuerbare Energien aus dem Meer

Vor dem Hintergrund des weltweit steigenden Energiebedarfs bei gleichzeitigem Rückgang fossiler Lagerstätten hat die Gewinnung von Energie u.a. aus Wind, Wellen und Strömung wachsende Bedeutung. Um an diesem zukunftssträchtigen Markt partizipieren zu können ist es wichtig, die nationale Forschung und Technologieentwicklung auszubauen. Während fossile und nukleare Brennstoffe einschließlich der marinen Öl- und Gasvorkommen nur noch zeitlich begrenzt verfügbar sind, sind erneuerbare Energien praktisch unerschöpflich. Sie haben den zusätzlichen Vorzug, generell klimaneutral zu sein. Bei der Diskussion des Themas sind zwei Aspekte zu unterscheiden: Die im Meer selbst in chemischer, biologischer, elektromagnetischer, thermodynamischer, mechanischer oder anderer Form vorliegenden regenerativen Energievorräte sowie deren Nutzung und das Meer als Schauplatz einer Energiewirtschaft. Die Innovationskraft und Systemfähigkeit des deutschen maritimen Maschinen- und Anlagenbaus sowie aller Anbieter nichtschiffbaulicher Meerestechnik, nicht zuletzt aber auch der maritimen Dienstleister bilden eine äußerst Erfolg versprechende Basis zur Entwicklung dieser zukunftsweisenden Exporttechnologie.

In Deutschland werden bis 2015 verschiedene Offshore-Windparks errichtet, die mit maximal 80 Anlagen als Erprobungsträger künftiger, noch größerer Windparks dienen. Zur Errichtung dieser Parks werden neue, wesentlich effizientere Technologien (z.B. Hubinseln, Barges) für größere Wassertiefen benötigt, deren Entwicklung in Deutschland gefördert werden muss. Besonderes Augenmerk ist dabei auf die Bereiche Hydrodynamik (Seegangverhalten, Manövrierfähigkeit, Tragfähigkeit), Technologie- und Anlagenentwicklung sowie auf die Entwicklung einer maritimen Infrastruktur der Energiespeicherung und des -transport zu legen. Der so zu erzielende Wissensvorsprung kann der deutschen maritimen Industrie langfristige Aufträge im Spezialschiffbereich sichern.

Besonders viel Energie steht weltweit in Form von Wellen zur Verfügung. Bisher konnte keine überzeugende Anlage entwickelt werden, die zuverlässig und effizient Wellenenergie in nutzbare Energie umwandelt. Dabei sollten auch Anlagen berücksichtigt werden, die in Randmeeren mit weniger Wellenenergie effizient arbeiten und eventuell gleichzeitig einen Beitrag zum Küstenschutz leisten. Die Entwicklung kleiner, containerisierbarer Anlagen könnte deren Verbreitung beschleunigen und eine dezentrale Energieversorgung z.B. auf Inseln sicherstellen. Die weltweite Einführung eines ersten einsatzreifen Systems durch deutsche Firmen innerhalb der nächsten 5 Jahre wäre möglich und würde Deutschland als Standort für erneuerbare Energien stärken.

Forschungs- und Entwicklungsbedarf besteht in:

- Technologie- und Anlagenentwicklung
- Entwicklung einer maritimen Infrastruktur

- Energiespeicherung und -transport
- Nachhaltige Nutzungskonzepte von Offshorestrukturen (synergetische Nutzung).

Polartechnik

Durch den Klimawandel haben in den letzten 10 Jahren die Eisdicke und die Eisausbreitung in der Arktis um ca. 50 % abgenommen; daraus ergeben sich völlig neue Perspektiven für die Nutzung der Arktis als neuer wirtschaftlicher Seeweg zwischen Europa und Ostasien sowie als Rohstoffquelle der Zukunft.

Deutschland nimmt in der Polartechnik eine weltweit führende Rolle ein, die es gilt durch entsprechende Förderung zu stabilisieren und weiter auszubauen. Da 25-40% aller neuen Rohstoffe in eisbedeckten Gebieten liegen, wird sich die Polartechnik in den nächsten Jahrzehnten zu einer der zukunftsreichsten Hochtechnologiefelder in der Meerestechnik entwickeln, wobei der Schutz der Umwelt besonders beachtet werden muss. Von der bevorstehenden Erschließung und Nutzung der „Neuen Arktis“ werden neben der meeres-technischen Industrie auch der Schiffbau und die Schifffahrt profitieren, womit die Polartechnik eine typische Querschnittstechnologie darstellt.

Forschungsbedarf besteht auf folgenden Technologiefeldern:

- Verbesserte Verfahren zur Eisvorhersage und Eis-Routenoptimierung
- Schiffe und Plattformen für eisbedeckte Gebiete
- Offshore Öl- und Gasproduktion bzw. Umschlagstechnologien in eisbedeckten Gebieten (arktische Logistikkette)
- Bekämpfung von Umweltgefahren in eisbedeckten Gebieten
- Evakuierungs- und Rettungskonzepte im Eis

Robotik und Intelligente Systeme

Die Erschließung maritimer Ressourcen stellt hohe Anforderungen an Menschen, und Systeme. Insbesondere müssen die Systeme über intelligente Mobilität und Navigation, feinfüh- lige Manipulationsfähigkeiten sowie intuitive Benutzerinteraktion und überwachte Autonomie verfügen, um in immer größeren Wassertiefen und unter extremen Bedingungen wie z.B. in eisbedeckten Gebieten erfolgreich operieren zu können.

Die Weiterentwicklung teleoperierter und autonomer Unterwasserfahrzeuge für Flachwasser- und Tiefseeinsätze zu marktreifen Produkten sollte ein wesentlicher Bestandteil des For- schungsprogramms werden. Sie stellen als Dienstleister für viele in der Meerestechnik anfal- lende Aufgaben (z.B. Transport, Überwachung, Inspektion, Installation, Rückbau) eine kos- tengünstige Alternative zum Schiffseinsatz und in den nächsten Jahren ein äußerst markt- trächtiges Segment der maritimen Industrie dar.

Bis zum Jahr 2020 wird es gelingen einen Grundstein an notwendigen Technologien für eine nachhaltige Erschließung maritimer Ressourcen zu entwickeln und damit neben der umwelt- gerechten und nachhaltigen Bewirtschaftung maritimer Ressourcen auch einen wesentlichen Produktivitäts- bzw. Ökonomievorteil für die maritime Branche zu schaffen. Ziel ist es, im Jahr 2020 den Aufbau, Betrieb und Rückbau einer Unterwasser-Öl-/Gasproduktionsstätte mit Hilfe intelligenter Roboter demonstrieren zu können.

Folgende Technologiefelder sollten im zukünftigen F&E-Programm besondere Berücksichti- gung finden:

- Autonome Überwachung und Erkundung der Umwelt
Kompakte autonome Unterwasserfahrzeuge zur Messung von Wasserqualität und

Bathymetrie, Detektion von Gasaustritten usw., mit einfachster Handhabung und Programmierung. Dabei sollen Fähigkeitserweiterungen durch Schwarm- und Rudelverhalten genutzt werden, um großer Gebiete effizient und automatisch zu überwachen bzw. zu erkunden. Hierzu gehört auch die Weiterentwicklung von Navigationsverfahren und –technologien für Unterwasserfahrzeuge ohne die Verwendung globaler Referenzen.

- Autonome Inspektion von Unterwasserbauwerken und –installationen
Monitoring und Änderungsdetektion von Unterwasserbauwerken, Inspektion von zeitlich und räumlich veränderlichen Unterwasserinstallationen, Entwicklung von Dockingstationen (zunächst mit kontaktbehafteter, später mit kontaktloser Daten- und Energieübertragung)
- Teleoperierte Intervention
Flexible Unterwasserfahrzeuge (ROV+AUV) mit standardisierter mechanischer und elektrischer Schnittstelle für unterschiedliche Werkzeuge (z.B. Greifarm, Säge usw.), breitbandige Kurzstreckenkommunikation zwischen Unterwasserfahrzeug und Dockingstation für Telepräsenz und –operation. Dafür ist die Entwicklung von effizienten Verfahren zur 3D-Umweltrepräsentation mit hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung, basierend auf Sonar und visuellen Informationen notwendig. In Verbindung mit mobilen Manipulatoren soll auch haptische Präsenz zur direkten Intervention z.B. bei der Überwachung von Unterwasserproduktionsstätten aber auch bei der sofortigen Intervention im Gefahrenfall ein Forschungsschwerpunkt sein.
- Autonome Intervention
Entwicklung von autonomen Unterwasserfahrzeugen (AUV) zur flexiblen, hoch präzisen, kraftvollen und schnellen Handhabung von Objekten einer großen Bandbreite , z.B. die Herstellung von Steckverbindungen oder der Eingriff bei Gefahrensituationen– dies soll auch mit mehreren sich gegenseitig automatisch unterstützenden AUVs möglich sein
- Intelligente Sensornetzwerke
Die Erfassung von Prozess- und Umweltdaten in Anlagen am Meeresboden gewinnt zunehmend an Bedeutung. Durch den Einsatz intelligenter Sensorverarbeitung ist es möglich, autonom relevante Daten zu erfassen und direkt vor Ort vorzuverarbeiten. Dadurch wird es z.B. möglich sich durch optimale Messungen ein umfangreiches Bild des aktuellen Zustandes über die Umwelt und den aktuellen Zustand einer Öl-Produktionsanlage am Meeresboden zu machen. Anhand dieser Daten können dann Entscheidungen über das Durchführen von Interventionen besser und kosteneffizienter geplant werden.