



Stärkung der deutschen meerestechnischen Wirtschaft im internationalen Wettbewerb und Vorbereitung des Nationalen Masterplans Maritime Technologien

Studie im Auftrag des Bundesministeriums
für Wirtschaft und Technologie

Auftraggeber:
Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
Scharnhorststr. 34-37
10115 Berlin

Autoren:
VDI/VDE
Innovation + Technik GmbH
Steinplatz 1
10623 Berlin
www.vdivde-it.de

NORD/LB
Regionalwirtschaft
Friedrichswall 10
30151 Hannover
www.nordlb.de/regionalwirtschaft

dsn
Analysen & Strategien |
Kooperationsmanagement
Holstenstr.13-15 • 24103 Kiel
www.dsn-online.de

MR Gesellschaft für Regionalberatung mbH
Große Fischerstraße 5
28195 Bremen
www.mr-regionalberatung.de

Gestaltung des Titelblattes:
dsn

Fotos Titelblatt:
ROV Kiel 6000 IFM GEOMAR (links oben)
Henryk Sadura – Fotolia.com (links zweites von oben)
ROV-Team IFM GEOMAR (links drittes von oben)
Bernd Ellerbrock – www.8komma0.de (links unten)
Ribe – Fotolia.com (großes Bild)

Druck:
Druckzentrum A.C. Ehlers, Kiel

Stärkung der deutschen meerestechnischen Wirtschaft im internationalen Wettbewerb und Vorbereitung des Nationalen Masterplans Maritime Technologien

Studie im Auftrag des
Bundesministeriums für
Wirtschaft und Technologie

Erstellt von:

VDI/VDE
Innovation + Technik GmbH
Steinplatz 1
10623 Berlin

NORD/LB
Regionalwirtschaft
Friedrichswall 10
30151 Hannover

dsn
Analysen & Strategien |
Kooperationsmanagement
Holstenstraße 13-15
24103 Kiel

MR Gesellschaft für Regionalberatung mbH
Große Fischerstraße 5
28195 Bremen

November 2010

Inhaltsverzeichnis

	Seite
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	V
TABELLENVERZEICHNIS	X
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	XII
VORWORT.....	1
1. ZUSAMMENFASSUNG	2
2. DIE MEERESTECHNIK – EINE ANNÄHERUNG.....	6
3. AUFTRAG UND METHODE.....	13
3.1 Auftrag und Ziele der Studie	13
3.2 Methode der Studie	14
3.2.1 Betriebsdatenbank und Betriebsbefragung	14
3.2.2 Institutsdatenbank und Institutsbefragung.....	17
3.2.3 Interviews und Expertengespräche	18
3.2.4 Vorbereitung des NMMT	21
3.2.5 Fachworkshop.....	21
4. DIE DEUTSCHE MEERESTECHNISCHE WIRTSCHAFT	22
4.1 Regionale Schwerpunkte der Meerestechnik	22
4.2 Struktur der Meerestechnik.....	24
5. ANWENDUNGSFELDER DER MEERESTECHNIK	36
5.1 Offshoretechnik Öl und Gas	38
5.1.1 Setting the Scene	39
5.1.2 Gashydrate.....	48
5.1.3 Eis- und Polartechnik für die Offshoretechnik Öl und Gas	51
5.1.4 Innovationspotenziale und Technologien der deutschen Meerestechnik 2020 im Bereich der Offshoreförderung von Öl und Gas.....	53
5.1.5 Besonderheiten des Anwendungsfeldes	66
5.1.6 Stärken-Schwächen-Analyse der deutschen Offshoretechnik Öl und Gas.....	67
5.2 Offshorewindenergie.....	74
5.2.1 Setting the Scene: Ein Markt entsteht.....	74
5.2.2 Die Lage in Deutschland: Sehr gute Startposition für den neuen Markt	82
5.2.3 Fazit und Stärken-Schwächen-Analyse der deutschen Offshoretechnik Wind	100

5.3	Unterwassertechnik/Seekabel	109
5.3.1	Setting the Scene	110
5.3.2	Ausgangslage in Deutschland	114
5.3.3	Stärken-Schwächen-Analyse Unterwassertechnik / Seekabel.....	133
5.4	Maritime Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik.....	141
5.4.1	Setting the Scene	142
5.4.2	Ausgangslage in Deutschland.....	151
5.4.3	Stärken-Schwächen-Analyse der deutschen maritimen Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik.....	156
5.5	Maritime Mess- und Umwelttechnik.....	162
5.5.1	Setting the Scene	163
5.5.2	Ausgangslage in Deutschland.....	167
5.5.3	Besonderheiten des Anwendungsfeldes	178
5.5.4	Stärken-Schwächen-Analyse der deutschen maritimen Mess- und Umwelttechnik	180
5.6	Maritimer Wasserbau/Küsteningenieurwesen	187
5.6.1	Setting the Scene	187
5.6.2	Ausgangslage in Deutschland.....	191
5.6.3	Stärken-Schwächen-Analyse des deutschen maritimen Wasserbaus und Küsteningenieurwesens.....	199
5.7	Marikultur	203
5.7.1	Setting the Scene	205
5.7.2	Ökologische Aspekte der Marikultur.....	209
5.7.3	Technologien.....	210
5.7.4	Ausgangslage in Deutschland.....	212
5.7.5	Stärken-Schwächen-Analyse der deutschen Marikulturtechnik	219
6.	DIE MEERESTECHNISCHE FORSCHUNG UND WISSENSCHAFT	225
6.1	Meerestechnische Forschung.....	225
6.1.1	Institute der Meerestechnik	225
6.1.2	Beschäftigte.....	228
6.1.3	Aktuelle Forschungsfelder und Forschungsschwerpunkte.....	228
6.1.4	Zukünftige Forschungsschwerpunkte.....	230
6.2	Öffentliche Forschungsförderung	231
6.2.1	Forschungsförderung des Bundes	232
6.2.2	Die meerestechnische Forschung im internationalen Kontext	235
6.3	Zusammenfassung und Fazit	240
7.	QUALIFIZIERUNG UND BILDUNG IN DER MEERESTECHNIK	241
7.1	Fachkräftesituation in der deutschen Wirtschaft.....	241
7.2	Fachkräftesituation in der meerestechnischen Wirtschaft – die Bildungsnachfrage	242

7.3	Qualifizierungsaktivitäten in der Meerestechnik	245
7.3.1	Aus- und Weiterbildungsaktivitäten der meerestechnischen Wirtschaft.....	245
7.3.2	Bildungseinrichtungen	246
7.4	Fazit	250
8.	VERNETZUNGSSTRUKTUREN DER MEERESTECHNIK	251
8.1	Relevanz und Aufbau der Netzwerkanalyse	251
8.2	Räumliche Vernetzungsstrukturen der Meerestechnik	253
8.3	Vernetzungsqualitäten der Meerestechnik	256
8.4	Formelle und informelle Netzwerke	262
8.5	Fazit	270
9.	POLITISCHE UND RECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN DER MEERESTECHNISCHEN WIRTSCHAFT IN DEUTSCHLAND.....	271
9.1	Politische und rechtliche Rahmenbedingungen.....	271
9.1.1	Internationale Übereinkommen	271
9.1.2	Europäische Übereinkommen	272
9.1.3	Nationale Übereinkommen.....	274
9.2	Förderlandschaft der Europäischen Union und des Bundes	275
10.	ZENTRALE TECHNOLOGIEN UND WIRTSCHAFTLICHE POTENZIALE 2020	277
10.1	Gegenstand und Methode des Kapitels.....	277
10.2	Zentrale Technologien für die Meerestechnik.....	278
10.3	Wirtschaftliche Potenziale der Meerestechnik	280
10.4	Internationale Position der deutschen Meerestechnik	283
10.5	Barrieren der Entwicklung.....	284
11.	AUF DEM WEG ZU EINER STRATEGIE FÜR DIE DEUTSCHE MEERESTECHNISCHE WIRTSCHAFT 2020	287
11.1	Einordnung in den Nationalen Masterplan Maritime Technologien (NMMT)	287
11.2	Strategische Überlegungen zur Entwicklung der deutschen meerestechnischen Wirtschaft.....	288
12.	EMPFEHLUNGEN FÜR DIE DEUTSCHE MEERESTECHNIK.....	294
12.1	Forschung und Technologie	294
12.2	Märkte	298
12.3	"Wertschöpfung, Betreiber-/ Geschäftsmodelle"	305
12.4	Qualifizierung (Fachkräfte / Aus- und Weiterbildung)	309
12.5	Strukturen	312
12.6	Finanzierung und Rahmenbedingungen.....	318
12.7	Branchenbild / öffentliche Wahrnehmung.....	321
13.	DER NATIONALE MASTERPLAN MARITIME TECHNOLOGIEN	325
	Ziel, Quellen, Struktur und Inhalte.....	326

LITERATURVERZEICHNIS.....	330
ANHANG	339
ANHANG 1: FÖRDERSCHEWERPUNKTE DES BUNDES NACH LEISTUNGSSYSTEMATIK	340
ANHANG 2: SLT-ERGEBNISSE	342
ANHANG 3: DER ENTWICKLUNGSPROZESS DES NATIONALEN MASTERPLAN MARITIME TECHNOLOGIEN.....	348

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 1: Die Kernkompetenzen zur wirtschaftlichen Nutzung und zum Schutz der Meere	6
Abbildung 2: Die Teilbereiche der maritimen Technologien	7
Abbildung 3: Die Anwendungsfelder der Meerestechnik.....	8
Abbildung 4: Die Triple Helix der Meerestechnik – Akteure zur Nutzung und zum Schutz der Meere	9
Abbildung 5: Räumliche Verteilung der meerestechnischen Betriebe in Deutschland	23
Abbildung 6: Anzahl der meerestechnischen Betriebe im jeweiligen Hauptanwendungsfeld in Deutschland.....	24
Abbildung 7: Anteil der Betriebe in den einzelnen Anwendungsfeldern (aktuell und 2020) in %.....	26
Abbildung 8: Anzahl der Betriebe in den einzelnen Anwendungsfeldern und deren Umsatzwachstum (2008).....	27
Abbildung 9: Meerestechnischer Umsatz in den einzelnen Anwendungsfeldern 2008 (in Mio. Euro) und aktuelles Wachstum in Deutschland.....	28
Abbildung 10: Meerestechnischer Umsatz in den einzelnen Anwendungsfeldern 2008 (in Mio. Euro) und erwartetes jährliches Umsatzwachstum bis 2015	28
Abbildung 11: Prozentualer Anteil der Meerestechnik am Gesamtumsatz, differenziert nach dem jeweiligen Hauptanwendungsfeld der Betriebe	29
Abbildung 12: Exportanteil am meerestechnischen Umsatz	30
Abbildung 13: Regionale Verteilung der meerestechnischen Auslandsumsätze - Anteile in Prozent (2008).....	31
Abbildung 14: Entwicklung der Nachfrage nach meerestechnischen Produkten und Dienstleistungen in einzelnen Absatzgebieten bis 2020	31
Abbildung 15: Anteil der Betriebe, die im Zeitraum 2005 bis 2008 kontinuierlich oder gelegentlich Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Bereich der Meerestechnik durchgeführt haben	32
Abbildung 16: Aufwendungen für Forschung und Entwicklung gemessen am Umsatz in den Anwendungsfeldern der Meerestechnik	33
Abbildung 17: Innovatorenquote: Anteil der Betriebe, die in den letzten drei Jahren Produkt- oder Prozessinnovationen durchgeführt haben nach Anwendungsfeld.....	34
Abbildung 18: Bedeutung einzelner Technologien für die Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen in den Anwendungsfeldern der Meerestechnik.....	35
Abbildung 19: Die größten Innovationshemmnisse in der deutschen Meerestechnik.....	35
Abbildung 20: Im Rahmen der Studie betrachtete Anwendungsfelder der Meerestechnik.....	36

Abbildung 21: Verteilung der Offshorereserven von Erdöl und Erdgas.....	40
Abbildung 22: Öl und Gaspotenzial im Tiefenwasser.....	40
Abbildung 23: Erfolgreiche Aufschlussbohrungen seit Beginn der Ölförderung.....	41
Abbildung 24: Die größten privaten Ölgesellschaften der Welt.....	43
Abbildung 25: Prozesskette in der Offshoregewinnung von Öl und Gas	44
Abbildung 26: Typen von Förderplattformen	45
Abbildung 27: Weltweite Verteilung der Gashydratvorkommen	49
Abbildung 28: Entwicklung der Nachfrage bis 2020 im Anwendungsfeld Offshoretechnik Öl und Gas nach Regionen.....	55
Abbildung 29: Räumliche Verteilung der meeres-technischen Betriebe im Anwendungsfeld Offshoretechnik Öl und Gas in Deutschland.....	57
Abbildung 30: Qualifikationsniveau in der Offshoretechnik Öl und Gas in Deutschland	58
Abbildung 31: Weiterbildung der Fachkräfte in der deutschen Offshoretechnik Öl und Gas.....	59
Abbildung 32: Zusätzliche Bedarfe an Weiterbildungsangeboten in der Offshoretechnik Öl und Gas	59
Abbildung 33: Position der deutschen Unternehmen in der Offshoretechnik Öl und Gas entlang der Wertschöpfungskette	60
Abbildung 34: Bedeutende Technologien für die Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen in der deutschen Offshoretechnik Öl und Gas.....	62
Abbildung 35: Umsatzerwartungen der deutschen Unternehmen in der Offshoretechnik Öl und Gas für die Jahre 2010 und 2015	65
Abbildung 36: Neue und kumulierte Kapazitäten von Offshorewindenergieanlagen bis 2009 (in MW)	76
Abbildung 37: Räumliche Verteilung der meeres-technischen Betriebe im Anwendungsfeld Offshoretechnik Wind in Deutschland.....	85
Abbildung 38: Weltweite Marktanteile der Hersteller von Offshorewindenergieanlagen 2009	89
Abbildung 39: Erwartete Wachstumsentwicklung der deutschen Unternehmen in der Offshorewindwirtschaft bis zum Jahr 2020	91
Abbildung 40: Innovationsquote und FuE-Aktivitäten in der Offshorewindwirtschaft	97
Abbildung 41: Unterwasserfahrzeuge in Europa gesamt 2007	113
Abbildung 42: Größe der Unternehmen der Unterwassertechnik	115
Abbildung 43: Entwicklung der Mitarbeiterzahlen in der Unterwassertechnik.....	115
Abbildung 44: Umsatzentwicklung in der Unterwassertechnik.....	116
Abbildung 45: Auslandsumsätze der Unterwassertechnik 2008 - Anteile in Prozent.....	118
Abbildung 46: Absatzmärkte der Unterwassertechnik 2020.....	119

Abbildung 47: Technologiefelder und deren Bedeutung für die Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen für die Unterwassertechnik.....	120
Abbildung 48: Internationale Marktposition deutscher Unternehmen der Unterwassertechnik.....	123
Abbildung 49: Erwartetes Wachstum in der Unterwassertechnik bis 2020	123
Abbildung 50: Innovationsquote und FuE-Aktivitäten in der Unterwassertechnik.....	125
Abbildung 51: Spezifischer Bedarf an Weiterbildung in der Unterwassertechnik.....	125
Abbildung 52: Zukünftiger Bedarf an Fachkräften in der Unterwassertechnik	126
Abbildung 53: Einschätzung der Verfügbarkeit von Fachkräften für die Unterwassertechnik.....	126
Abbildung 54: Innovationshemmnisse in der Unterwassertechnik	128
Abbildung 55: Maritime Sicherheitsbereiche	142
Abbildung 56: Einordnung des „neuen“ Sicherheitsmarktes	150
Abbildung 57: Verteilung der Unternehmensgrößen in der Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik	151
Abbildung 58: Verteilung der Unternehmensgrößen in der Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik	152
Abbildung 59: Vertikales Marktmodell der Sicherheitswirtschaft.....	153
Abbildung 60: Horizontales Marktmodell der Sicherheitswirtschaft.....	153
Abbildung 61: Erwartete Entwicklung des Marktwachstums deutscher Unternehmen in der Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik bis zum Jahr 2020.....	154
Abbildung 62: Anteil der Betriebe, die im Zeitraum 2005 bis 2008 kontinuierlich oder gelegentlich Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in der maritimen Sicherheitstechnik durchgeführt haben	155
Abbildung 63: Wirtschaftliches Wachstum in der Maritimen Mess- und Umwelttechnik bis 2020	165
Abbildung 64: Internationale Marktposition der deutschen Unternehmen in der Maritimen Mess- und Umwelttechnik	166
Abbildung 65: Position der deutschen Unternehmen in der Maritimen Mess- und Umwelttechnik entlang der Wertschöpfungskette	171
Abbildung 66 : Nachfrage nach Produkten und Dienstleistungen der Maritimen Mess- und Umwelttechnik in anderen maritimen und meerestechnischen Feldern	171
Abbildung 67: Zukünftiger Bedarf der Maritimen Mess- und Umwelttechnik in verschiedenen Berufsgruppen, Anteile der Unternehmen mit Bedarf.....	174
Abbildung 68: Aktuelle Bedeutung einzelner Technologien für die Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen in der Maritimen Mess- und Umwelttechnik.....	175
Abbildung 69: Innovationsquote (Anteil der Unternehmen mit Marktneuheiten und/oder Prozessneuheiten in den letzten drei Jahren) und kontinuierliche Forschung und Entwicklung (Anteil der	

Unternehmen, die kontinuierlich FuE betrieben haben) in der Maritimen Mess- und Umwelttechnik.	176
Abbildung 70: Innovationshemmnisse in der Maritimen Mess- und Umwelttechnik und der Meerestechnik insgesamt, Anteil der Unternehmen mit hohen Innovationshemmnissen.....	177
Abbildung 71: Erwartete Entwicklung des Wachstums im Anwendungsfeld Maritimer Wasserbau / Küsteningenieurwesen bis zum Jahr 2020	190
Abbildung 72: Marktposition deutscher Unternehmen im Maritimen Wasserbau / Küsteningenieurwesen im internationalen Markt.....	191
Abbildung 73: Zukünftiger Bedarf im maritimen Wasserbau / Küsteningenieurwesen in verschiedenen Berufsgruppen, Anteile der Unternehmen mit Bedarf (in Prozent).	197
Abbildung 74: Innovationsquote und FuE-Aktivitäten im Bereich maritimer Wasserbau / Küsteningenieurwesen	198
Abbildung 75: Übersicht über die Aquakultur und Einordnung der Marikultur.....	203
Abbildung 76: Weltweite Entwicklung der Fischproduktion	204
Abbildung 77: Verteilung der Aquakultur auf Weltregionen 2008.....	207
Abbildung 78: Funktionsweise einer Kreislaufanlage	212
Abbildung 79: Eröffnete und wieder geschlossene Kreislaufanlagen in Deutschland 1985 bis 2008.....	214
Abbildung 80: Zentrale Akteure der Forschungsanlage der Gesellschaft für Marine Aquakultur in Büsum	216
Abbildung 81: Entstehung und Entwicklung der Meeresfischzucht in Völklingen	217
Abbildung 82: Räumliche Verteilung der meerestechnischen Institute in Deutschland	226
Abbildung 83: Methodik zur Abgrenzung der meerestechnischen Forschungslandschaft	227
Abbildung 84: Forschungsfelder der meerestechnisch wissenschaftlichen Einrichtungen (Mehrfachnennungen möglich).....	229
Abbildung 85: Forschungsfelder, die bis 2020 an Bedeutung gewinnen werden.....	231
Abbildung 86: Verteilung der Bundesmittel für Forschungsförderung	233
Abbildung 87: Forschungsförderintensitäten in den meerestechnischen Feldern.....	235
Abbildung 88: Finanzielle Zuwendungen in den meerestechnischen Feldern	236
Abbildung 89: Qualifikationsniveau in der meerestechnischen Wirtschaft	242
Abbildung 90: Künftiger Personalbedarf differenziert nach Berufsgruppen	243
Abbildung 91: Bewertung der Verfügbarkeit von Fachkräften auf dem Arbeitsmarkt.....	244
Abbildung 92: Indikatoren der betrieblichen Aus- und Weiterbildung in der Meerestechnik	245
Abbildung 93: Räumliche Vernetzungsstrukturen innerhalb der Meerestechnik (auf Kreisebene).....	254

Abbildung 94: Internationale Vernetzungsstrukturen der meeres-technischen Wirtschaft und Wissenschaft.....	255
Abbildung 95: Vernetzung innerhalb und zwischen einzelnen Anwendungsfeldern der meeres-technischen Wirtschaft sowie der meeres-technischen Wissenschaft.....	261
Abbildung 96: Vernetzung innerhalb und zwischen einzelnen Kernsegmenten der maritimen Wirtschaft.....	262
Abbildung 97: Entwicklungstrend (schematisch) in der Integration von technischen Systemen	289
Abbildung 98: Mögliche strategische Ziele der deutschen Meerestechnik.....	290
Abbildung 99: Status der deutschen Wettbewerbsfähigkeit bezogen auf die möglichen strategischen Ziele der deutschen Meerestechnik.....	291
Abbildung 100: Der Weg zum NMMT im Überblick.....	326
Abbildung 101: Ergebnisse SLT-Interview Offshorewindenergie	343
Abbildung 102: Technologiefeldmerkmale, Enabling Technologies und Einflussfaktoren in den Anwendungsfeldern Rohstoffe und Umwelt.....	344
Abbildung 103: Technologiefeldmerkmale, Enabling Technologies und Einflussfaktoren in den Anwendungsfeldern Aquakultur und Energie.....	345
Abbildung 104: Technologiefeldmerkmale, Enabling Technologies und Einflussfaktoren im Anwendungsfeld maritime Robotik	346
Abbildung 105: Ergebnisse SLT-Interview Maritime Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik	347

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Rücklaufquoten der Fragebögen der Betriebe der Meerestechnik.....	16
Tabelle 2:	Rücklaufquote der Befragung wissenschaftlicher Einrichtungen	18
Tabelle 3:	Aktuelle Anzahl der Betriebe im prioritären und in weiteren Anwendungsfeldern.....	25
Tabelle 4:	Wirtschaftliche Kennzahlen der deutschen Offshoretechnik Öl und Gas	54
Tabelle 5:	Regionale Verteilung der Auslandsumsätze der deutschen Unternehmen in der Offshoretechnik Öl und Gas 2008 – Anteile am Auslandsumsatz in Prozent.....	55
Tabelle 6:	Partner im SUGAR-Projekt.....	64
Tabelle 7:	Ableitung der Aktionsbereiche aus der Stärken-Schwächen-Analyse der Offshoretechnik Öl und Gas.....	73
Tabelle 8:	Übersicht der installierten Windparks, Anlagen und Kapazitäten.....	75
Tabelle 9:	Prognosen neuer Kapazitäten in der Offshorewindenergie bis 2013 und 2015	78
Tabelle 10:	Prognosen der Kapazitäten in der Offshorewindenergie bis 2020	79
Tabelle 11:	Kennzahlen der Offshorewindwirtschaft in Deutschland	83
Tabelle 12:	Ableitung der Aktionsbereiche aus der Stärken-Schwächen-Analyse der Offshoretechnik Wind.....	108
Tabelle 13:	Wichtige Hersteller in der Unterwassertechnik.....	112
Tabelle 14:	Wirtschaftliche Kennzahlen der deutschen Unterwassertechnik.....	114
Tabelle 15:	Ableitung der Aktionsbereiche aus der Stärken-Schwächen-Analyse Unterwassertechnik /Seekabel.....	140
Tabelle 16:	Bewertung der Sicherheitsrisiken in wichtigen meerestechnischen Anwendungsfeldern.....	144
Tabelle 17:	Wirtschaftliche Kennzahlen zur Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik.....	151
Tabelle 18:	Ableitung der Aktionsbereiche aus der Stärken-Schwächen-Analyse der maritimen Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik	161
Tabelle 19:	Wirtschaftliche Kennzahlen der Maritimen Mess- und Umwelttechnik.....	169
Tabelle 20:	Ableitung der Aktionsbereiche aus der Stärken-Schwächen-Analyse der maritimen Mess- und Umwelttechnik	186
Tabelle 21:	Wirtschaftliche Kennzahlen des deutschen maritimen Wasserbaus/Küsteningenieurwesens	192
Tabelle 22:	Ableitung der Aktionsbereiche aus der Stärken-Schwächen-Analyse des maritimen Wasserbaus und Küsteningenieurwesens.....	202
Tabelle 23:	Vergleich der Fischproduktionsanteile weltweit 1950 und 2008.....	206
Tabelle 24:	Bedeutendste Produzenten auf dem Markt der Marikultur.....	207
Tabelle 25:	Führende Länder Europas in der Marikultur.....	208

Tabelle 26:	Auswahl ökologischer Risiken der Marikultur.....	210
Tabelle 27:	Aquakulturproduktion in Deutschland 2008.....	213
Tabelle 28:	Ableitung der Aktionsbereiche aus der Stärken-Schwächen-Analyse Marikultur.....	224
Tabelle 29:	Überblick der meeresstechnischen Forschungseinrichtungen in Deutschland	228
Tabelle 30:	Deutsche Beteiligung am FRP6 und FRP7 für ausgewählte Bereiche	238
Tabelle 31:	TOP-5 Länder mit den meisten Projektleitungen	239
Tabelle 32:	Überblick der meeresstechnischen Studiengänge an deutschen Hochschulen.....	248
Tabelle 33:	Vernetzungsqualitäten der meeresstechnischen Wirtschaft und Wissenschaft im Vergleich	256
Tabelle 34:	Übersicht über die formellen Netzwerkiniciativen in Deutschland.....	264
Tabelle 35:	Die Empfehlungen im Überblick.....	324
Tabelle 36:	Förderschwerpunkte des Bundes nach Leistungssystematik	341

Abkürzungsverzeichnis

AE	Acoustic Emission Examination
AES	Aquaculture Engineering Society
AIS	Automatic Identification Systems
AUV	Autonomous Underwater Vehicles
AWI	Alfred-Wegener-Institut
AWZ	Ausschließliche Wirtschaftszone
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
BSU	Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung
BWVP	Bundesverkehrswegeplan
CAU	Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
CESA	Committee of European Union Shipbuilders` Association
COMRISK	Common Strategies to Reduce the Risk of Storm Floods in Coastal Lowlands
CRS	Condition Monitoring Systems
DEWI	Deutsches Windenergieinstitut
DhyG	Deutsche Hydrographische Gesellschaft
ECDIS	Electronic Chart Display and Information System
EDI	Electronic Data Interchange
EEA	European Environment Agency
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
ELWIS	Elektronisches Wasserstraßen-Informationssystem
EU	Europäische Union
FTZ	Forschungs- und Technologiezentrum Westküste
FWG	Forschungsanstalt der Bundeswehr für Wasserschall und Geophysik
GhyCoP	German Hydrographic Consultancy Pool
GMA	Gesellschaft für Marine Aquakultur
GMT	Gesellschaft für maritime Technik
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
HALIS	Hafenlogistik- und Informationssystem
HDW	Howaldtwerke-Deutsche-Werft AG

HFCRS	High Frequency Communications Radio System
HTS	High Temperature Superconductor
HVAC	Heating, Ventilation, Air Conditioning
ICES	Internationaler Rat für Meeresforschung
IHK	Industrie- und Handelskammer
IHO	International Hydrographic Organisation
IKM	Integriertes Küstenschutzmanagement
IKZM	Integriertes Küstenzonenmanagement
IMO	International Maritime Organisation
ISL	Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik
ISPS-Code	International Ships and Port Facility Security Code
KV	Kombinierter Verkehr
LHG	Lübecker Hafen-Gesellschaft mbH
LSG	Landschaftsschutzgebiet
NOK	Nord-Ostsee-Kanal
PRC	Piracy Reporting Center
RCC	Rescue Coordination Center
RFID	Radio Frequency Identification
ROV	Remotely Operated Vehicle
SAR	Search and Rescue
SCM	Supply chain management
SRA	Shipboard Routing Assistance
TEN	Transeuropäische Netze
UNCLOS	UN Conference on the Law of the Seas
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
VDMA	Verband deutscher Maschinen- und Anlagenbauer
VDR	Voyage Data Recorder
VSM	Verband für Schifffahrt und Meerestechnik
VTMIS	Vessel Traffic Management and Information Systems
VTS	Vessel Traffic Service
WSV	Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes
WTSH	Wirtschaftsförderung und Technologietransfer Schleswig-Holstein GmbH
ZDS	Zentralverband der deutschen Seehafenbetriebe

Vorwort

Die Meere der Erde sind Lebensraum, Nahrungsquelle, Rohstoffreservoir, Energielieferant, Erholungsraum und Transportweg. Die Nutzung und der Schutz der Meere sind Antriebsfelder für die Entwicklung der Techniken für die Meere. Die vorliegende Studie „Stärkung der deutschen meerestechnischen Wirtschaft im internationalen Wettbewerb und Vorbereitung des Nationalen Masterplans Maritime Technologien (NMMT)“ beschreibt zum einen den Status der meerestechnischen Wirtschaft in Deutschland und stellt zum anderen Empfehlungen zu ihrer Weiterentwicklung vor.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie hat die Unternehmen NORD/LB Regionalwirtschaft (Hannover), MR Gesellschaft für Regionalberatung mbH (Bremen), dsn Analysen & Strategien | Kooperationsmanagement (Kiel) und die VDI/VDE Innovation + Technik GmbH (Berlin) im Mai 2009 mit der Anfertigung dieser Studie beauftragt.

Die Studie bietet im Ergebnis:

- erstmalig einen systematischen Überblick über die ökonomischen Daten und Fakten der meerestechnischen Wirtschaft in Deutschland,
- eine Vielzahl von Hinweisen auf die heutigen und künftigen technologischen Herausforderungen für die deutsche Meerestechnik,
- einen aus dem jetzigen Status abgeleiteten Katalog an Empfehlungen zur strategischen Weiterentwicklung der meerestechnischen Wirtschaft in Deutschland, und eine (bereits aufgegriffene)
- Planung des Weiterentwicklungsprozesses der bisherigen Erkenntnisse aus dieser Studie und einer Vielzahl anderer Quellen zu einem „Nationalen Masterplan Maritime Technologien“.

Im Rahmen der Untersuchung wurde eine umfangreiche Unternehmensbefragung durchgeführt, die durch eine Vielzahl von Gesprächen mit Experten aus Unternehmen, Forschungs- und Bildungseinrichtungen sowie Verbänden ergänzt wurde. Wir möchten uns an dieser Stelle bei allen Persönlichkeiten, die freundlicherweise bereit waren, sich mit uns auszutauschen und uns ihr Wissen und ihre Ansichten mitzuteilen, herzlich bedanken. Zudem gilt der Dank den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie sowie den Mitgliedern der „Task Force Maritime Wirtschaft“, die die Entwicklung der Studie mit wertvollen Hinweisen stets kritisch und konstruktiv begleitet haben.

Die Autoren würden sich freuen, wenn die Ergebnisse der Studie Impulse für die weitere Entwicklung der meerestechnischen Wirtschaft in Deutschland geben würden.

VDI/VDE Innovation + Technik GmbH (Berlin)
dsn Analysen & Strategien | Kooperationsmanagement (Kiel)
MR Gesellschaft für Regionalberatung mbH (Bremen)
NORD/LB Regionalwirtschaft (Hannover)

Berlin, Kiel, Bremen und Hannover im November 2010

1. Zusammenfassung

Auftrag und Ziel der Studie	Ziel der vorliegenden Studie war es, Strategien und Empfehlungen für eine künftige maritime Technologie- und Industriepolitik zur Stärkung der deutschen meeres-technischen Wirtschaft im internationalen Wettbewerb zu entwickeln. Wesentlicher Bestandteil des Auftrags war zudem die Vorbereitung des „Nationalen Masterplans Maritime Technologien“ (NMMT), der einen strategischen Rahmen in Bezug auf maritime Markt-, Kompetenz- und Technologieentwicklungen bietet.
Nationaler Masterplan	Der Weg zu einem solchen „Nationalen Masterplan Maritime Technologien“ wurde im Frühjahr 2010 entwickelt (siehe Kapitel 13 und Anhang 3). Er beschreibt zum einen den Prozess der Erstellung des Masterplans, zum anderen den Aufbau und die notwendigen Inhalte des Masterplans. Ziel des NMMT ist die Entwicklung eines koordinierten strategischen und mittelfristigen Rahmens in Bezug auf maritime Markt-, Produkt-, Kompetenz- und Technologieentwicklungen. Mit der Umsetzung des im Juni 2010 der „Task Force Maritime Wirtschaft“ vorgestellten Konzepts wurde bereits begonnen.
Methodik der Studie	Zur Analyse der deutschen meeres-technischen Wirtschaft und Wissenschaft wurde aufbauend auf einer Unternehmens- und Institutsdatenbank eine repräsentative Befragung mit hohen Rücklaufquoten von rund 47 % bei den Unternehmen und 55 % bei den Instituten durchgeführt. Darüber hinaus wurden qualitative Tiefeninterviews sowie vertiefende Expertengespräche durchgeführt. Alle Ergebnisse der Studie wurden abschließend in einem Fachworkshop vorgestellt und validiert.
Inhalte des Endberichts	Im Endbericht werden die Ergebnisse der Bestandsaufnahme zur Situation der deutschen meeres-technischen Wirtschaft vorgestellt. In den Empfehlungsteil dieser Studie sind auch Erkenntnisse aus einem Expertenworkshop eingeflossen, der am 29. September 2010 in Hamburg unter Beteiligung von Expertinnen und Experten aus der meeres-technischen Wirtschaft, der Wissenschaft und den Verbänden stattgefunden hat. Sie dienen der Definition strategischer Ziele und eines Maßnahmenkatalogs im Sinne der Ziele dieser Studie .
Internationale Position der deutschen meeres-technischen Wirtschaft	Darüber hinaus positioniert die Studie die deutsche meeres-technische Wirtschaft im Vergleich zu ihren internationalen Wettbewerbern. Dafür wurden ihre Schwerpunkte ermittelt und wesentliche Indikatoren mit den verfügbaren Daten aus dem internationalen Umfeld verglichen. So liegt erstmals eine Zustandsbeschreibung vor, die Aussagen zur Zukunftsfähigkeit und internationalen Leistungsfähigkeit der deutschen Marktteilnehmer erlaubt.
Gliederung des Berichts	Der Bericht gliedert sich in eine Annäherung an die Meerestechnik, die Darstellung der Methodik sowie der Ergebnisse für die deutsche meeres-technische Wirtschaft insgesamt. Im Hauptteil der Studie werden die einzelnen Anwendungsfelder vertieft betrachtet. Nach einer Einschätzung der internationalen Situation werden Ausgangslage und Entwicklungsperspektiven in Deutschland, Besonderheiten des Anwendungsfeldes sowie Stärken und Schwächen, Chancen und Risiken skizziert. Die Ergebnisse zur meeres-technischen Forschung und Wissenschaft, Bildung und zu den Netzwerkbeziehungen in der Meerestechnik sowie zu rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen runden das Bild ab.

**Strategie und
Empfehlungen**

In den drei abschließenden Studienteilen werden, abgeleitet aus den Befunden der einzelnen Anwendungsfelder, zunächst zentrale Technologien sowie wirtschaftliche Potenziale der Meerestechnik dargestellt. Daran anschließend werden die Strategie, die Ziele und Empfehlungen in ein Gesamtkonzept gebracht. Im Schlusskapitel folgt dann eine Konkretisierung und Verdichtung sowohl der spezifischen als auch der anwendungsfeldübergreifenden Empfehlungen in Maßnahmen im Hinblick auf ihre politische Umsetzung.

**Vorbereitung des
NMMT**

In einem eigenen Kapitel wird außerdem ein Konzept für einen Nationalen Masterplan Maritime Technologien (NMMT) entwickelt, der zurzeit unter Federführung des Referats für Maritime Wirtschaft des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie vorangetrieben wird. Die Studie liefert für die Entscheidungsträger notwendige Informationen zur nachhaltigen und zukunftssicheren Ausgestaltung einer modernen deutschen Meerestechnik-Politik.

Ergebnisse der Studie im Auszug

Nachfolgend werden einige Studienergebnisse kurz dargestellt und erläutert:

**Struktur der deutschen
meerestechnischen
Wirtschaft**

Die deutsche Meerestechnik besteht aus rund 540 Unternehmen sowie rund 190 wissenschaftlichen Instituten, die eine hohe räumliche Konzentration in den norddeutschen Küstenländern aufweisen. Auch im süddeutschen Raum ist eine nennenswerte Anzahl meerestechnischer Kompetenzträger vorzufinden.

**Dynamisches
Umsatzwachstum**

Die deutsche meerestechnische Wirtschaft erwirtschaftet derzeit einen Umsatz von ca. 11,25 Mrd. Euro. Zu den umsatzstärksten Anwendungsfeldern zählen die Offshoretechnik Öl und Gas, die Offshoretechnik Wind, die Unterwassertechnik sowie das Küsteningenieurwesen. Bis zum Jahre 2015 werden sich vor allem die Offshoretechnik Wind sowie die Offshoretechnik Öl und Gas dynamisch entwickeln (Wachstumsraten von 22 bzw. 12 % pro Jahr).

**Wichtigste
Absatzmärkte**

Deutschland spielt als Absatzmarkt eine bedeutende Rolle. Darüber hinaus gehören auch Mittel- und Südamerika, Norwegen und Großbritannien zu den wichtigsten Absatzmärkten der Meerestechnik. Die Exportquote der deutschen Meerestechnik liegt mit einem Wert von 37 % deutlich über der Exportquote der deutschen Gesamtwirtschaft (Exportquote 2008: 32,1 %).

**Hohe
Innovationsdynamik**

Der Anteil der Betriebe, die kontinuierlich oder gelegentlich Forschungs- und Entwicklungs- (FuE-) Aktivitäten in der Meerestechnik durchführen, ist in allen Anwendungsfeldern im Vergleich zur deutschen Gesamtwirtschaft überdurchschnittlich hoch. Zudem weist die Meerestechnik eine im Vergleich zur Gesamtwirtschaft überdurchschnittlich hohe Innovatorenquote auf.

**Intaktes Netzwerk mit
unausgeschöpften
Potenzialen**

Die deutsche Meerestechnik besteht aus einem eng geflochtenen Netzwerk mit einer im Vergleich zur gesamten maritimen Wirtschaft überdurchschnittlichen Vernetzungsdichte. Das Netzwerk erstreckt sich über das gesamte Bundesgebiet; es weist jedoch vor allem im norddeutschen Raum eine hohe Konzentration auf. Dennoch sind aufgrund einiger isolierter oder schwach eingebundener Akteure in allen Anwen-

	<p>dungsfeldern noch unausgeschöpfte Potenziale vorhanden. Es ist davon auszugehen, dass der Innovationsprozess durch eine höhere Netzwerkdichte noch befördert werden kann.</p>
Zentrale Technologien mit Schlüssel- und Querschnittscharakter sind...	<p>Die in der Meerestechnik genutzten Technologien verfügen sowohl über Schlüssel- als auch über Querschnittscharakter. Hinzu kommen sektorbezogene Technologien in den jeweiligen Anwendungsfeldern, die insgesamt aber auch nicht überschneidungsfrei sind. Dies führt einerseits zu Sonderentwicklungen in voneinander getrennten Anwendungsfeldern, andererseits aber auch zu gemeinsamen Lösungsansätzen dort, wo Anwendungsfelder große Berührungspunkte aufweisen. Neben der Energietechnik und der Sicherheitstechnik ist die Kommunikationstechnik der Bereich mit dem ausgeprägtesten Querschnittscharakter.</p>
...vor allem Energie-, Sicherheits- und Kommunikationstechnik.	<p>Die Energietechnik wurde in der Befragung am häufigsten als wesentlich für die Anwendungsfelder eingeschätzt. Sie bzw. ihre Anwendungen werden aber auch durch die Kommunikationstechnik zu Navigationszwecken bzw. zur Datenübertragung/Funk geprägt. Die Sicherheitstechnik und der submarine Fahrzeugbau treten ergänzend hinzu, in einzelnen Feldern zählen sie sogar zu den bedeutsamsten Technologien.</p>
Offshoretechniken Öl und Gas sowie Wind haben großes Potenzial	<p>Die beiden Offshoretechniken Öl und Gas sowie Wind ragen in der wirtschaftlichen Betrachtung aller Anwendungsfelder deutlich heraus. An dritter Stelle ist die Unterwassertechnik zu nennen, die fast so viel Umsatz erwirtschaftet wie die Offshoretechnik Wind und die ebenfalls einen hohen Weltmarktanteil besitzt. Die Märkte aller anderen Anwendungsfelder sind erheblich kleiner; deutsche Unternehmen spielen zwar in Teilbereichen eine wichtige Rolle, können aber keine Marktführerschaft ausbilden. In der Maritimen Mess- und Umwelttechnik sowie in der Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik sind deutsche Firmen auf einem deutlich kleineren internationalen Markt gut aufgestellt.</p>
Barrieren der Entwicklung	<p>Für die weitere Entwicklung der Anwendungsfelder sind verschiedene Faktoren ein Hemmnis: Einerseits der Fachkräftemangel bei entsprechend ausgebildeten Akademikern (Ingenieuren) und gewerblich-technischen Angestellten, andererseits die häufig fehlenden Finanzierungsmöglichkeiten deutscher KMU, verbunden mit der Gefahr der Übernahme deutscher Unternehmen durch internationale Großunternehmen („big player“).</p>
Strategie basiert auf einer Vision und einer Mission 2020	<p>Für eine Strategie zur Entwicklung der meerestechnischen Wirtschaft bis zum Jahr 2020 definiert die Studie einerseits eine Vision („Deutschland – ein Hightech-Standort für maritime Technologien zur nachhaltigen Nutzung der Meere“) und formuliert andererseits eine Mission („Entwicklung und Umsetzung eines mehrjährigen Masterplans unter Integration der maritimen Akteure auf Basis umfassender Analysen“). Die Vision beschreibt in einem Zukunftsbild, was bis zum Jahr 2020 in der deutschen meerestechnischen Wirtschaft erreicht werden soll. Die Mission soll helfen, die Vision Wirklichkeit werden zu lassen. Dazu wurden die in Deutschland in der Meerestechnik heute vorhandenen Stärken und die Chancen systematisch identifiziert und dabei der Schutz des Naturraumes Meer sichergestellt.</p>

Fokus auf Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen meeres-technischen Wirtschaft

Die Studie konzentriert sich auf Empfehlungen, die dazu beitragen sollen, die vorgeschlagenen strategischen Ziele (Entwicklung der technischen Systemfähigkeit, Entwicklung der Fähigkeiten zur Systemintegration, Entwicklung der Systemkompetenz) zu erreichen. Sowohl die technische Systemfähigkeit als auch die Systemkompetenz deutscher Produkte bzw. Unternehmen sind heute bereits international wettbewerbsfähig. Defizite weist Deutschland bei der Bereitstellung von Investitionskapital und als Anbieter kompletter Systeme (Systemintegrator) in vielen Anwendungsfeldern der Meerestechnik auf. Da diese Defizite aber in den jeweiligen Anwendungsfeldern unterschiedlich ausfallen, wurde davon Abstand genommen, eine Gesamtstrategie über alle Felder zu entwickeln und anzuwenden. Vielmehr werden aus den SWOT-Ergebnissen heraus gemeinsame Aktionsbereiche identifiziert, die sich in „Märkte und Strukturen“, „Forschung und Technologie“, „Image und Öffentlichkeit“, „Qualifizierung“ und „Finanzierung und rechtliche Rahmenbedingungen“ aufgliedern. Auf diese Aktionsbereiche nehmen die Empfehlungen in Kapitel 12 der Studie Bezug.

Maßnahmen für Anwendungsfelder werden aus Empfehlungen abgeleitet

Den Empfehlungen liegen jeweils Befunde für alle oder einzelne Anwendungsfelder zugrunde. Sofern die Befunde nur ein einzelnes Anwendungsfeld der Meerestechnik betreffen, werden diese speziell ausgewiesen und es erfolgt ein Maßnahmenvorschlag nur für dieses eine Anwendungsfeld. Ansonsten gelten diese anwendungsfeldübergreifend. Wo dies möglich war, werden auch die Adressaten genannt, an die sich die Vorschläge für die umzusetzenden Maßnahmen richten. In Kapitel 12 werden 60 Einzelmaßnahmen vorgeschlagen, die sich auf 54 Empfehlungen beziehen. Der individuelle Zuschnitt der Maßnahmenvorschläge wird helfen, konkrete Aktionen zur Verbesserung der Situation im Allgemeinen und der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen meeres-technischen Wirtschaft im Speziellen abzuleiten. Der hohe Detaillierungsgrad der Maßnahmen wird zudem den sehr unterschiedlichen Anforderungen gerecht, denen sich die Anwendungsfelder gegenüber gestellt sehen.

Empfehlungen erleichtern Ausarbeitung des Nationalen Masterplans

Die Empfehlungen und die daraus entwickelten Maßnahmen werden im Rahmen des „Nationalen Masterplans Maritime Technologien“ bewertet und priorisiert. Der Masterplan wird schließlich diejenigen Empfehlungen und Maßnahmen aufnehmen, die in den nächsten Jahren von der deutschen meeres-technischen Wirtschaft und der Innovationspolitik des Bundes und der Länder verfolgt werden sollen.

2. Die Meerestechnik – eine Annäherung

Weltraum Meer

70 % der Erdoberfläche sind vom Meer bedeckt. Damit ist das Meer mehr als doppelt so groß wie die Landflächen des Blauen Planeten. Ein Drittel der Meere sind zwischen 4.000 und 5.000 Meter tief. Das Wissen um das „System Meer“ ist so jung wie die Meerestechnik selbst. Kein Wunder, wenn man (zugegebenermaßen überspitzt) bedenkt, dass es allein an der TU Berlin weit über 100 Lehrstühle für „Landtechniken“ gibt – und einen für „Meerestechniken“.

Drei notwendige Kernkompetenzen

Die Meerestechnik ist nicht eine Technik. Genauso wenig wie es die „Landtechnik“ gibt, gibt es eine „Meerestechnik“. Es gilt vielmehr:

Die Meerestechnik kombiniert und integriert Techniken,
die für den Schutz und die Nutzung der Meere
eingesetzt werden können.

Meerestechnik entwickelt Techniken für den Einsatz in der besonderen physikalischen Umgebung „Meer“. Das Meer fordert somit „Integrationskompetenzen“, „Forschungs- und Entwicklungskompetenzen“, um geeignete Lösungen für den Einsatz in den Meeren zu entwickeln, und natürlich „Innovationskompetenzen“, um technische Lösungen auch am Weltmarkt erfolgreich zu vermarkten. (vgl. Abbildung 1).



Abbildung 1: Die Kernkompetenzen zur wirtschaftlichen Nutzung und zum Schutz der Meere

Quelle: Eigene Darstellung

Vergleichsweise frühes Entwicklungsstadium

Die Meere der Erde sind Lebensraum, Nahrungsquelle, Rohstoffreservoir, Energielieferant, Erholungsraum und Transportweg. Die Faszination des Weltraums hat die Luft- und Raumfahrttechnik angetrieben. Die Nutzung der Meere und damit einhergehend auch der notwendige Schutz der Meere sind seit einigen Jahren die Antriebsfeder für die Entwicklung der Techniken für die Meere. Vergleicht man den Entwicklungsstand der Meerestechnik mit den in der Luft oder zu Land eingesetzten Techniken, so ist die Meerestechnik noch in einem vergleichsweise frühen Entwicklungsstadium.

Meerestechnik ein Teilbereich der maritimen Technologien

Die Meerestechnik ist ein Teilbereich der „Maritimen Technologien“. Der Begriff „Maritime Technologien“ ist der Oberbegriff für alle technischen Bereiche, die einen Bezug zum Maritimen aufweisen. Die ursprüngliche Unterscheidung der Begriffe „Technologie“ und „Technik“ hat sich in der öffentlichen Nutzung der Begriffe weitgehend aufgelöst. „Maritime Technologien“ sind hier alle in der maritimen Wirtschaft eingesetzten Technologien und Techniken.

Maritime Technologien sind ihrer Gestalt nach höchst unterschiedlich. Sowohl Schlüssel-, Querschnitts- als auch sektorbezogene Technologien fallen hierunter. Teilbereiche der „Maritimen Technologien“ sind neben der Meerestechnik die Techniken für den Schiffbau und in der Schiffbauzulieferindustrie sowie die Techniken für die Schifffahrt selbst (vgl. Abbildung 2).

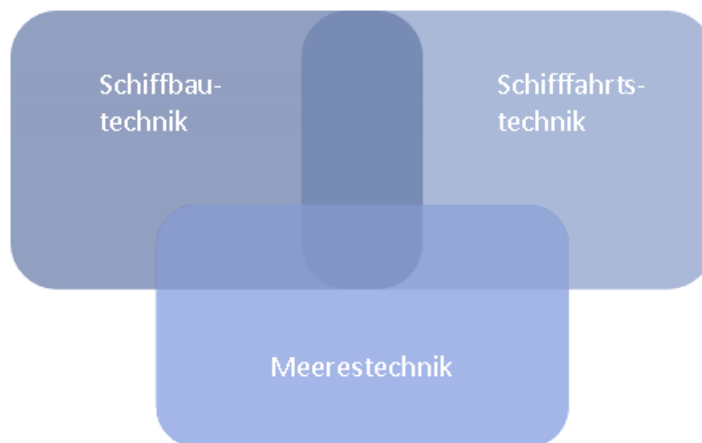


Abbildung 2: Die Teilbereiche der maritimen Technologien

Quelle: Eigene Darstellung

Nicht überschneidungsfrei

Die Teilbereiche der „Maritimen Technologien“ sind bezüglich der genutzten Techniken nicht überschneidungsfrei. Techniken aus der Hydrographie (hier der Meerestechnik zugeordnet) finden Einsatz in allen drei Teilbereichen der „Maritimen Technologien“. So werden hydrographische Messsysteme z. B. in der Schifffahrt (zur Navigation) und der Meerestechnik (zur Messung geologisch-physikalischer Prozesse) genutzt.

Diese fehlende Überschneidungsfreiheit ist bereits ein klares Indiz für die Komplexität der maritimen Technologien, die neben den internen Schnittstellen natürlich auch externe Schnittstellen z. B. in der Schifffahrt (Land-See-Schnittstelle) oder der Meerestechnik (Pipelinebau für Öl und Gas) haben.

Die sich überlappenden Bereiche mit der Schiffbau- und Schifffahrts-technik (vgl. Abbildung 2) werden dabei mit betrachtet.

Anwendungsfelder der Meerestechniken

Ausgangspunkt der im Folgenden vorgestellten inhaltlichen Definition und Abgrenzung der Anwendungsfelder ist das Portfolio der meeres-technischen Segmente in Anlehnung an die Arbeitsfelder der GMT und andere Veröffentlichungen (BMW 2008, GMT (ohne Jahr), dsn/MC 2007, Meyer 2009).

Die Meerestechnik wird in 13 Anwendungsfeldern eingesetzt (vgl. Abbildung 3). Die Anwendungsfelder der Meerestechnik beschäftigen sich dabei nur mit einem Teil der Nutzungsmöglichkeiten der Meere. So sind die Meere als Transportweg, als Fanggrund oder als Urlaubsziel nicht Gegenstand meeres-technischer Disziplinen. Übergreifende Merkmale der Anwendungsfelder der Meerestechnik sind ihre zumeist ingenieurwissenschaftliche Grundlage und der hohe Technologie- und Forschungsgehalt der Güter und Dienstleistungen.



Abbildung 3: Die Anwendungsfelder der Meerestechnik

Quelle: Eigene Darstellung

Anwendungsfelder ergänzen sich

Auch die Anwendungsfelder der Meerestechnik selbst sind bezüglich der genutzten Techniken nicht überschneidungsfrei und brauchen einander. So sind z. B. Erkenntnisse und Techniken der Eis- und Polartechnik notwendig, um in eisbedeckten Gebieten der Ozeane Öl- und Gasvorkommen zu erschließen.

Techniken zur Nutzung und zum Schutz der Meere – ein Widerspruch?

Die Meerestechnik dient dem Schutz und der Nutzung der Meere. Dabei ist die Nutzung die wesentliche Ursache für den Schutz der Meere. Die Ursache der Nutzung selbst liegt in der wachsenden Aufmerksamkeit, die die Menschen der großen Fläche und dem großen Raum „Meer“ schenken. Erst wurde das Meer in erster Linie als Ernährungs- und Transportweg genutzt, dann als Freizeitraum und heute wird es mehr und mehr auch als Quelle von Energie und Rohstoffen betrachtet.

Nutzung und Schutz sind kein Widerspruch sondern Ursache und Konsequenz. Die genannten Nutzungsformen stifteten und stiften Nutzen (wie Ernährung und Energie) und erzeugten und erzeugen Probleme (wie Umweltverschmutzungen und Nutzungskonflikte) durch die man-

gelnde Erfahrung und die mangelnde Folgenabschätzung der neuen Nutzungsformen. Der Mangel an Erfahrung und Folgenabschätzung besteht auf Seiten der Investoren (der Wirtschaft), der Wissenschaft als auch der Politik und Verwaltung. Diese Gruppen sind zu integrieren, wenn das Meer künftig als Quelle von Energie und Rohstoffen genutzt werden soll. (vgl. Abbildung 4) Alle drei Akteursgruppen werden in dieser Studie betrachtet.

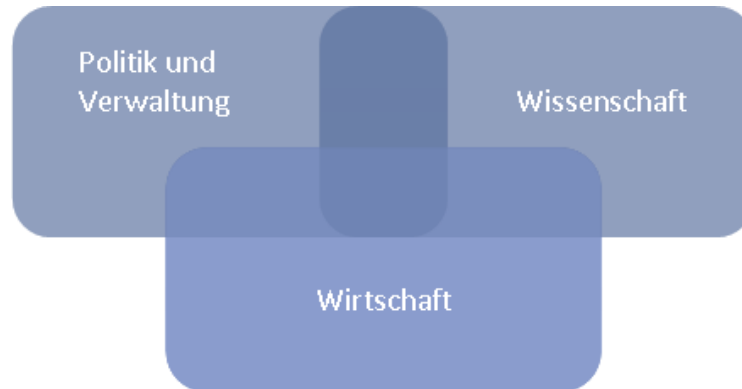


Abbildung 4: Die Triple Helix der Meerestechnik – Akteure zur Nutzung und zum Schutz der Meere

Quelle: Eigene Darstellung

Politische Ansätze

In Politik und Verwaltung gibt es in den letzten Jahren ein steigendes Interesse an den Potenzialen der Meerestechnik (näheres dazu s. Kapitel 9).

Alle deutschen Küstenländer erheben Daten, entwickeln Strategien und Projekte zur Nutzung und zum Schutz der Meere.

Auch die Europäische Union hat die Meerespolitik seit einigen Jahren auf ihrer politischen Agenda. Stichworte sind hier: die Gründung der Generaldirektion MARE, das Weiß- und Blaubuch der EU sowie die EG-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie.

Die Aktivitäten der Bundesregierung zur Entwicklung der Meerestechnik werden auf der alle zwei Jahre stattfindenden Maritimen Konferenz vorgestellt und diskutiert. Die Aktivitäten betten sich in die Hightech-Strategie der Bundesregierung ein, die sich zum Ziel gesetzt hat, Märkte zu erkennen und zu entwickeln, die nachhaltig gute wirtschaftliche Chancen für die deutsche Wirtschaft versprechen. Die Nutzung und der Schutz der Meere bergen solche nachhaltigen Entwicklungschancen für die deutsche Wirtschaft.

Hightech-Strategie für Deutschland

Deutschlands Potenzial als Leitmarkt der Zukunft nutzen

Innovationen werden von Marktimpulsen und Marktdynamik geprägt. Leitmärkte entstehen, wo eine hohe Anzahl von Innovationen auftreten, die in einem systematischen Zusammenhang stehen und die nur im Kontakt mit anspruchsvollen, interessierten und innovativen Kunden heranreifen. Unternehmen in Hochtechnologiebranchen führen neue Produkte und Dienstleistungen dort ein, wo die Märkte besonders aufnahmebereit und innovationsfreundlich sind.

BMBF (2007), Die Hightech-Strategie für Deutschland

Masterplan als Teil der Hightech-Strategie 2020

Die Meerestechnik ist auch Teil der neuen Hightech-Strategie 2020, die im Juli 2010 vom Bundeskabinett beschlossen worden ist. „Der Nationale Masterplan Maritime Technologien soll einen Rahmen für technologische Innovationen in Schiffbau, Schifffahrt und Meerestechnik bieten. Ziel ist die Ausschöpfung zukünftiger Marktpotenziale ...“ (vgl. BMBF 2010). Die Meerestechnik kann insbesondere innovative Lösungen in den Feldern Klima/Energie, Gesundheit/Ernährung, Sicherheit und Kommunikation bieten.

Chance für die deutsche Wirtschaft

Die Frage zu beantworten, welche konkreten Entwicklungschancen es für die meerestechnische Wirtschaft in Deutschland gibt, weltweit Produkte und Dienstleistungen zu verkaufen, ist Aufgabe dieser Studie. Sicher scheint, dass das Meer Quelle für viele anspruchsvolle technische Produktinnovationen in den nächsten Jahren und Jahrzehnten sein wird, wenn es gelingt, den maritimen Bereich strategisch und nachhaltig zu entwickeln.

Die Strategie muss eine Vielzahl von Entwicklungstrends berücksichtigen, die die internationale Marktentwicklung in der Meerestechnik bestimmen. Im Folgenden ein paar Beispiele von Trends und Einflüssen, die sich in der Meerestechnik abzeichnen.

Globalisierung der Weltwirtschaft

Die zentralen Impulse für die Entwicklung der gesamten maritimen Wirtschaft basieren auf einer zunehmenden weltweiten Arbeitsteilung und dem damit verbundenen Anstieg des internationalen Warenhandels. Eine kontinuierliche Ausweitung der globalen Handelsströme wirkt sich unmittelbar auf die Transportbedarfe in der internationalen Seeverkehrswirtschaft aus und setzt somit auch wichtige Impulse für die deutsche Seeschifffahrt und Hafenwirtschaft. Infolge der zum Teil sehr ausgeprägten Wertschöpfungsverflechtungen zwischen den verschiedenen maritimen Branchen können sich die Effekte des Globalisierungsprozesses auch auf einzelne meerestechnische Anwendungsfelder positiv auswirken. Gerade in den Bereichen Organisation und Sicherheit maritimer logistischer Prozesse oder auch im Meeresumweltschutz sind meerestechnische Disziplinen in ihrer Entwicklung u. a. an eine fortschreitende Globalisierung gekoppelt.

Umwelt- und Klimaschutz

Die zunehmenden Belastungen der internationalen Fahrtgewässer durch den Seeverkehr und die Vereinbarungen zum Klimaschutz rufen eine steigende Nachfrage nach höheren Umweltstandards, dem Einsatz umweltschonender Technologien und insbesondere emissionsärmeren Schiffen hervor. Im Rahmen des MARPOL-Übereinkommens zum Schutz der Meeresumwelt wird eine Senkung des Schadstoffeintrags in die Gewässer und die Reduzierung von Emissionen durch Schiffsmaschinen angestrebt. Zunehmend rücken auch die Vorbeugung und Bekämpfung von Öl- und Chemikalienunfällen sowie die Entsorgung schadstoffbelasteter Komponenten stillgelegter maritimer Anlagen in den Blickpunkt.

Ressourcen- und Energiegewinnung aus dem Meer

Der hohe und weiterhin steigende Energie- und Rohstoffbedarf erfordert weltweit die Erschließung zusätzlicher Ressourcen. Bei gleichzeitiger Verknappung von Rohstoffen an Land entstehen große Potenziale für die Steigerung der Förder- und Produktionsaktivitäten im Meer (Offshore) und damit für verschiedene Technologie- und Anwendungs-

felder der Meerestechnik. Zu nennen sind hier v. a. die Tiefwasserförderung von Öl und Gas sowie die Offshorewindenergienutzung, von denen erhebliche Wachstumsimpulse erwartet werden. Dabei spielen die Unterwassertechnik sowie die Eis- und Polartechnik eine zunehmend bedeutende Rolle. Innovationen der Automations-, Unterwasser- oder Anlagentechnik sowie neue Kontroll- und Steuerungssysteme ermöglichen die wirtschaftliche submarine Gewinnung von Öl und Gas. Spezielle Pumpentechniken zum Anschluss an Pipelines, Floatingsysteme oder Tiefseerobotik stehen exemplarisch für die Möglichkeiten dieses Zukunftsmarkts.

Sicherheit

Das Themenfeld der maritimen Sicherheit gewinnt international zunehmend an Bedeutung. Die Erhöhung von Sicherheitsstandards auf den Schiffen, in Hafenanlagen wie auch auf Offshore-Plattformen steht ebenso wie die Bekämpfung von Piraterie und Terrorismus im Fokus aktueller Diskussionen. Zur Vermeidung von Schiffshavarien existieren internationale Regelungen wie zum Beispiel die im SOLAS-Abkommen festgelegten Mindestsicherheitsstandards. Für die sichere Schiffsführung auf den Verkehrswegen und in den Hafenanlagen sind AIS-Bordsysteme (automatisches Identifikationssystem) verpflichtend eingeführt worden. Zahlreiche Unfälle wurden oftmals durch schlecht ausgebildete oder überlastete Schiffsbesatzungen mit verursacht. Daher geraten eine bessere Ausbildung sowie eine Standardisierung der Schiffssteuerungstechnik in den Blickpunkt. Darüber hinaus finden neue Informations- und Kommunikationstechnologien über die Leit- und Sicherheitstechnik Eingang in die meerestechnische Wirtschaft. Neue Softwaretools erleichtern das Manövrieren und Navigieren bei schwierigen äußeren Bedingungen. So übermittelt insbesondere das europäische Satellitennavigationssystem GALILEO Daten zur exakten Positionsbestimmung, wodurch neue Anwendungsoptionen im maritimen Bereich entstehen.

Nicht zuletzt motiviert durch die Anschläge vom 11. September 2001 wurde das SOLAS-Abkommen um den ISPS-Code zur Abwehr der Bedrohung durch den internationalen Terrorismus erweitert. Die Seepiraterie stellt ein großes Risiko für Reedereien und deren Schiffsbesatzungen dar. Nach der inzwischen erfolgten Einführung des „Ship Security Officer“ ist mit weiteren Maßnahmen zu rechnen.

Die meerestechnische Wirtschaft flankiert diese Themen insbesondere im Anwendungsfeld der marinen Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik, das auf den Einsatz komplexer technischer Systeme zur Verringerung von Sicherheitsrisiken setzt.

Übergang zur Wissensökonomie

Weltweit vollzieht sich derzeit ein Übergang zur wissensbasierten Ökonomie, die auf der Produktion, Distribution und Anwendung von Wissen gründet. Wissen wird so zur wichtigsten Produktivkraft. Produkt- und Technologielebenszyklen werden immer kürzer und wirtschaftliches Wachstum beruht zunehmend auf der Generierung von immer neuem Wissen. Räumlich gebündelt wird dieses Wissen besonders in den Metropolen und städtischen Ballungszentren. Sie bieten auch im Hinblick auf die meerestechnische Wirtschaft in der Regel eine kritische Masse potenzieller Kooperationspartner, ausreichende Infrastruktur

und Ressourcen und nicht zuletzt das attraktive Umfeld für die Rekrutierung hochqualifizierter Arbeitskräfte. Die deutsche Meerestechnik als ein junger und überaus wissensintensiver Wirtschaftsbereich ist in hohem Maße vom Anschluss an internationale Wissensströme und der Verfügbarkeit (hoch) qualifizierter Arbeitskräfte in verschiedensten Disziplinen abhängig. Die Generierung von Wissen durch intensive Grundlagen- und angewandte Forschung, deren Transfer in die Wirtschaft sowie das Thema Qualifizierung sind zentrale Stützpfeiler der Wettbewerbsfähigkeit der meerestechnischen Segmente.

Trends mitdenken

Diese Trends sind im Folgenden immer mitzudenken, wenn Status und Entwicklungsoptionen der deutschen Meerestechnik vorgestellt werden.

3. Auftrag und Methode

3.1 Auftrag und Ziele der Studie

Ziele der Studie

Ziel der Studie „Stärkung der deutschen meeres-technischen Wirtschaft im internationalen Wettbewerb und Vorbereitung des Nationalen Masterplans Maritime Technologien“ ist es, Strategien und Empfehlungen für eine künftige maritime Technologie- und Industriepolitik zur Stärkung der deutschen meeres-technischen Wirtschaft im internationalen Wettbewerb zu entwickeln. Dazu wurden Technologien, Markttreiber, Kompetenzen und Projekte in der meeres-technischen Wirtschaft untersucht.

Im Einzelnen verfolgt die Studie folgende Ziele:

- Ermittlung der Schwerpunkte der meeres-technischen Wirtschaft Deutschlands mit einem hohen Grad an Wettbewerbsfähigkeit im internationalen Vergleich,
- Erfassung und Beschreibung des technologischen Status quo in ausgewählten Schwerpunktsektoren der meeres-technischen Wirtschaft Deutschlands,
- zukunftsorientierte Technologiepotenzialbewertung in den Schwerpunktsektoren und für übergreifende Querschnittstechnologien sowie
- Vorbereitung des „Nationalen Masterplans Maritime Technologien“ (NMMT).

Zu den in den ersten drei Spiegelstrichen aufgeführten Zielen wurde ein Aktionsplan erarbeitet, so dass im Ergebnis der Studie ein Handlungsrahmen über notwendige konkrete Schritte zum weiteren Ausbau und zur nachhaltigen Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der meeres-technischen Wirtschaft vorliegt.

Der Masterplan bietet einen strategischen Rahmen in Bezug auf maritime Markt-, Kompetenz- und Technologieentwicklungen. Kunden des Masterplans sind Politik, Wirtschaft und Wissenschaft. Der Masterplan leistet einen dauerhaften Beitrag zur zielgerichteten Verbesserung technologischer Innovationen im maritimen Bereich.

Beauftragtes Konsortium

Mit der Erstellung der Studie wurde im Sommer 2009 vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) die VDI/VDE Innovation + Technik GmbH gemeinsam mit ihren Partnern NORD/LB Regionalwirtschaft, dsn Analysen & Strategien sowie MR Gesellschaft für Regionalberatung mbH beauftragt.

3.2 Methode der Studie

Methodeneinsatz

In der Studie werden verschiedene methodische Schritte durchgeführt. Die Analyse der meerestechnischen Wirtschaft und Wissenschaft erfolgt in diesem Kontext durch:

- den Aufbau einer umfassenden Unternehmens- sowie einer Institutsdatenbank,
- die Durchführung und Auswertung einer repräsentativen Unternehmens- und Institutsbefragung,
- die Durchführung qualitativer Tiefeninterviews mit Hilfe der Strukturlegetechnik,
- vertiefende Expertengespräche,
- Internetrecherche und Desk Research sowie
- einen Fachworkshop.

3.2.1 Betriebsdatenbank und Betriebsbefragung

Aufbau einer Betriebsdatenbank

Zur Bestandsaufnahme der meerestechnischen Wirtschaft in Deutschland wurde im Rahmen der Studie eine Betriebsdatenbank erarbeitet. Der Aufbau dieser Datenbank zielt darauf ab, den betrieblichen Bestand der Meerestechnik in Deutschland bestmöglich abzubilden. Die Erstellung der Datenbank erfolgte mittels eines Bottom-up-Verfahrens. Wesentliche Quellen waren Unternehmensdatenbanken, Verzeichnisse von Verbänden und Netzwerken, Branchenbücher, Internetrecherchen sowie Expertengespräche. Die Betriebsdatenbank wurde im Verlauf der Studie kontinuierlich weitergepflegt und ergänzt.

Die Betriebsdatenbank diente darüber hinaus als Basis für eine schriftliche Befragung aller meerestechnischen Betriebe in Deutschland.

Neben den Hauptsitzen von Unternehmen wurden grundsätzlich auch deren einzelne Betriebsstätten bzw. Zweigniederlassungen gesondert mit in das Betriebsverzeichnis und in die Befragung integriert, da diese oftmals auf regionaler Ebene in nennenswerte Wertschöpfungsverflechtungen eingebunden sind. Im Folgenden wird der Begriff „Betrieb“, sofern dies nicht gesondert ausgewiesen wird, als Oberbegriff für Unternehmenshauptsitze und Betriebsstätten verwendet.

Eine wesentliche Grundlage für die Strukturierung der Betriebsdatenbank bilden die in der Studie erarbeiteten Definitionen meerestechnischer Anwendungsfelder. Als meerestechnische Wirtschaft werden Betriebe betrachtet, die ausschließlich oder zu wichtigen Teilen in den vorgestellten Anwendungsfeldern tätig sind.

Damit finden sich hier keine Betriebe, die zwar nennenswerte Umsätze in der Meerestechnik erwirtschaften, von ihren Kernkompetenzen jedoch anderen Branchen oder anderen maritimen Branchen angehören (z. B. Schiffbauzulieferer, Reedereibetriebe, maritime Dienstleister). Letztere sind in der Gruppe der „Betriebe der Maritimen Wirtschaft“ zusammengefasst. Diese wurden im Rahmen der Studie mit einem eigenen Fragebogen angeschrieben, um einerseits die Vernetzung mit der meerestechnischen Wirtschaft darstellen zu können. Zum anderen dienen sie als Vergleichsgruppe im Hinblick auf wichtige Indikatoren (z. B. Innovationstätigkeit).

Ebenso werden jene Betriebe nicht berücksichtigt, die zwar als Zulieferer von Komponenten für meerestechnische Betriebe fungieren, diese jedoch nicht speziell und überwiegend auf Anwendungen in der Meerestechnik zugeschnitten haben.

Das Verfahren zur Einordnung der Meerestechnik-Betriebe wurde zu Beginn breit angelegt, um ein möglichst vollständiges Bild der in Deutschland tätigen Unternehmen zu erhalten. Aus der zu Beginn durchgeführten Recherche ergab sich ein Datensatz von 710 Betrieben, die im Rahmen der Studie als Betriebe der Meerestechnik angeschrieben wurden (vgl. Tabelle 1 mit den Rücklaufquoten, Seite 16).

- Alle Betriebe, die geantwortet und sich damit selbst als Meerestechnik-Betriebe eingeordnet haben, wurden in die Grundgesamtheit aufgenommen. In diesem Fall wurde auch jeweils die Zuordnung zu dem prioritären Anwendungsfeld beibehalten, dem sich die Betriebe selbst zugeordnet haben. In einigen wenigen Fällen wurde Rücksprache mit den Betrieben gehalten, da sie gemäß der hier verwendeten Abgrenzung einem anderen Anwendungsfeld zuzuordnen waren.
- Eine Reihe von Betrieben hat an dieser Stelle zurückgemeldet, dass sie nicht auf dem Gebiet der Meerestechnik tätig sind und wurden deswegen aus der Betriebsdatenbank ausgeschlossen.
- Bei den nicht antwortenden Betrieben erfolgte eine Internetrecherche, um jeden Betrieb einem Hauptanwendungsfeld zuordnen zu können. Anhand der Webseite der Betriebe wurde festgelegt, welchem Feld sie zuzuordnen sind. Auf den Webseiten der Betriebe wurde nach den Produkten, Referenzen oder nach Angeboten für spezielle Branchen gesucht. Wenn sich auf Basis des Internetauftritts keinerlei Bezug zur Meerestechnik erkennen ließ, wurden diese Betriebe aus der Betriebsdatenbank entfernt.

Die Erstellung einer Betriebsdatenbank der meerestechnischen Wirtschaft in Deutschland ist als ein kontinuierlicher Prozess zu verstehen, der sich über den gesamten Bearbeitungszeitraum der Studie vollzog. Neben der Integration der bereits erwähnten einschlägigen Quellen wurde eine Vervollständigung dieses Verzeichnisses insbesondere durch die Betriebsbefragung sowie durch Informationen aus den Expertengesprächen ermöglicht. Im Ergebnis liegt die Anzahl der identifizierten Betriebe bei 540.

In besonders dynamischen Bereichen wie der Offshorewindwirtschaft liefert die Datenbank eine Momentaufnahme. Betriebe, die neu in dieses Anwendungsfeld einsteigen oder dies für die Zukunft planen, können in der Datenbank nicht berücksichtigt werden.

Die Betriebsdatenbank enthält Name, Adresse, Ansprechpartner, Gründungsjahr, Anzahl der Mitarbeiter, Umsatz sowie die Tätigkeitsbeschreibung und das Hauptanwendungsfeld der Betriebe. Die Datenbank bietet in Zusammenhang mit den Befragungsergebnissen eine umfassende Darstellung der Kompetenzen der meerestechnischen Wirtschaft in Deutschland.

Durchführung einer Betriebsbefragung mit hohen Rücklaufquoten

Aufbauend auf der Betriebsdatenbank wurde im Zeitraum September 2009 bis Mai 2010 eine Betriebsbefragung durchgeführt. Um den Aufwand für die Betriebe möglichst gering zu halten und Doppelbefragungen aufgrund vorangegangener oder parallel laufender Studien zu vermeiden, kamen im Bereich der meerestechnischen Wirtschaft drei verschiedene Fragebögen zum Einsatz. Grundsätzlich erhielten alle identifizierten Betriebe der Meerestechnik einen Standard-Fragebogen. Für die entsprechenden Betriebe aus Hamburg und Niedersachsen lagen als Ergebnis abgeschlossener Studien zur maritimen Wirtschaft bereits Unternehmensdaten vor. Diese Betriebe erhielten lediglich einen Kurzfragebogen, um aktuelle Informationen nachzuerheben. Einen Sonderfall bildeten auch die Meerestechnik-Betriebe im Land Bremen. Hier führte die NORD/LB parallel zur vorliegenden Untersuchung eine gesonderte Studie zur „Untersuchung der Clusterpotenziale der Maritimen Wirtschaft im Bundesland Bremen unter besonderer Berücksichtigung der maritimen Sicherheit, der maritimen Explorationstechnik sowie der Rolle der Reeder als Innovationsmotor“ im Auftrag des Bremer Senators für Wirtschaft und Häfen durch. Um diese Betriebe nicht mehrfach zu befragen, wurde hier der Standard-Fragebogen jeweils um eine Zusatzfrage zur maritimen Sicherheitstechnik sowie zur Explorationstechnik ergänzt.

Der Rücklauf für die einzelnen im Rahmen der Studie eingesetzten Fragebögen ist der beigefügten Tabelle zu entnehmen. Daraus ergibt sich für die Meerestechnik eine Rücklaufquote von insgesamt 46,7 %.

Fragebogen	Grundgesamtheit		Rücklauf	
	Angeschrieben	Bereinigt	Absolut	in %
Standard-Fragebogen „Meerestechnik Deutschland“	557	337	142	42,1
Kurzfragebogen „Meerestechnische Wirtschaft“	53	49	33	67,3
Ergänzter Standard-Fragebogen „Meerestechnik Bremen“	100	62	34	54,8
Summe	710	448	209	46,7

Tabelle 1: Rücklaufquoten der Fragebögen der Betriebe der Meerestechnik
Quelle: Eigene Darstellung

Repräsentativität der Befragung

Im Zuge der Rücklaufoptimierung wurde eine Qualitätskontrolle der Stichprobe durchgeführt. Mit Unterstützung zahlreicher Verbände und Netzwerkinitiativen ist es gelungen, nahezu alle bedeutenden Betriebe für eine Beteiligung an der Befragung zu gewinnen. Die vollständige Liste der antwortenden Betriebe kann im Rahmen dieser Studie jedoch aus Gründen des Datenschutzes nicht offen gelegt werden.

Um zu gewährleisten, dass die Stichprobe (n= 209) repräsentativ für die Grundgesamtheit der Befragung (N = 448) ist, wurden die Befragungsergebnisse anhand der Anzahl der Betriebe in einzelnen Anwendungsfeldern hochgerechnet. Für die beiden größten Anwendungsfelder konnte aufgrund der hinreichenden Fallzahlen zusätzlich eine Gewichtung nach Mitarbeitergrößenklassen vorgenommen werden. Die in Kapitel 5 dargestellten Befragungsergebnisse sind somit repräsentativ für die gesamte meerestechnische Wirtschaft in Deutschland.

3.2.2 Institutsdatenbank und Institutsbefragung

Zur Beschreibung der Forschungs- und Bildungslandschaft der Meerestechnik sind neben Recherchearbeiten

- die Befragung der Einrichtungen,
- die Entwicklung der Datenbank,
- die Erhebung relevanter Studiengänge und
- erste kürzere Gespräche mit Forschungsakteuren

durchgeführt worden. Im Mittelpunkt standen dabei die Institutsbefragung einschließlich einer umfassenden Nacherhebung und die Weiterentwicklung der Datenbank.

In der meerestechnischen Forschung finden sich die Kompetenzen – oft nicht unmittelbar sichtbar – in verschiedenen Einrichtungen, die ihre Schwerpunkte und Spezialisierungen in anderen Disziplinen haben.

Umfassende Datenbank mit knapp 200 Einrich- tungen

Die Recherchen zu Forschungseinrichtungen mit meerestechnischen Kompetenzen sind u. a. in einer umfassenden Datenbank der deutschen meerestechnischen Forschung zusammengeführt worden. Die Datenbank wurde permanent ergänzt und korrigiert. Im Ergebnis konnte eine Gesamtzahl von 189 wissenschaftlichen Einrichtungen und Instituten identifiziert werden.

Zu Beginn des Auswahlverfahrens wurde eine große Gruppe von Einrichtungen erfasst. Um eine möglichst vollständige Bestandsaufnahme der meerestechnischen Forschungskompetenzen zu erreichen, sind auch Einrichtungen in die Datenbank aufgenommen worden, bei denen meerestechnisches Fachwissen vermutet wurde, dieses jedoch nicht auf den ersten Blick erkennbar war. Diese Einrichtungen wurden näher überprüft. Grundlage waren dabei zunächst die Befragungsergebnisse. Als weitere Quellen dienten Internetrecherchen, Fachzeitschriften und ähnliche Publikationen und ggf. telefonische Nachfragen. Auf dieser Basis wurde die Relevanz der Einrichtung für die Meerestechnik bewertet und eine Zuordnung zu den Anwendungsfeldern vorgenommen. Die Gesamtzahl der Einrichtungen hat sich im Verlauf der Konkretisierungen erwartungsgemäß reduziert.

Die Datenbank enthält Namen, Adressen und Ansprechpartner und erlaubt darüber hinaus u. a. eine Kategorisierung der Einrichtungen. Im Zusammenhang mit den Befragungsergebnissen bietet sie eine umfassende Darstellung der Kompetenzen und Kapazitäten der meerestechnischen Wissenschaften in Deutschland.

Hohe Rücklaufquote

Die Befragung der wissenschaftlichen Einrichtungen lief bis Mai 2010. Es haben insgesamt 101 meerestechnische Einrichtungen daran teilgenommen. Das entspricht einer Rücklaufquote von rund 55 %.

Fragebogen	Bereinigte Grundgesamtheit	Rücklauf (absolut)	Rücklauf (in %)
Befragung „Meerestechnische Wissenschaft“	191	105	55

Tabelle 2: Rücklaufquote der Befragung wissenschaftlicher Einrichtungen

Quelle: Eigene Darstellung

3.2.3 Interviews und Expertengespräche

Technologieinterviews – Exploration technologischer Potenziale und Bedarfe bis 2020

Für die wichtigsten Felder der Meerestechnik wurden im Frühjahr und Sommer 2010 qualitative Tiefeninterviews zur Untersuchung der technologischen Potenziale und Bedarfe bis 2020 geführt. Da die Extrapolation verfügbarer wirtschaftlicher Prognosen für den sehr langen Zeitraum von über zehn Jahren mit großen Unsicherheiten behaftet ist, wurde diese Perspektive um eine weitere ergänzt, in der die technologischen Entwicklungen in wichtigen Anwendungsfeldern der Meerestechnik bis zum Jahr 2020 herausgearbeitet wurden, um von dieser Basis aus die Prognose der wirtschaftlichen Potenziale zu validieren.

In leitfadengestützten Interviews wurden ausgewählte Experten zu grundlegenden Entwicklungen in diesen Feldern befragt. Inhalt dieser Gespräche war die Systematisierung von Einflussfaktoren, grundlegenden Technologien, Merkmalen des Technologiefeldes sowie wirtschaftlicher Anwendungsbereiche für das ausgewählte Anwendungsfeld der Meerestechnik, um die hinderlichen und förderlichen Aspekte zur vollen Ausschöpfung des Technologie- und Marktpotenzials zu erschließen.

Strukturlegetechnik

Die Interviews wurden vor Ort gemeinsam mit den Experten mittels einer modifizierten Strukturlegetechnik (SLT) grafisch dargestellt. Ursprünglich für die Kognitionspsychologie entwickelt (vgl. Scheele, B., Groeben, N., 1988), dient die SLT der Explizierung von Wissen und dessen Begriffen. Trotz ihres einfachen Aufbaus bietet sie ein anspruchsvolles Instrumentarium, um komplexe und mehrdimensionale Konstellationen und Beziehungsmuster einzelner Teilbereiche zueinander abzubilden. Insbesondere wird es möglich, maßgebliche Aspekte und deren Beziehungen in einer konsolidierten Gesamtschau zusammenzufassen und somit eine Einschätzung „auf einen Blick“ zu ermöglichen. Eine solche Gesamtschau ist im Sinne einer Prognostik (Roadmap) unerlässlich, um alle relevanten Aspekte und Abhängigkeiten berücksichtigen zu können: Welche Aspekte beeinflussen sich mehr oder weniger stark, an welchen „Stellschrauben“ ist die größte Einflussnahme möglich? Diese Informationen können dann auch die Basis für eine künftige Entwicklung von Technologie-Roadmaps für die ausgewählten Anwendungsfelder der Meerestechnik sein.

Zudem bietet die SLT durch ihre unmittelbar prozessbegleitende Dokumentation den Vorteil, Unschärfen und Widersprüchlichkeiten, die sich in anspruchsvollen Fachinterviews fast zwangsläufig ergeben, zu präzisieren bzw. aufzulösen. Die Strukturlegetechnik wurde – zum Teil ebenfalls in Kombination mit Befragungen – bereits in technologierelevanten Kontexten angewandt (vgl. Cierjacks, M., 1999). Die VDI/VDE-IT hat diese Methode weiterentwickelt und im Rahmen vielfältiger Hochtechnologiefelder erfolgreich eingesetzt.¹

Für die in vorliegender Studie eingesetzte, modifizierte SLT wurden im Gespräch mit den Experten technologische, ökonomische und kontextuelle Aspekte identifiziert und gesammelt, die als Karten in einem Koordinatensystem platziert wurden. Insgesamt lag die Anzahl der Karten bzw. der Aspekte in der Größenordnung von etwa 40 bis 50 Stück, um dem komplexen Thema ausreichend gerecht werden zu können. Aus der Anordnung der einzelnen Aspekte und dem Knüpfen von Verbindungen ergibt sich eine Darstellung, die wichtige Entwicklungslinien im Zeitablauf sichtbar macht. Dabei stehen die ökonomischen Folgen der technologischen Entwicklungen im Vordergrund.

¹ So beispielsweise im Rahmen der innovationsunterstützenden Maßnahmen des Programms Mikrosystemtechnik und der Studie „Pervasive Computing: Entwicklungen und Auswirkungen“ für das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2006).

Bei den entstandenen Strukturdiagrammen ist folgendes zu beachten: Die Pfeile (Bezüge) in den Diagrammen haben einen Trend von unten nach oben und von links nach rechts (Zeitskala). Die Pfeile zeigen zu den Kästen von links und von unten, die Pfeile gehen ab von den Kästen nach oben und nach rechts.

Die generellen Fragen beziehen sich immer auf das spezifische Anwendungsfeld, und zwar wie folgt:

- Welche Technologiefeldmerkmale sind erforderlich / nötig, um das Anwendungsfeld (wirtschaftlich tragfähig) zu etablieren?
- Welche grundlegenden Technologien („enabler“-Technologien, ggf. auch Querschnittstechnologien) sind für die Entwicklung bestimmter Technologiefeldmerkmale wesentlich?
- Welche Einflussfaktoren wirken auf die Entwicklung dieser grundlegenden Technologien, Technologiefeldmerkmale?

Die Einflussfaktoren sind im Allgemeinen nicht technisch und müssen nicht zwangsläufig mit Hilfe von Pfeilen auf die anderen Bereiche zeigen. Die Bezüge sind meist genereller Natur.

Es kann vorkommen, dass manche Kästchen in benachbarten Bereichen angesiedelt wurden bzw. zu zwei benachbarten Bereichen gehören. In diesem Fall sind die betreffenden Kästen zweifarbig, die Bezüge (Pfeile) können dann, je nachdem wo sie angesiedelt sind, den angrenzenden Bereich überspringen.

In den Strukturlegeplänen werden besonders aussagekräftige Querverbindungen identifiziert und daraus prägnante Aussagen abgeleitet, die technische und ökonomische Auswirkungen thematisieren.

Die Ergebnisse der Strukturlegetechnik fließen in die nachfolgenden Untersuchungen zu den einzelnen Anwendungsfeldern der Meerestechnik mit ein. Eine detaillierte Dokumentation der Ergebnisse ist im Anhang dieser Studie zu finden.

Weitere Expertengespräche

Neben den Technologieinterviews wurden weitere Expertengespräche mit Betrieben aus einzelnen Anwendungsfeldern der Meerestechnik sowie mit wissenschaftlichen Einrichtungen geführt. Ziel war es, ergänzend zu den Befragungsergebnissen weiterführende Informationen sowie qualitative Einschätzungen zu einzelnen Anwendungsfeldern zu erlangen. Als Grundlage für die Expertengespräche wurde ein Gesprächsleitfaden entwickelt, der Fragen zu den folgenden Themenblöcken umfasst:

- Stärken, Schwächen, Entwicklungspotenziale,
- Aus- und Weiterbildung, Forschung,
- Kooperationen,
- Rahmenbedingungen, Trends.

Darüber hinaus wurden in den Interviews Arbeitshypothesen diskutiert und offene Fragen geklärt. Insgesamt wurden rund 30 Interviews geführt.

3.2.4 Vorbereitung des NMMT

Vorbereitung des NMMT

Das Auftragskonsortium hatte im Rahmen der Studie den Auftrag, ein Konzept zur Entwicklung des Nationalen Masterplans Maritime Technologien (NMMT) zu erarbeiten. Der Entwicklungsprozess zum NMMT erfolgte in enger Abstimmung mit dem Referat für Maritime Wirtschaft des BMWi. Es wurden zentrale Entscheidungen bezüglich der zeitlichen Meilensteine und der Aktivitäten bis zur Präsentation des NMMT auf der Maritimen Konferenz 2011 getroffen und im Zwischenbericht vom Juli 2010 präsentiert. Das Konzept wurde sukzessive erarbeitet und dokumentiert.

3.2.5 Fachworkshop

Fachworkshop im September 2010

Alle Ergebnisse der Studie wurden am 29. September 2010 in Hamburg in einem Fachworkshop vorgestellt und validiert. Zentrales Ergebnis dieses Workshops sind die dort diskutierten und weiterentwickelten Empfehlungen, die in den Aktionsplan zur Stärkung der deutschen meeresstechnischen Wirtschaft einfließen.

Die Ergebnisse des Workshops wurden zudem im vorliegenden Endbericht der Studie mitberücksichtigt und stehen damit für die Vorbereitung der Siebten Nationalen Maritimen Konferenz im Jahr 2011 zur Verfügung.

4. Die deutsche meeresstechnische Wirtschaft

Im Folgenden wird zunächst ein Überblick über die meeresstechnische Wirtschaft als Ganzes gegeben, bevor die Anwendungsfelder im Einzelnen vertiefend beleuchtet werden. Im Mittelpunkt der Betrachtung stehen zentrale Kenngrößen wie die räumliche Verteilung der Betriebe, die Struktur der Anwendungsfelder, die Umsätze und Umsatzentwicklungen, die Exportquote, die Absatzmärkte, die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten, die Innovatorenquote, die Bedeutung wichtiger Technologien sowie Innovationshemmnisse. Falls möglich wird ein Vergleich der Meerestechnik mit der deutschen Gesamtwirtschaft sowie der gesamten maritimen Wirtschaft vorgenommen.

4.1 Regionale Schwerpunkte der Meerestechnik

Regionale Verdichtung in den norddeutschen Küstenländern

Die räumliche Verteilung von Betrieben der meeresstechnischen Wirtschaft zeigt eine hohe regionale Verdichtung in den norddeutschen Küstenländern. Die Meerestechnik konzentriert sich hier besonders auf die urbanen Zentren entlang der norddeutschen Küstenlinie (vgl. Abbildung 5). Niedersachsen weist die höchste Anzahl an Betrieben auf, dicht gefolgt von Schleswig-Holstein, Bremen und Hamburg. Mit etwas Abstand folgen Mecklenburg-Vorpommern und Nordrhein-Westfalen. Aber auch im süddeutschen Raum ist eine nennenswerte Anzahl meeresstechnischer Kompetenzträger vorzufinden.

Zu den räumlichen Kristallisationskernen der Meerestechnik zählen im Wesentlichen die Hansestädte Hamburg und Bremen sowie die kreisfreien Städte Bremerhaven und Kiel. In Schleswig-Holstein gehören darüber hinaus die Hansestadt Lübeck sowie die Landkreise Pinneberg, Nordfriesland, Rendsburg-Eckernförde und Plön zu den bedeutendsten Standorten der Meerestechnik. In Niedersachsen zählen u. a. die Stadt Oldenburg, die Region Hannover, die Landkreise Cuxhaven und Friesland sowie die Stadt Wilhelmshaven zu den größten Zentren dieses Wirtschaftsbereichs. Darüber hinaus stellt innerhalb Mecklenburg-Vorpommerns die Stadt Rostock das regionale Zentrum der meeresstechnischen Wirtschaft dar.

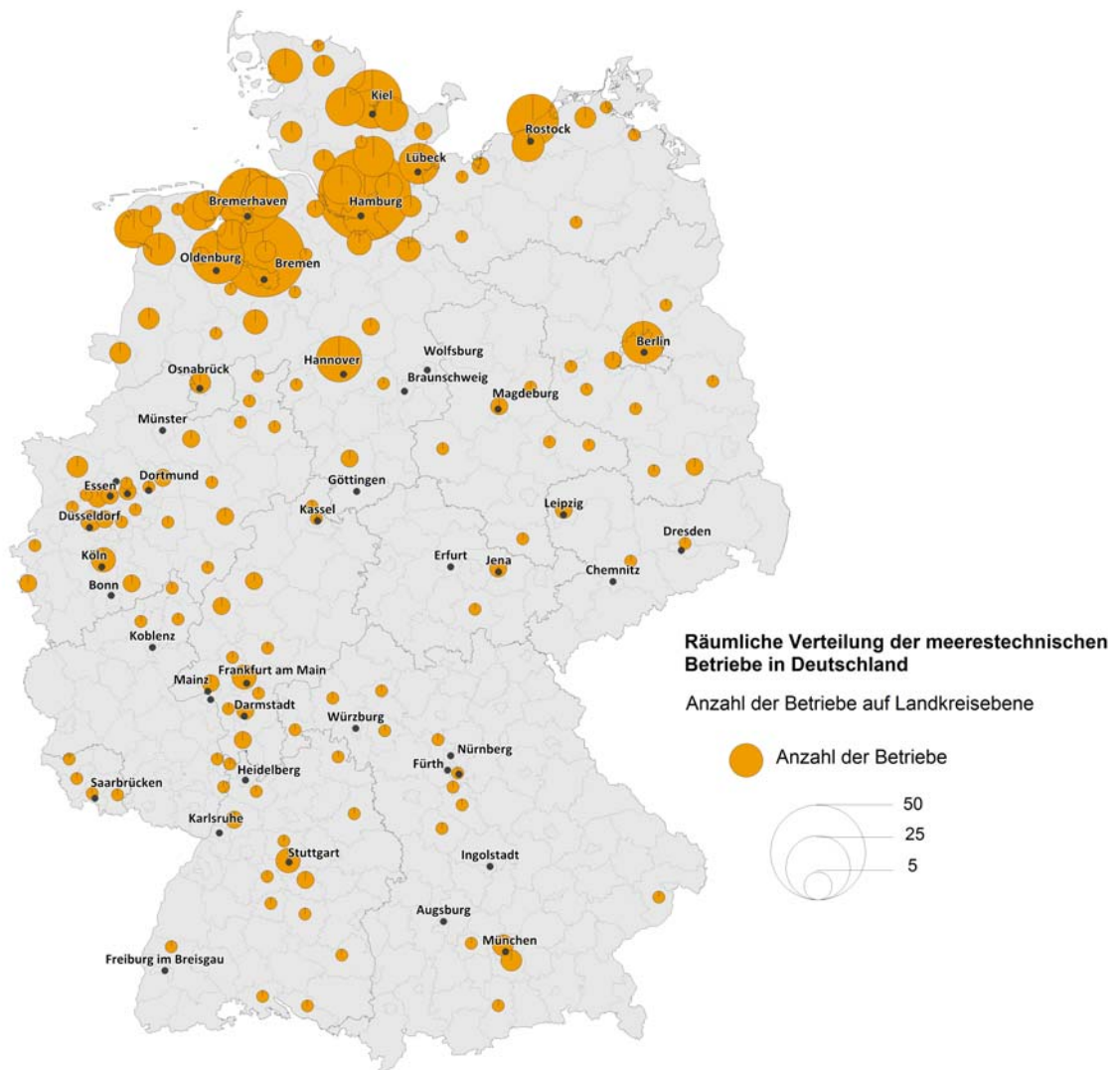


Abbildung 5: Räumliche Verteilung der meeres-technischen Betriebe in Deutschland

Quelle: Eigene Darstellung, 2010, n = 540 (Stand Oktober 2010).

**Bedeutung küsten-
ferner Standorte**

Trotz der überaus hohen Dichte meeres-technischer Betriebe im nord-deutschen Raum bringt die Kartendarstellung auch die Bedeutung küsten-ferner Standorte für die Meerestechnik zum Ausdruck. Von Relevanz sind in diesem Zusammenhang besonders die Länder Nordrhein-Westfalen, Hessen, Baden-Württemberg und Bayern. Auch hier sind die Betriebe maßgeblich in den urbanen Zentren verortet.

4.2 Struktur der Meerestechnik

Anzahl der Betriebe im jeweiligen Hauptanwendungsfeld

Auf der Basis der Betriebsbefragung sowie zusätzlicher Recherchen konnten sämtliche Betriebe einem Hauptanwendungsfeld der Meerestechnik zugeordnet werden. Gemessen an der Anzahl der Betriebe stellt die Offshorewindenergie mit 167 Betrieben das größte Anwendungsfeld dar (vgl. Abbildung 6). Auf Platz 2 und 3 folgen die Offshoretechnik Öl & Gas (78 Betriebe) sowie die Maritime Mess- und Umwelttechnik (72 Betriebe). Daran schließen sich die Bereiche Küsteningenieurwesen/Maritimer Wasserbau (41), Unterwassertechnik/Seekabel (30) sowie Maritime Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik (28) an. In den Bereichen Marikultur (6), Eis- und Polartechnik (2) sowie Meeresenergie (1) ist die Basis der Betriebe die in diesen Anwendungsfeldern ihren Haupttätigkeitsschwerpunkt setzen äußerst gering. Darüber hinaus existieren 23 Betriebe in sonstigen Bereichen der Meerestechnik, die nicht differenzierter betrachtet werden (z. B. Blaue Biotechnologie).

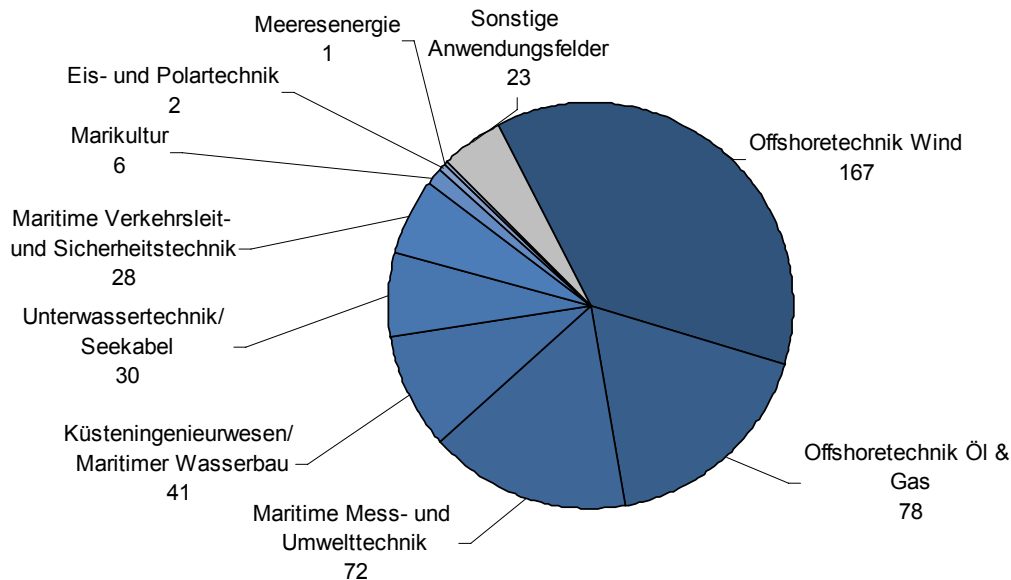


Abbildung 6: Anzahl der meerestechnischen Betriebe im jeweiligen Hauptanwendungsfeld in Deutschland

Quelle: Betriebsdatenbank der Meerestechnik sowie Befragung;
N=209; n=209 hochgerechnet: Ng=448.

Anzahl der Betriebe in weiteren Anwendungsfeldern

Neben ihrem Hauptanwendungsfeld wurden die Betriebe auch nach ihrer Tätigkeit in bis zu zwei weiteren Anwendungsfeldern befragt. Die Befragungsergebnisse zeigen, dass gegenwärtig fast 60 % der Betriebe neben ihrem Hauptanwendungsfeld auch in weiteren Feldern der Meerestechnik aktiv sind (vgl. Tabelle 3). Dadurch kommt den ohnehin stark vertretenen Feldern Offshoretechnik Wind sowie Offshoretechnik Öl und Gas aktuell insgesamt ein stärkeres Gewicht zu. Diese Bereiche sind in hohem Maße auch für jene Betriebe interessant, die in anderen Anwendungsfeldern ihren Schwerpunkt setzen. Daraus geht zu-

dem hervor, dass eine klare Trennung der meerestechnischen Anwendungsfelder nur bedingt möglich ist.

Die Benennung weiterer Tätigkeitsschwerpunkte führt darüber hinaus zu dem Ergebnis, dass gerade die kleineren Anwendungsfelder wie beispielsweise Meeresenergie, Marikultur oder Eis- und Polartechnik ein stärkeres Gewicht erhalten.

	Prioritäres Anwendungsfeld	Weitere Anwendungsfelder	Summe
Offshoretechnik Wind	167	82	249
Offshoretechnik Öl & Gas	78	68	146
Maritime Mess- und Umwelttechnik	72	65	137
Küsteningenieurwesen	41	23	64
Unterwassertechnik	30	47	77
Maritime Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik	28	36	64
Marikultur	6	12	18
Eis- und Polartechnik	2	19	21
Meeresenergie	1	8	9
Sonstige Anwendungsfelder	23	52	75
Summe	448		

Tabelle 3: Aktuelle Anzahl der Betriebe im prioritären und in weiteren Anwendungsfeldern

Quelle: Betriebsbefragung:

N= 209, n= 209 Prioritäres Anwendungsfeld, n= 124 Weitere Anwendungsfelder 2008, hochgerechnet: Ng=448;

Prioritäre und weitere Anwendungsfelder 2020

In der Betriebsbefragung wurde nicht nur gefragt, in welchem Anwendungsfeld das Unternehmen aktuell schwerpunktmäßig tätig ist, sondern auch, wo bis 2020 die größten Zukunftschancen gesehen werden (vgl. Abbildung 7). Auch hier wurde wieder zwischen dem prioritären und weiteren Anwendungsfeldern differenziert. Dabei zeigt sich, dass vor allem die Offshoretechnik Wind als Tätigkeitsfeld an Bedeutung gewinnen wird.

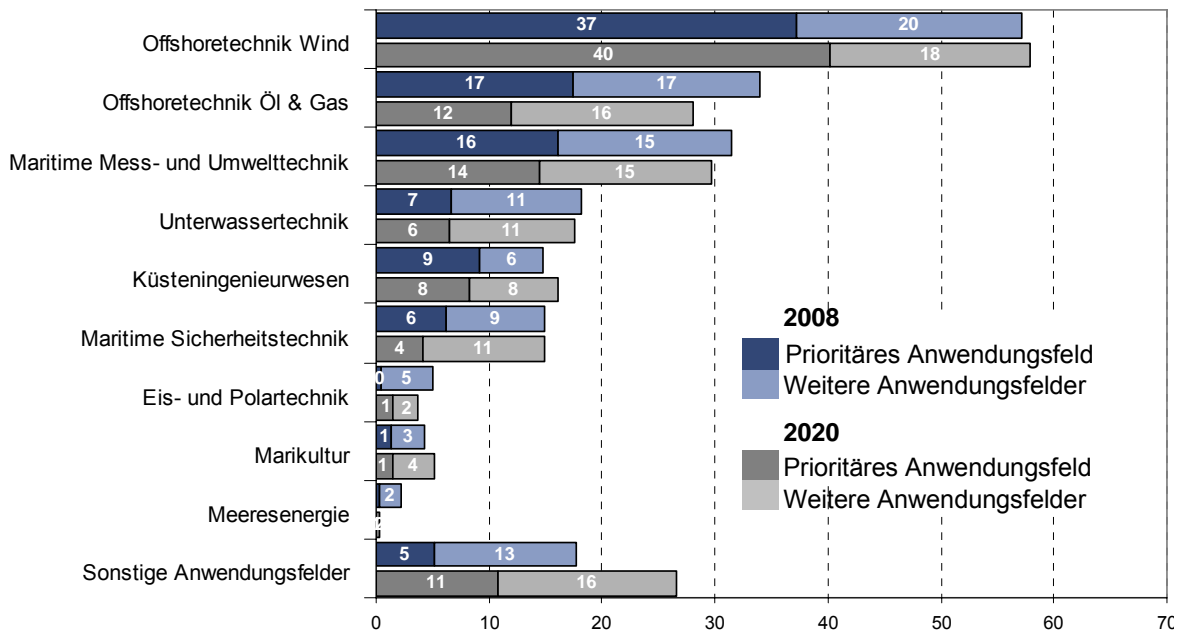


Abbildung 7: Anteil der Betriebe in den einzelnen Anwendungsfeldern (aktuell und 2020) in %

Quelle: Betriebsbefragung:

N= 209, n= 209 (Prioritäres Anwendungsfeld 2008) bzw. 172 (Prioritäres Anwendungsfeld 2020)
hochgerechnet: Ng=448;

N= 209, n= 124 (Weitere Anwendungsfelder 2008) bzw. 120 (Weitere Anwendungsfelder 2020)
hochgerechnet: Ng=448

Größe einzelner Anwendungsfelder und aktuelles Wachstum in Deutschland

In Abbildung 8 ist die Zahl der identifizierten Betriebe in einzelnen Anwendungsfeldern der Meerestechnik in Kombination mit der Höhe des aktuellen Wachstums, das die befragten Betriebe für ihr gesamtes Anwendungsfeld in Deutschland für das Jahr 2008 angaben, zu sehen. Die höchsten Wachstumsraten (über 30 %) hat hier das vergleichsweise kleine Feld der Unterwassertechnik zu verzeichnen. Auch für das größte Anwendungsfeld der Meerestechnik, die Offshorewindenergie, sowie für den etwas kleineren Bereich Maritimer Wasserbau/Küsteningenieurwesen werden beachtliche Wachstumsraten von 21-30 % in Deutschland berichtet. Nicht zuletzt werden auch für das – gemessen an der Anzahl der Betriebe – zweitgrößte Anwendungsfeld der Offshoretechnik Öl & Gas, aber auch für die Anwendungsfelder Maritime Mess- und Umwelttechnik, Maritime Sicherheitstechnik sowie Marikultur Wachstumsraten von bis zu 10 % gemeldet. Damit liegen die Werte deutlich oberhalb der Wachstumsrate der deutschen Gesamtwirtschaft. In den fünf Jahren vor der Ende 2008 einsetzenden Wirtschaftskrise lag das reale Wirtschaftswachstum in Deutschland jährlich zwischen 0,8 und 3,2 %.

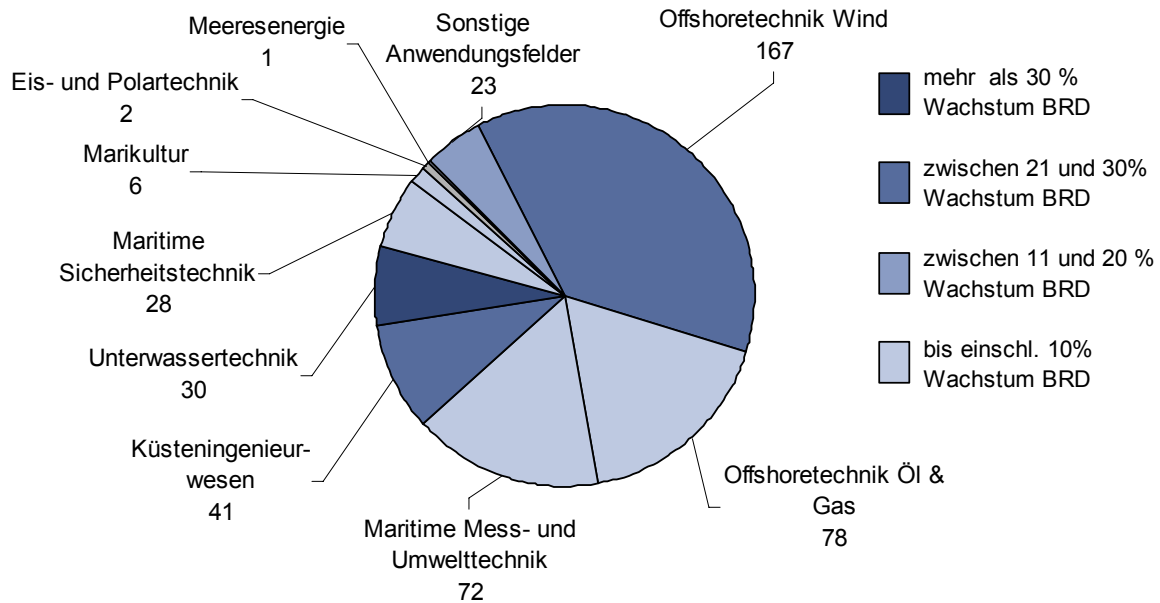


Abbildung 8: Anzahl der Betriebe in den einzelnen Anwendungsfeldern und deren Umsatzwachstum (2008)

Quelle: Betriebsbefragung: N=209, n=144, hochgerechnet: Ng=448

Meerestechnischer Umsatz von 11,25 Mrd. Euro

Insgesamt liegt der Umsatz der deutschen meerestechnischen Wirtschaft bei rund 11,25 Mrd. Euro.

Das mit Abstand umsatzstärkste Anwendungsfeld ist der Bereich Offshore Öl & Gas (vgl. Abbildung 9). Hier wurden 2008 fast drei Viertel des gesamten meerestechnischen Umsatzes generiert. Die zugehörigen 78 Betriebe erwirtschafteten damit deutlich höhere Umsätze als das Anwendungsfeld Offshoretechnik Wind, das gemessen an der Anzahl der Betriebe jedoch mehr als doppelt so groß ist. Weitere umsatzstarke Anwendungsfelder sind neben der Offshoretechnik Wind auch die Unterwassertechnik sowie das Küsteningenieurwesen. Letztere drei wiesen 2008 jedoch z. T. deutlich höhere Wachstumsraten als das umsatzstärkste Anwendungsfeld auf, sodass in Zukunft mit einer Verschiebung der Umsatzstrukturen in der Meerestechnik zu rechnen ist.

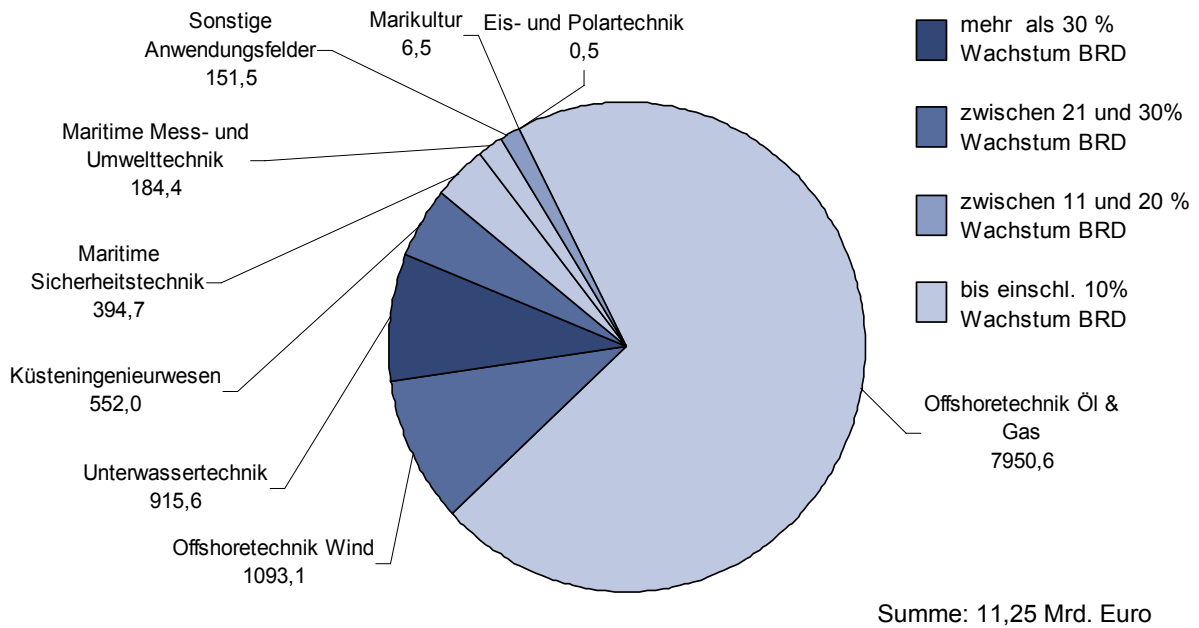


Abbildung 9: Meerestechnischer Umsatz in den einzelnen Anwendungsfeldern 2008 (in Mio. Euro) und aktuelles Wachstum in Deutschland

Quelle: Betriebsbefragung: N=209, n=144, hochgerechnet: Ng=448

Dynamisches Umsatzwachstum bis 2015

Eine Betrachtung des jährlichen Umsatzwachstums bis 2015 zeigt, dass sich das Anwendungsfeld Offshoretechnik Wind mit einem jährlichen durchschnittlichen Wachstum von rund 22 % am dynamischsten entwickeln wird (vgl. Abbildung 10). Auch der Bereich Offshoretechnik Öl & Gas weist mit rund 12 % pro Jahr noch beachtliche Wachstumsraten auf.

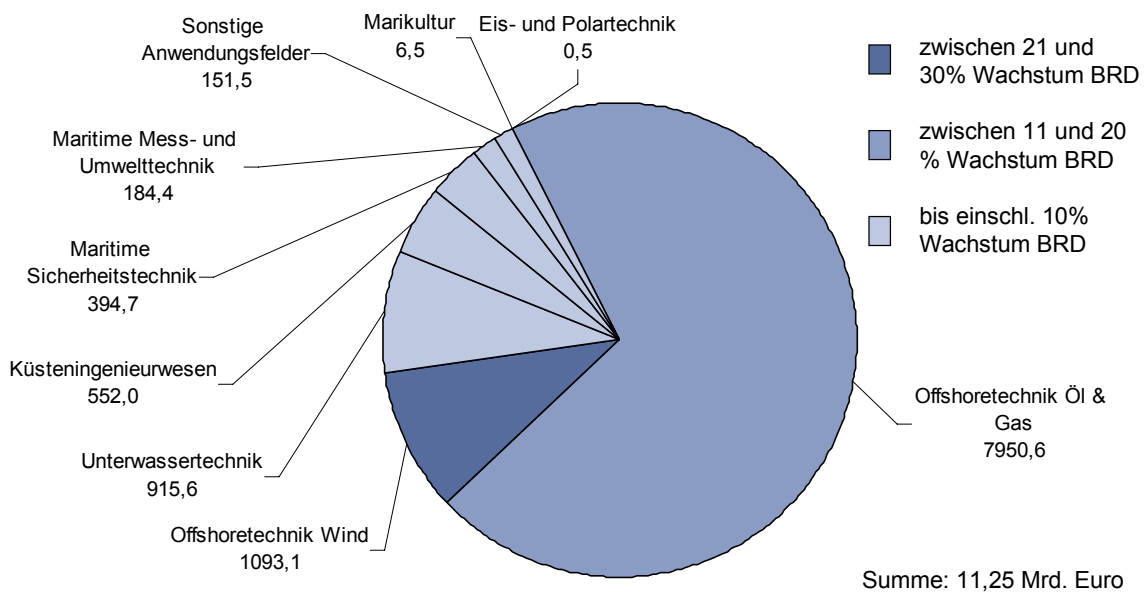


Abbildung 10: Meerestechnischer Umsatz in den einzelnen Anwendungsfeldern 2008 (in Mio. Euro) und erwartetes jährliches Umsatzwachstum bis 2015

Quelle: Betriebsbefragung: N=209, n=135, hochgerechnet: Ng=448

Umsatzanteil in der Meerestechnik gering

Die meerestechnische Wirtschaft erzielt auch außerhalb des eigenen Wirtschaftsbereichs nennenswerte Umsätze. In Abbildung 11 ist der Umsatzanteil dargestellt, den die Betriebe innerhalb der Meerestechnik erwirtschaften. In den meisten Anwendungsfeldern liegt dieser unterhalb von 50 %. Die Betriebe erwirtschaften somit einen nicht unerheblichen Anteil des Umsatzes auch in anderen Branchen wie z. B. dem Maschinenbau, der Elektrotechnik, der Windenergie-technik (onshore), der Energietechnik, der Stahl- und Metallindustrie, der Schifffahrt oder dem Schiffbau. Dies unterstreicht die Bedeutung der Meerestechnik als Querschnittsbranche.

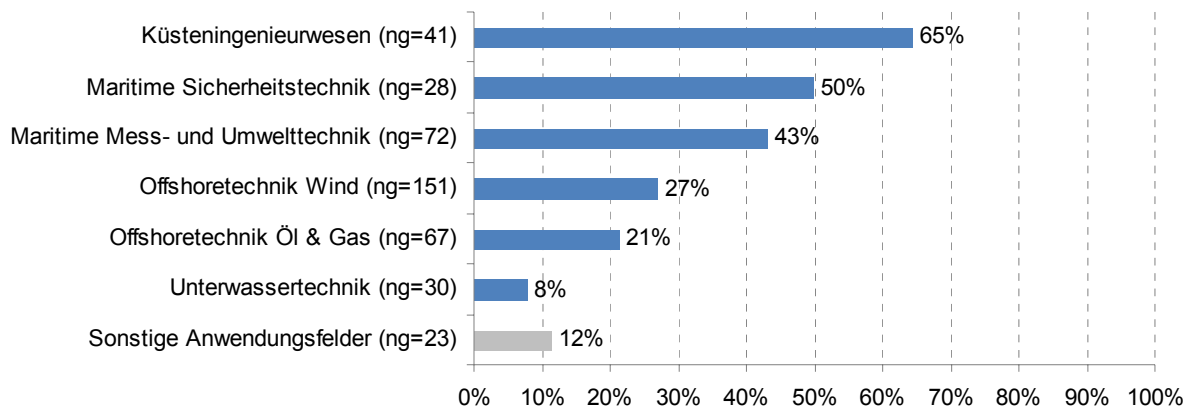


Abbildung 11: Prozentualer Anteil der Meerestechnik am Gesamtumsatz, differenziert nach dem jeweiligen Hauptanwendungsfeld der Betriebe

Quelle: Betriebsbefragung: N=209, n=208; hochgerechnet: Ng=448
Darstellung ohne Eis- und Polartechnik, Marikultur, sowie Meeresenergie.

Im Vergleich zur Gesamtwirtschaft überdurchschnittliche Exportquote

Der Anteil des meerestechnischen Umsatzes, der im Ausland erwirtschaftet wird, ist in nahezu allen Anwendungsfeldern sehr hoch (vgl. Abbildung 12). Am höchsten ist die Exportquote in der Offshoretechnik Öl & Gas (54 %) sowie in der Maritimen Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik (49 %). Auch die Exportaktivitäten in der Maritimen Mess- und Umwelttechnik sowie der Unterwassertechnik sind mit jeweils 42 % im Vergleich zur gesamten Meerestechnik überdurchschnittlich ausgeprägt. Die Exportquote dieser Anwendungsfelder liegt damit über der Exportquote der deutschen Gesamtwirtschaft (Exportquote 2008: 32,1 %). Die Exportquote der Meerestechnik insgesamt (37 %) liegt jedoch leicht unterhalb der entsprechenden Werte für die gesamte maritime Wirtschaft in der Metropolregion Hamburg (44 %) und in Niedersachsen (41 %) (vgl. NORD/LB, MR, EBP 2009; NORD/LB, MR, EBP, NIW 2009).

Dies ist u. a. auf die geringen Exportquoten in den meerestechnischen Anwendungsfeldern Offshoretechnik Wind sowie Maritimer Wasserbau/Küsteningenieurwesen zurückzuführen. Die geringe Exportquote in der Offshoretechnik Wind ist darauf zurückzuführen, dass derzeit erst Kapazitäten für zukünftige Umsätze im In- und Ausland aufgebaut werden. Zudem macht der deutsche Markt einen großen Anteil am Gesamtmarkt dieses Anwendungsfeldes aus. Auch die Betriebe des Maritimen Wasserbaus/Küsteningenieurwesens sind stark auf die nationalen Märkte ausgerichtet.

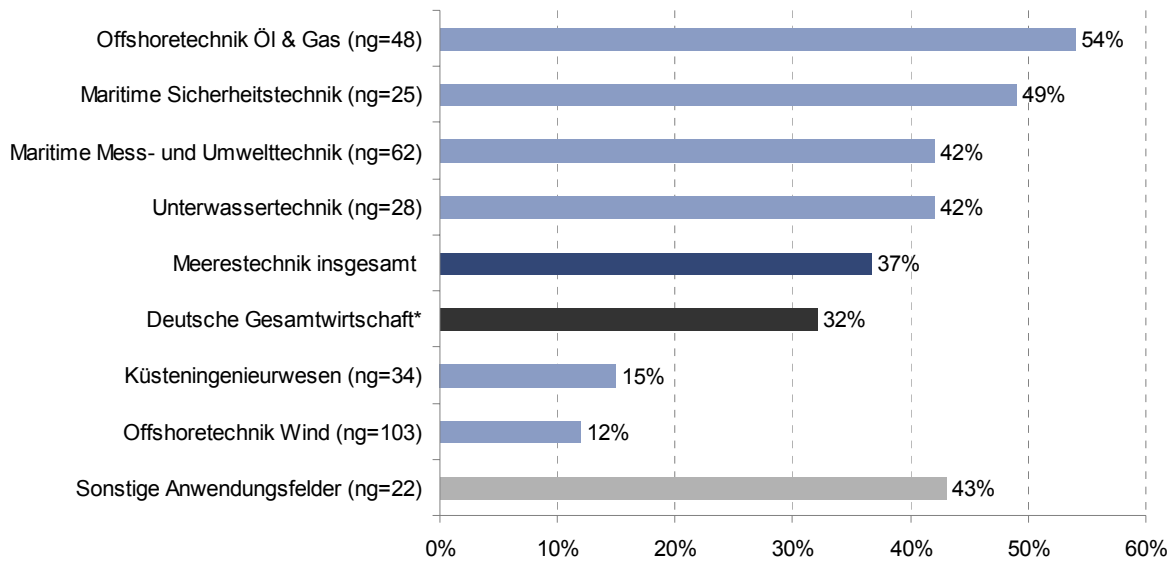


Abbildung 12: Exportanteil am meerestechnischen Umsatz

Quelle: Betriebsbefragung: N=209, n=163; hochgerechnet: Ng=448.

Darstellung ohne Eis- und Polartechnik, Marikultur und Hydrographie.

* Umsatzsteuerstatistik: Exportquote als Anteil der steuerfreien Lieferungen u. Leistungen mit Vorsteuerabzug an Lieferungen u. Leistungen insgesamt

Europa spielt als Absatzmarkt die bedeutendste Rolle

Gemessen am Anteil des Auslandumsatzes ist Europa mit über 55 % der bedeutendste Absatzmarkt der deutschen meerestechnischen Wirtschaft. In Abbildung 13 ist die regionale Verteilung der meerestechnischen Auslandumsätze im Jahr 2008 dargestellt. Insbesondere treten Norwegen mit 22 %, Großbritannien (18 %) und das übrige europäische Ausland hervor. Neben Europa gehören vor allem der arabische Raum aber auch Nordamerika und China mit einem Anteil von mehr als 3 % zu den wichtigsten Absatzmärkten.

Rund 17% der meerestechnischen Umsätze wird im übrigen Ausland erwirtschaftet. Dahinter verbergen sich im Wesentlichen umsatzstarke Betriebe aus dem Bereich Offshore Öl und Gas, die im Rahmen internationaler Projekte (z. B. Ostseepipeline Nord Stream) agieren. Die in diesem Kontext erzielten Umsätze können daher nicht einer bestimmten Region zugeordnet werden.

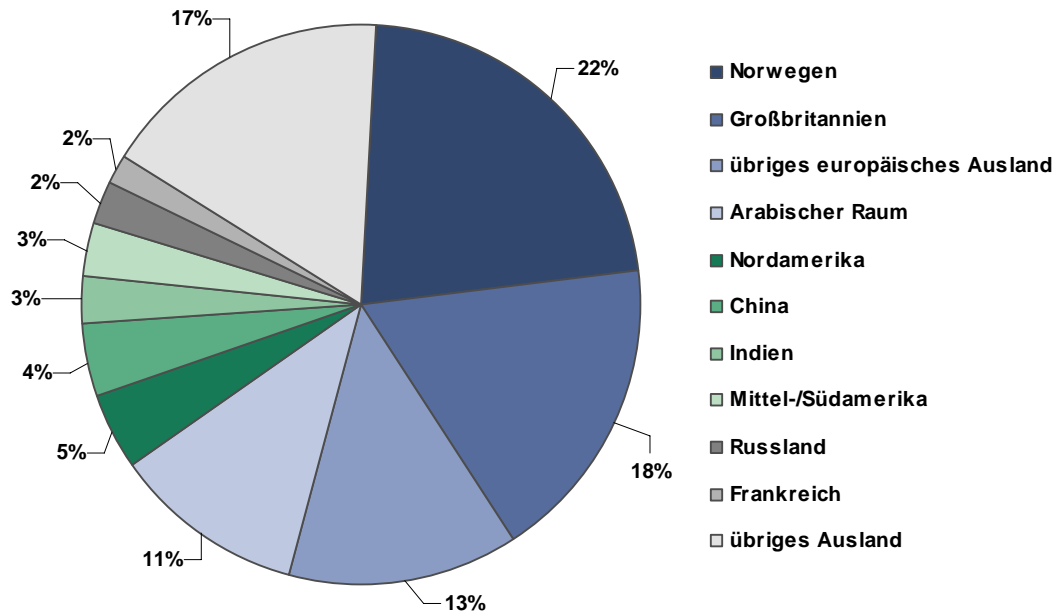


Abbildung 13: Regionale Verteilung der meeres-technischen Auslandsumsätze – Anteile in Prozent (2008)

Quelle: Betriebsbefragung: N=209, n=171; hochgerechnet: Ng=448

Nachfrage aus Deutschland wird bis 2020 am stärksten wachsen

Mehr als die Hälfte aller Unternehmen erwarten bis zum Jahre 2020 einen leichten bis starken Anstieg der Nachfrage nach eigenen Produkten und Dienstleistungen auf dem heimischen Markt (vgl. Abbildung 14). Mit einer ähnlich hohen Nachfrageentwicklung wird auch in Großbritannien, China, Indien, Norwegen, dem übrigen Europa sowie in Nord-, Mittel- und Südamerika gerechnet. Auch für die übrigen Regionen wird überwiegend eine gleichbleibende bis leicht ansteigende Entwicklung der Nachfrage nach eigenen Produkten und Dienstleistungen prognostiziert.

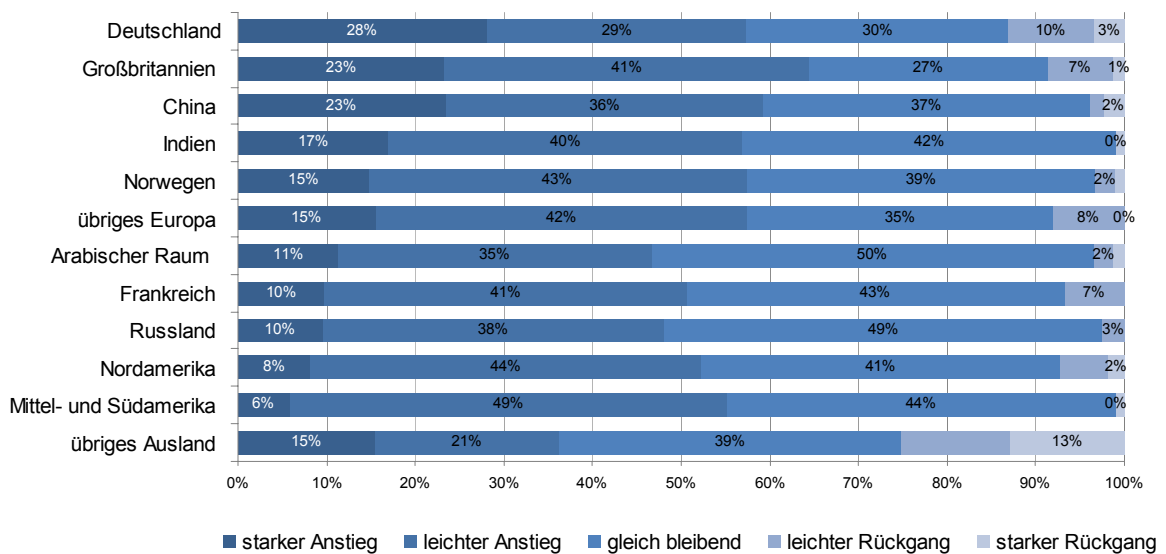


Abbildung 14: Entwicklung der Nachfrage nach meeres-technischen Produkten und Dienstleistungen in einzelnen Absatzgebieten bis 2020

Quelle: Betriebsbefragung: N=209, n=159; hochgerechnet: Ng=448

Überdurchschnittlich hohe Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten

Der Anteil der Betriebe, die kontinuierlich oder gelegentlich Forschungs- und Entwicklungs- (FuE-) Aktivitäten in der Meerestechnik durchführen (38 bzw. 29 %), ist in allen Anwendungsfeldern im Vergleich zur deutschen Gesamtwirtschaft (12 bzw. 11 %) sowie zur gesamten maritimen Wirtschaft in Deutschland (24 bzw. 16 %) überdurchschnittlich hoch (vgl. Abbildung 15).

Kontinuierlich forschen und entwickeln vor allem die Betriebe der Maritimen Mess- und Umwelttechnik, Offshoretechnik Öl & Gas sowie Unterwassertechnik. In den Anwendungsfeldern Maritime Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik sowie Küsteningenieurwesen dominieren hingegen die gelegentlichen FuE-Aktivitäten.

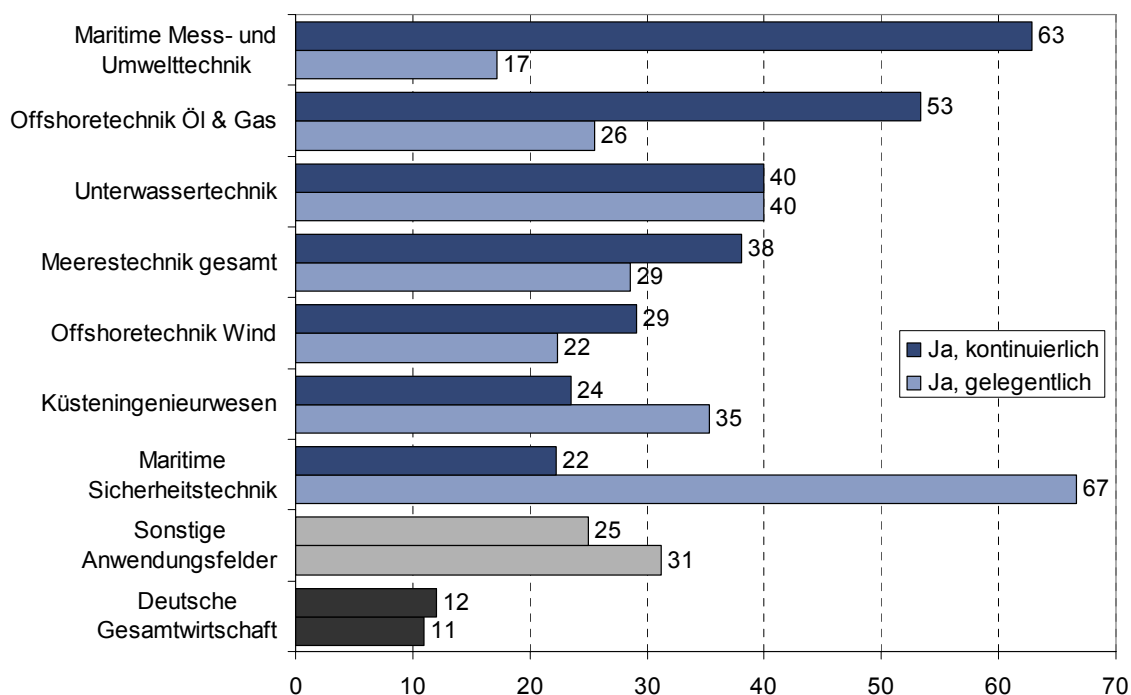


Abbildung 15: Anteil der Betriebe, die im Zeitraum 2005 bis 2008 kontinuierlich oder gelegentlich Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Bereich der Meerestechnik durchgeführt haben

Quelle: Betriebsbefragung: N=209, n=173; hochgerechnet: Ng=448
Darstellung ohne Marikultur sowie Eis- und Polartechnik.

* Stifterverband 2010: Anteil der Unternehmen mit FuE-Aktivitäten im Jahr 2008

Überdurchschnittlicher Anteil an Aufwendungen für Forschung und Entwicklung

Die Aufwendungen für Forschung und Entwicklung (FuE) gemessen am Umsatz sind in der Maritimen Mess- und Umwelttechnik am höchsten. Hier lagen die im Jahr 2008 erbrachten Aufwendungen bei rund 9 % des Umsatzes (vgl. Abbildung 16). Dies ist Ausdruck der starken Forschungsintensität des Anwendungsfeldes.

Der hohe Entwicklungsaufwand in der maritimen Mess- und Umwelttechnik ist u. a. auf die Anpassung marktgängiger Komponenten und Produkte an die spezifischen Kundenbedürfnisse in der Meeresforschungstechnik zurückzuführen. Im Durchschnitt entsprechen die FuE-Aufwendungen der Meerestechnik der Innovationsintensität der deutschen Gesamtwirtschaft (2,6 %) (vgl. ZEW 2010).

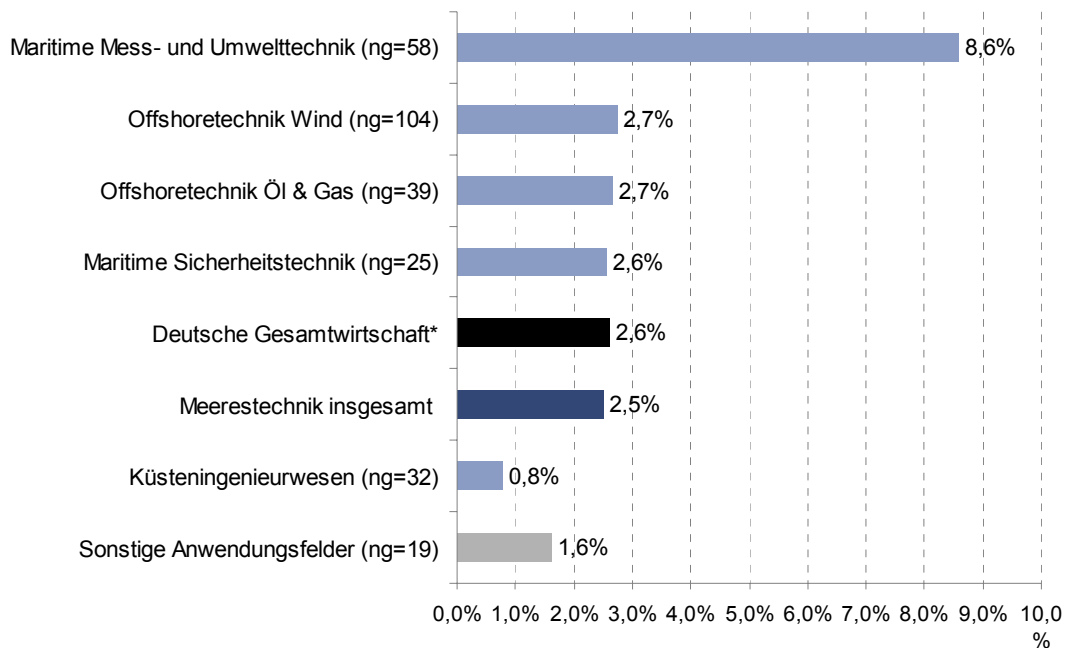


Abbildung 16: Aufwendungen für Forschung und Entwicklung gemessen am Umsatz in den Anwendungsfeldern der Meerestechnik

Quelle: Betriebsbefragung: N=209, n=157; hochgerechnet: Ng=448

Darstellung ohne Marikultur, Eis- und Polartechnik sowie Unterwassertechnik.

* ZEW 2010, Innovationsbefragung 2009; Innovationsintensität als Anteil der Innovationsaufwendungen an den Umsätzen

Im Vergleich zur Gesamtwirtschaft überdurchschnittlich hohe Innovatorenquote

Der Anteil der Betriebe, die in den letzten drei Jahren Produkt- oder Prozessinnovationen durchgeführt haben, liegt in der Meerestechnik mit 72 % deutlich oberhalb des Wertes für die deutsche Gesamtwirtschaft (2008: 47 %) sowie für die gesamte maritime Wirtschaft in Deutschland (66 %). Nahezu alle befragten Betriebe der Maritimen Mess- und Umwelttechnik (97 %) gaben an, in den vergangenen Jahren erfolgreich neue Produkte oder Prozesse eingeführt zu haben. Weitere Anwendungsfelder mit einer hohen Innovatorenquote sind die Maritime Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik, die Offshoretechnik Öl & Gas sowie die Unterwassertechnik. Auch die Bereiche Marikultur, Offshoretechnik Wind sowie Küsteningenieurwesen haben deutlich mehr Produkt- und Prozessinnovationen hervorgebracht, als die deutsche Gesamtwirtschaft (vgl. Abbildung 17).

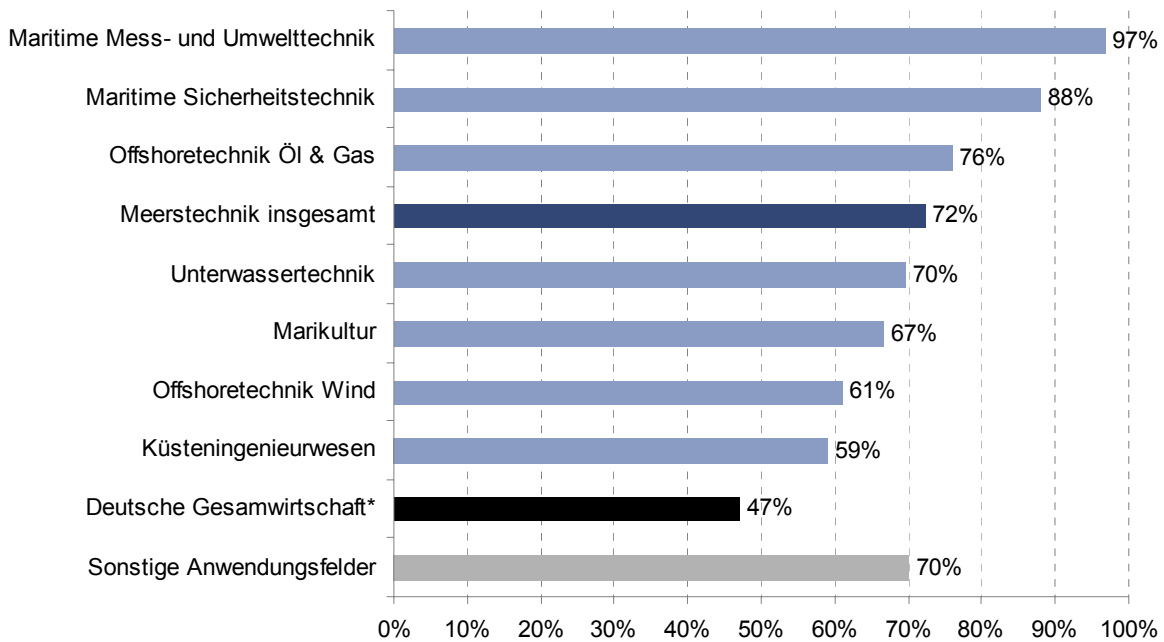


Abbildung 17: Innovatorenquote: Anteil der Betriebe, die in den letzten drei Jahren Produkt- oder Prozessinnovationen durchgeführt haben nach Anwendungsfeld

Quelle: Betriebsbefragung: N=209, n=170, hochgerechnet: Ng=448.

Darstellung ohne Eis- und Polartechnik sowie Meeresenergie.

*Stifterverband 2010: Innovationsquote als Anteil der Unternehmen mit Prozess- oder Produktinnovationen an allen Unternehmen

Bedeutende Technologien für die Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen

Die Energietechnik, der Tief- und Sonderbau, die Kommunikationstechnik (Daten, Funk), die Sicherheitstechnik (Zugang, Kennzeichnung) sowie die Meteorologie zählen über alle Anwendungsfelder der Meerestechnik betrachtet zu den bedeutendsten Technologien für die Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen (vgl. Abbildung 18). Über 60 % der Betriebe stufen diese Technologiefelder als wichtig oder sogar sehr wichtig für ihr eigenes Anwendungsfeld ein. Aber auch weitere Technologien wie die Geophysik, die submarine Produktionstechnik, Strömungsdynamik, submarine Fahrzeuge, Kommunikationstechnik (Navigation), Wasserreinhaltung und Überwachung (Radar, optisch) werden von rund der Hälfte der Betriebe als bedeutsam eingestuft (zur Bedeutung ausgewählter Technologien für einzelne Anwendungsfelder siehe Kap. 5).

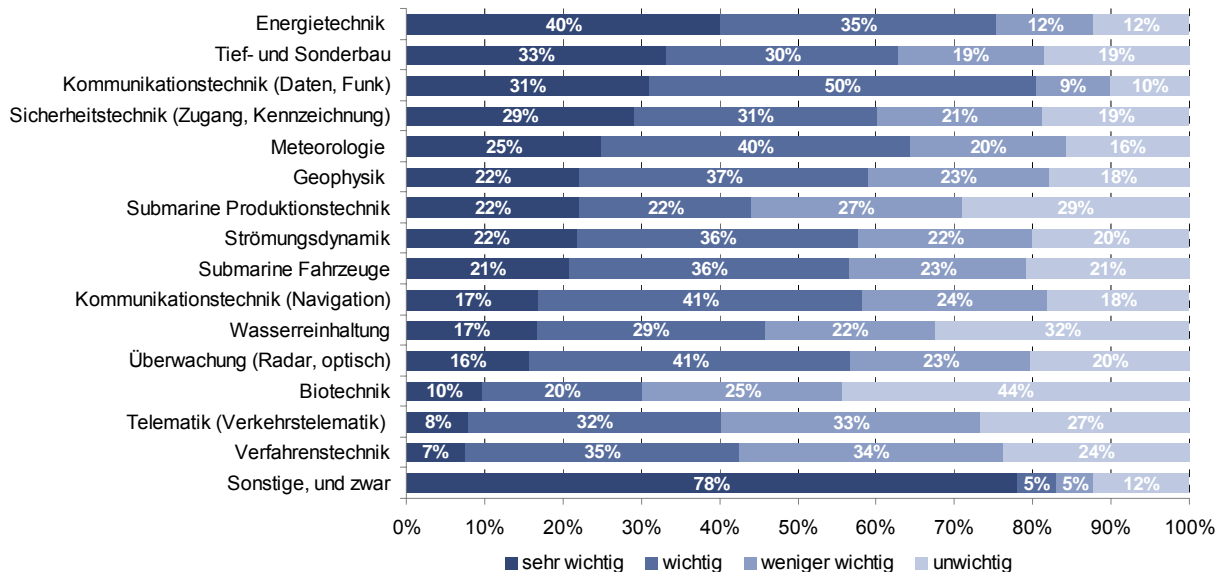


Abbildung 18: Bedeutung einzelner Technologien für die Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen in den Anwendungsfeldern der Meerestechnik

Quelle: Betriebsbefragung: N=209, n=163; hochgerechnet: Ng=448

Die größten Innovationshemmnisse

Zu den größten Innovationshemmnissen zählen aus Sicht der meeres-technischen Wirtschaft ein zu hohes wirtschaftliches Risiko, fehlende Finanzierungsmöglichkeiten sowie eine einschränkende Gesetzgebung. Darüber hinaus werden auch der Fachkräftemangel sowie die Marktbeherrschung anderer Unternehmen von mehr als drei Vierteln der Betriebe als Hemmnis angesehen. Nicht zuletzt werden auch ungenügende Kenntnisse des Marktes von zahlreichen Betrieben als Innovationshemmnis benannt. Dies ist u. a. Ausdruck der heterogenen Struktur dieses jungen Wirtschaftsbereichs (vgl. Abbildung 19). Ein ähnliches Bild zeichnet sich auch in der gesamten maritimen Wirtschaft ab. Als größtes Innovationshemmnis werden dort jedoch fehlende Finanzierungsmöglichkeiten angegeben. Darüber hinaus werden das wirtschaftliche Risiko sowie der Fachkräftemangel als große Hemmnisse angesehen.

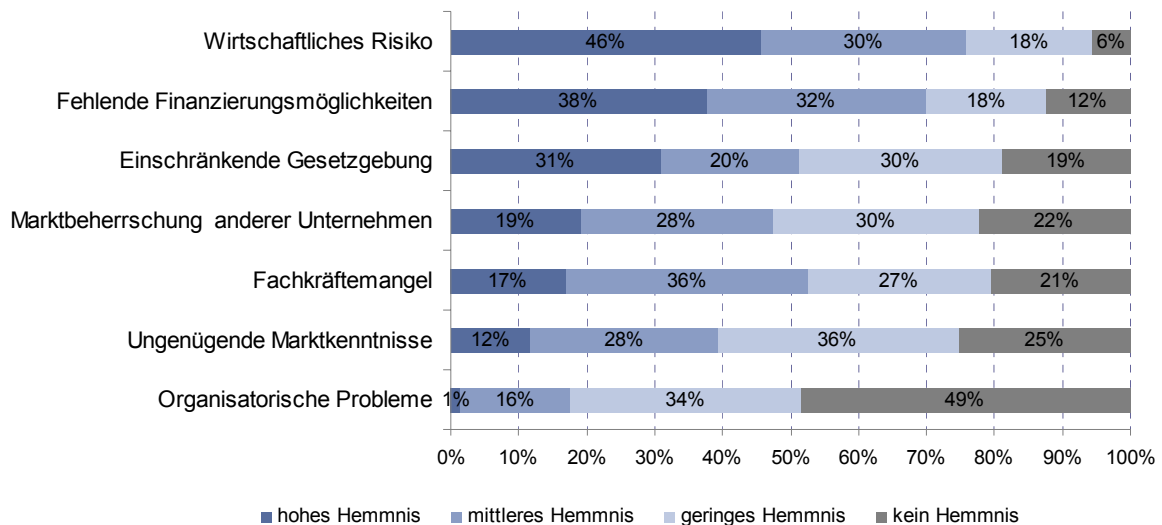


Abbildung 19: Die größten Innovationshemmnisse in der deutschen Meerestechnik

Quelle: Betriebsbefragung: N=209, n=157; hochgerechnet: Ng=448

5. Anwendungsfelder der Meerestechnik

Ausgangspunkt der in dieser Studie betrachteten Anwendungsfelder (vgl. Abbildung 20) ist das in Kapitel 2 vorgestellte Portfolio der meeres-technischen Segmente. Näher betrachtet werden in diesem Kapitel:

- Offshoretechnik Öl & Gas (inklusive der Eis- und Polartechnik)
- Offshoretechnik Wind
- Unterwassertechnik
- Küsteningenieurwesen
- Maritime Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik
- Maritime Mess- und Umwelttechnik (Meeresforschungstechnik, Hydrographie, Maritime Umwelttechnik)
- Marikultur
- Meeresenergie



Abbildung 20: Im Rahmen der Studie betrachtete Anwendungsfelder der Meerestechnik

Quelle: Eigene Darstellung

Auswahl der betrachteten Felder

Es werden nicht alle der in Kapitel 2 vorgestellten meeres-technischen Segmente in dieser Studie einzeln betrachtet. Bestimmte Segmente werden aus unterschiedlichen Gründen weggelassen, mit geringerer Intensität betrachtet oder in Kapiteln zusammengefasst. Zu diesen Gründen im Einzelnen:

**Marine
Mineralische
Rohstoffe**

Die Gewinnung und Verarbeitung von marinen mineralischen Rohstoffen (Meeresbergbau) werden in dieser Studie nicht betrachtet. Im Juli 2009 wurde zu den marinen mineralischen Rohstoffen die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie und dem Niedersächsischen Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr in Auftrag gegebene „Studie mit dem Ziel eines Aktionsplans für den Bereich Marine Mineralische Rohstoffe“ vorgelegt. Diese Studie enthält Angaben zum Status quo des globalen Marktes für marine mineralische Rohstoffe sowie zur aktuellen Standortbestimmung deutscher Akteure. Im Fokus der Betrachtung stehen zukünftige Entwicklungen der Technologien und Ausrüstungen zu Erkundung, Förderung, Transport und Aufbereitung von marinen mineralischen Rohstoffen. Die dort abgeleiteten Empfehlungen werden als ein Baustein in den „Nationalen Masterplan Maritime Technologien“ einfließen.

Meeresenergie

Das Anwendungsfeld „Meeresenergie“ wird hier mit geringerer Intensität betrachtet, denn es wurde aktuell im Rahmen der „Meeresenergie“ intensiv untersucht. Die Studie wurde 2010 für das Bundesumweltministerium erstellt und wird Grundlage für die zu diesem Thema in vorliegender Studie zu beschreibenden Inhalte sein.

**Maritime Mess-
und Umwelttechnik**

Die Felder „Maritime Umwelttechnik“, „Meeresforschungstechnik“ und „Hydrographie“ werden in dieser Studie im Kapitel „Maritime Mess- und Umwelttechnik“ gemeinsam betrachtet. Grund dafür sind die starken Überschneidungen der von den Unternehmen angebotenen Produkte und Dienstleistungen für alle drei Anwendungsfelder. Der Großteil der Leistungen beschäftigt sich mit der Erfassung von Eigenschaften, Phänomenen und Vorgängen im Meer und am Meeresboden; der Verarbeitung der gewonnenen Daten und Informationen sowie der Entwicklung dafür notwendiger technischer Ausrüstungen. Im Kapitel „Maritime Mess- und Umwelttechnik“ wird auf spezifische Entwicklungen, Märkte und Wachstumschancen der einzelnen Felder hingewiesen. Insbesondere wird hier die Umwelttechnik als Zukunftsfeld der Meerestechnik gesondert und vertieft untersucht.

**Eis- und Polartechnik
hier im Kapitel „Offshore-
technik Öl und Gas“**

Im Rahmen dieser Studie wird nicht die gesamte „Eis- und Polartechnik“ sondern nur das Teilsegment der Gewinnung von Öl und Gas betrachtet. Deswegen ist sie in dieser Studie dem Anwendungsfeld „Offshoretechnik Öl und Gas“ zugeordnet. Weitere Bereiche der „Eis- und Polartechnik“ wie die Entwicklung innovativer Verfahren zur Exploration und Gewinnung anderer Rohstoffe sowie deren Transport über den Seeweg oder durch Pipelines in arktischen Gebieten sind nicht Gegenstand der Betrachtung.

5.1 Offshoretechnik Öl und Gas

Maßgebliche Trends

Das folgende Unterkapitel zur Offshoreförderung von Öl und Gas beleuchtet zunächst allgemein die internationale Situation aus wirtschaftlicher und technologischer Sicht in diesem Anwendungsfeld und zeigt die technologischen Herausforderungen der Zukunft auf.

Im weiteren Verlauf des Unterkapitels widmen sich die Analysen speziell der deutschen Offshore-Öl- und Gasindustrie. Basierend auf den Ergebnissen der schriftlichen Befragungen wird aufgezeigt, in welchen Technologiefeldern und in welchen Märkten deutsche Unternehmen aktiv sind, wie sie sich in der Wertschöpfungskette positionieren, wie die deutschen Unternehmen die zukünftigen Entwicklungspotenziale einschätzen und in welchen Feldern im Bereich Offshore Öl und Gas in Deutschland geforscht wird.

Die Erarbeitung des Kapitels Offshoretechnik Öl und Gas geht von folgenden Trends aus, die aus der Fachliteratur und den Expertengesprächen deutlich wurden:

- Von Öl zu Gas
- Von Onshore zu Offshore bei der Exploration neuer Felder
- Von flacheren in tiefere Gewässer
- Steigender Bedarf erzeugt hohen Marktdruck
- Technologisches Know-how nicht bei den großen Ölgesellschaften sondern bei Service-Unternehmen
- Steigende Ausgaben bei Anlagen und Pipelines
- Weg von Integrierten Services & Construction, zu „best in class“-Services
- Mangel an Ingenieurspezialisten für Tiefwasser wird ein akutes Problem
- Ökologische Nachhaltigkeit gewinnt neben der ökonomischen Nachhaltigkeit zunehmend an Bedeutung
- Großes Zukunftspotenzial bei Gashydraten

Diese Trends werden im folgenden Unterkapitel näher beschrieben und erläutert.

5.1.1 Setting the Scene

Offshore Öl & Gas – Reserven und Ressourcen sowie deren räumliche Verteilung

Setting the Scene (Internationale Ist-Situation)

Im Hinblick auf den gesellschaftlichen Wandel zum Thema Ressourcenverbrauch und Nachhaltigkeit wurden in Politik, Wissenschaft und Wirtschaft in den letzten Jahren regelmäßig die Ressourcen Erdöl und Erdgas im Bezug auf den Umfang ihrer Lagerstätten und ihrer damit einhergehenden zukünftigen Erschöpfung thematisiert. Die stetig wachsende Weltbevölkerung, verbunden mit dem starken Wirtschaftswachstum in Ostasien, gibt der Wissenschaft die Grundlage zur Prognose bis wann die Rohstoffe Erdöl und Erdgas noch reichen könnten. Diese Prognosen beruhen vor allem auf den vorhandenen Daten über Reserven und Ressourcen der beiden Rohstoffe.²

Die Angaben unterschiedlicher Energieinstitutionen und -Unternehmen variieren bei ihrer Einschätzung und Hochrechnung der internationalen Erdöl- und Erdgasressourcen und -reserven deutlich. Eine aktuelle Studie aus dem Jahr 2009 der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) geht von einem Ressourcenumfang von 91,53 Gt für den Rohstoff Erdöl (konventionell) und von 239,37 Bill.m³ für den Rohstoff Erdgas aus. Dem gegenüber stehen 159,9 Gt Erdölreserven und 188 Bill.m³ Erdgasreserven (BGR 2009a, S.17 u. 20). Dies zeigt, dass der größere Teil der heute bekannten Erdölvorräte bereits erschlossen ist. Für den Rohstoff Erdgas hingegen ist das größere Potenzial aus wirtschaftlichen und technologischen Gründen noch nicht erschlossen.

Von den 159,9 Gt erschlossenen Erdölreserven entfallen 41 Gt (26 %) auf die Offshoreförderung. 11Gt lagern dabei im Tiefenwasserbereich mit mehr als 500 m Wassertiefe (BGR2009a, S.37).

Geographische Verteilung der Offshore-Erdöl- und Gasreserven

Die derzeit größten Offshoreressourcen und -reserven an Erdöl und Erdgas befinden sich im Nahen Osten, allerdings nicht im Tiefenwasserbereich (vgl. Abbildung 21). Die meisten Offshorefelder hingegen liegen im sogenannten „Goldenen Dreieck“, welches aus dem Golf von Mexiko, Südamerika und Westafrika besteht. Gerade in diesen Regionen gab es in den Jahren von 2000 bis 2007 einen überproportionalen Zuwachs an Offshorefeldern, von ursprünglich 44 auf 157 (BGR 2009b S.44).³ Derzeit befinden sich alleine im Golf von Mexiko etwa 6.000 Förderplattformen (vgl. Oldag / Liebrich 2010). Im Gegensatz zu den Offshorelagerstätten im Nahen Osten sind die Lagerstätten im „Goldenen Dreieck“ oft kleiner und liegen in größeren Wassertiefen. Zusammenfassend verteilen sich die Rohstoffe Erdöl und Erdgas auf wenige Länder und Regionen.

² Als Reserven wird der Anteil an Erdöl und Erdgas bezeichnet, der unter heutigen wirtschaftlichen und technischen Voraussetzungen erschlossen werden kann. Ressourcen hingegen sind nicht eindeutig nachgewiesene Lagerstätten, oder solche, die unter heutigen technischen und vor allem wirtschaftlichen Voraussetzungen noch nicht erschlossen werden können.

³ Dies entspricht einem prozentualen Zuwachs von 257 % und stellt zugleich eine damit verbundene Ausweitung der weltweiten Reserven dar.

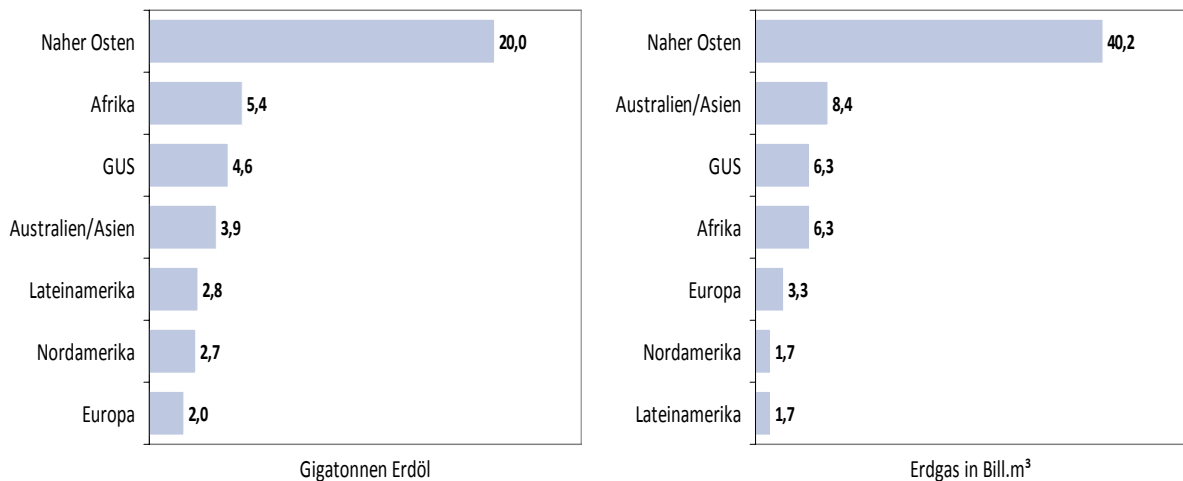


Abbildung 21: Verteilung der Offshorereserven von Erdöl und Erdgas

Quelle: Eigene Darstellung nach BGR (2009b), S.39 u. 77

Nordsee wichtigstes Offshoregebiet in Europa

In Europa ist die Nordsee wichtigstes Erdöl- und Erdgasfördergebiet. Neben dem Golf von Mexiko war die Nordsee im Jahr 2007 mit insgesamt 210 Mio. t gefördertem Erdöl das ergiebigste Offshorefördergebiet der Welt. Das Gesamtvolumen der Offshorereserven Europas wird auf ca. 1 Gt Erdöl geschätzt (vgl. BGR 2009b S. 45).

Große Teile des Offshorepotenzials noch nicht erschlossen

Die nachfolgende Karte zeigt bereits vorhandene und entstehende Tiefwasser-Offshoregebiete weltweit (vgl. Abbildung 22). Große Teile des weltweiten Offshorepotenzials sind noch nicht erschlossen, zum Teil aus Gründen der Wirtschaftlichkeit, zum Teil aber auch wegen fehlender technischer Lösungen für die Tiefwasser-Förderung. Hierzu zählen bedeutende Vorkommen vor der Atlantikküste Südamerikas und Nordwestafrikas sowie im ägyptischen Nildelta und vor den Küsten Indiens.

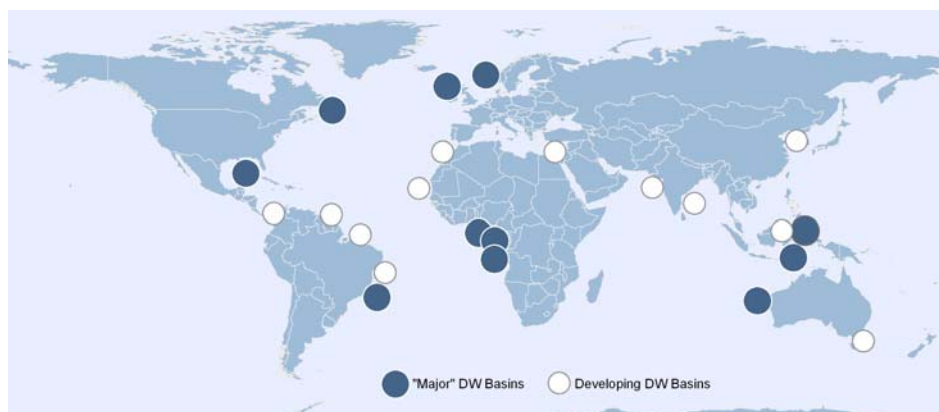


Abbildung 22: Öl und Gaspotenzial im Tiefenwasser

Quelle: IEA 2005, S. 66; eigene Darstellung

Nachfrage nach Erdöl und Erdgas

Energiebedarf muss bis 2030 zu 80 % aus fossilen Energieträgern abgedeckt werden

Die Nachfrage nach Erdöl und Erdgas ist eine wichtige Determinante in der Entwicklung der Offshoretechnik Öl und Gas. Der Bedarf nach Erdöl und Erdgas ist in der Vergangenheit gestiegen und wird auch in Zukunft kontinuierlich ansteigen. Insgesamt wird bis 2030 mit einer

Steigerung des Energiebedarfs um 55 % gerechnet (Bangert, H./Bloed, P. 2008). Gleichzeitig prognostizieren Experten, dass der Energiebedarf bis 2030 zu mehr als 80 % aus fossilen Energieträgern abgedeckt werden muss (vgl. Deutscher Bundestag 2009, S. 18). Die Preisentwicklung der Ressourcen Öl und Gas ist die Ursache für die Ausweitung der Offshoreaktivitäten. Durch eine höhere Nachfrage können, bei gleichzeitiger Verknappung beider Ressourcen, deutlich höhere Preise erzielt werden – ein Anreiz für Unternehmen der Offshoretechnik Öl und Gas in immer größere Wassertiefen vorzudringen.

Neue Förderrekorde an Öl und Gas

Entsprechend der Nachfrage sind auch die Fördermengen an Erdöl und Erdgas sowohl Offshore als auch Onshore kontinuierlich gestiegen. Sie liegen heute bei ca. 4 Mrd. Tonnen Erdöl sowie 3,17 Mrd. m³ Erdgas jährlich.

Nur jede dritte oder vierte Bohrung erfolgreich

Der hohe Marktdruck zwingt die Mineralölgesellschaften zunehmend neue Quellen zu finden und zu fördern. Die Suche nach neuen Lagerstätten gestaltet sich jedoch zunehmend schwieriger. Die nachfolgende Grafik zeigt auf, dass immer weniger Erfolge bei der Suche nach neuen Ölfeldern verzeichnet werden (vgl. Abbildung 23). Bis 1960 wurde pro Aufschlussbohrung (New Field Wildcat) im Mittel etwa vierzig Mal mehr Öl gefunden als in den Jahren seit 2000 (vgl. RON 2008). Die gefundenen Lagerstätten werden dabei zunehmend kleiner. Im Schnitt führt nur jede dritte oder vierte Probebohrung zu einer abbauwürdigen Lagerstätte (vgl. Merkel 2005). Aufgrund der steigenden Öl- und Gaspreise wird die Förderung in früher als unwirtschaftlich angesehenen Gebieten zunehmend lukrativer. Die Förderung von Erdöl und Erdgas verlagert sich durch die kontinuierlich steigende Nachfrage zunehmend in den Offshorebereich und erreicht immer größere Wassertiefen⁴.

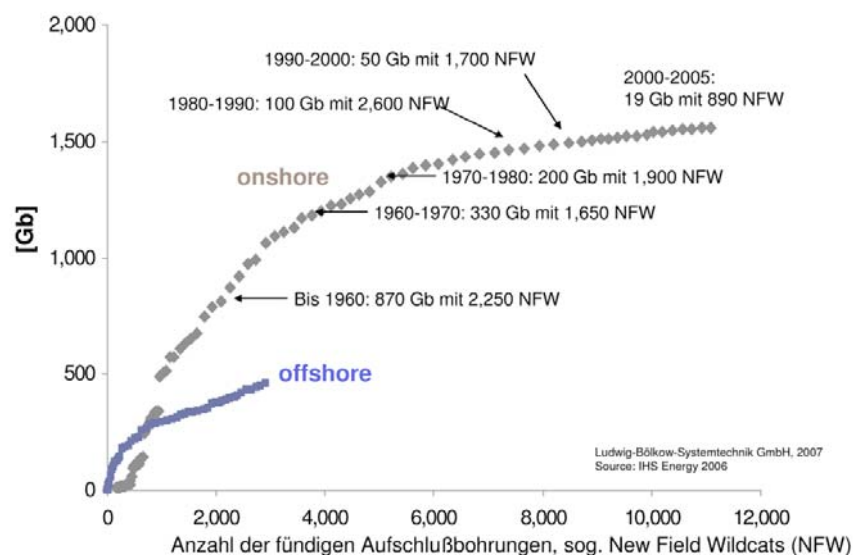


Abbildung 23: Erfolgreiche Aufschlussbohrungen seit Beginn der Ölförderung

Quelle: Rhombos-Online-Nachrichten (RON) vom 22.05.2008

⁴ Die derzeit tiefste Offshorebohrung befindet sich im Cheyenne Gasfeld im Golf von Mexiko in einer Wassertiefe von 2.740m.

Der Öl und Gaspreis steigt weiter

Seit Januar 2003 gab es einen kumulativen Preisanstieg von 300 % bei Öl, 200 % bei gehandelter Kohle und 100 % bei Gas aus den USA (vgl. BP 2008b, S.3). Derzeit wird das Barrel Öl an der Börse zwischen 70 und 85 US-Dollar gehandelt (Stand Mai 2010). Aufgrund der zunehmenden Nachfrage nach Öl und Gas wird erwartet, dass die Preise für Öl und Gas langfristig weiter steigen werden. Die Höhe des Ölpreises ist für die Offshoreförderung essentiell. Eine Offshoreförderung ist je nach Tiefe und Beschaffenheit des Areals zurzeit gewinnbringend, wenn der zu erzielende Preis für das Barrel Öl bei rund 60 Dollar liegt (vgl. Anastassiou 2009), denn eine einzige Offshoreprobebohrung zur Sondierung neuer Lagerstätten liegt oftmals bei 50 Millionen Dollar (vgl. Merkel 2005).

Die internationale Unternehmenslandschaft

Weniger private Ölgesellschaften

Die internationale Unternehmenslandschaft im Öl- und Gassektor hat sich in den letzten Jahrzehnten stark verändert. Im Laufe der Zeit ist die Zahl privater Ölgesellschaften (IOC) deutlich zurückgegangen. Über 80 % aller Mineralölgesellschaften sind derzeit in staatlicher Hand (vgl. BGR 2009b, S. 42). Die Ursache dieser Entwicklung liegt in der staatlichen Kontrolle der Ressourcen. Um wertvolle Einnahmen nicht zu verlieren, werden staatseigene Gesellschaften (NOC) bei der Produktion bevorzugt. Dadurch reduzieren sich die Zugänge für die verbliebenen IOC für leicht abbaubare Lagerstätten aus dem Flachwasserbereich und drängt diese wiederum in die zeit- und kostenintensiveren Abbaugelände im Tiefwasserbereich.

Umsatzstärkste Unternehmen aus Öl- und Gasbranche

Unter den zehn umsatzstärksten Unternehmen des Geschäftsjahres 2009 befinden sich nach dem Ranking des Fortune Magazines insgesamt sieben Mineralölgesellschaften (vgl. Fortune Global 500 2010). Von diesen sieben Unternehmen sind sechs Unternehmen (ExxonMobil, Royal Dutch Shell, BP, Chevron Texaco, Total und ConocoPhillips) in Privatbesitz (vgl. Abbildung 24). Die Umsätze der staatlichen Unternehmen (NOC) sind zumeist nicht öffentlich. Im direkten Vergleich mit den IOC sind NOC jedoch vom Umsatzvolumen mindestens als gleichwertig und gegebenenfalls sogar umsatzstärker einzuschätzen. Die NOC Saudi Aramco beispielsweise wäre, wenn sie denn ein privatwirtschaftlich börsennotiertes Unternehmen wäre, das wertvollste Unternehmen der Welt an der Börse (vgl. Bethge et al. 2010)

Ein weiteres Beispiel einer umsatzstarken NOC ist Petrobras. Petrobras in Brasilien ist eine halbstaatliche Ölgesellschaft und besitzt in Bacia de Campos das weltweit größte Tiefwasserlaboratorium zur Erforschung und Entwicklung neuer Technologien der Offshore-Exploration und Förderung in Tiefwassergebieten. Gleichzeitig verfügt Petrobras über die größte Flotte an Bohrinselfen und -schiffen und will bis in das Jahr 2014 223 Milliarden US-Dollar in die Tiefseeförderung investieren (vgl. Burghardt 2010). Petrobras ist sehr bemüht, über sämtliche benötigte Services zum Betreiben von Offshoreproduktionen selbst zu verfügen und erweitert in diesem Zusammenhang zunehmend die eigenen Kompetenzen.

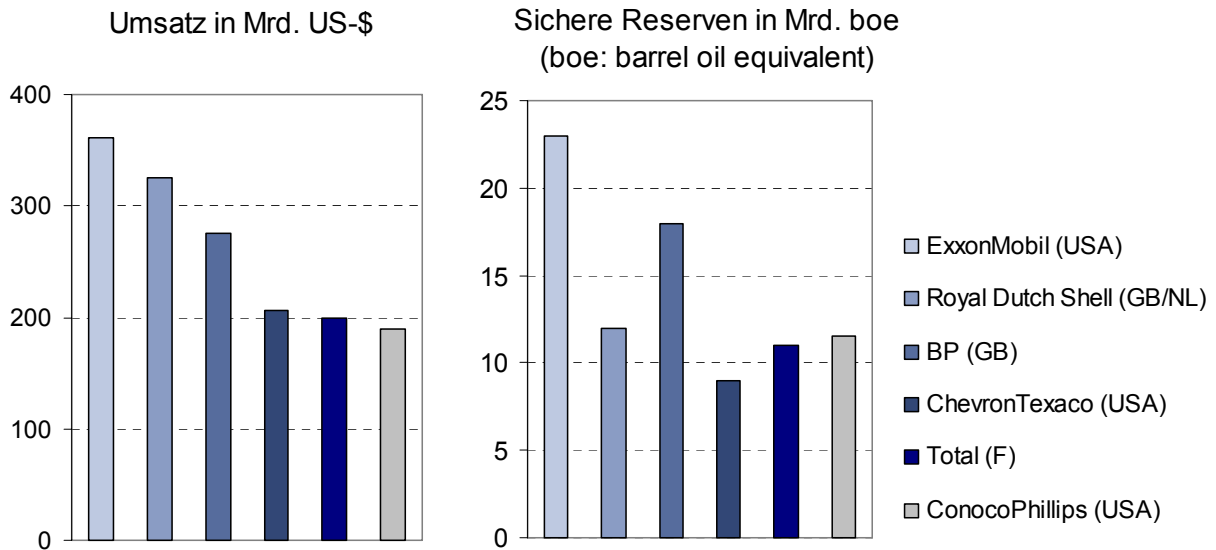


Abbildung 24: Die größten privaten Ölgesellschaften der Welt

Quelle: Eigene Darstellung nach BP 2008 S. 58

International bedeutende Offshore-Unternehmen

Die Unternehmenslandschaft im Bereich Offshoretechnik Öl und Gas ist geprägt durch die Ölgesellschaften, aber auch den Zuliefer- und Serviceunternehmen kommt eine bedeutende Rolle zu. Weltweit wichtige Zulieferer und Serviceunternehmen im Bereich Offshore Öl und Gas sind unter anderem Schlumberger, Halliburton, Baker Hughes, Transocean, Weatherford, Cameron oder CGG Veritas (vgl. PetroStrategies, 2010). Im Bereich der Offshoreprospektion und -exploration ist das französische Unternehmen CGG Veritas bei großen Offshoreprojekten zu einem der wichtigsten Projektpartner geworden. Das Tochterunternehmen Sercel ist derzeit Marktführer in der Entwicklung seismologischer Gerätschaften (vgl. Bangert, H./Bloed, P. 2008). Das Schweizer Unternehmen Transocean ist der größte Offshorespezialist der Welt mit einer großen Flotte an Bohrschiffen und Bohrinseln.

Eines der bedeutendsten Serviceunternehmen ist das amerikanisch-französische Unternehmen Schlumberger, das derzeit rund 35 % aller Öl-Dienstleistungen in Russland kontrolliert (vgl. Bangert, H./Bloed, P. 2008).

Eingesetzte Offshoretechnik – Die Prozesskette

Offshoretechnik Öl und Gas eng mit anderen Bereichen der Meerestechnik verknüpft

Die Offshoretechnik Öl und Gas ist geprägt von individuellen und komplexen technischen Lösungen. Sie ist eng mit anderen Bereichen der maritimen Technik verknüpft (z. B. Unterwassertechnik oder Hydrographie), so dass Innovationen aus der Offshoretechnik auch in anderen Bereichen der Meerestechnik ihre spätere Verbreitung finden. Schwerpunkte der Offshoretechnik sind Lagertechnik, Bohrtechnik und Produktionstechnik, feste und gegründete Plattformen/Systeme, schwimmende Plattformen sowie Unterwassersysteme. Dazu kommt noch eine Vielzahl weiterer Bereiche wie die Sicherheits- oder Umwelttechnik.

Prozesskette in der Offshoregewinnung von Öl und Gas

Die Förderung von Öl und Gas wird aus den bereits genannten Gründen zunehmend schwieriger. Besonders für die Offshoreförderung sind die Methoden aufwendig und kostenintensiv. Abbildung 25 zeigt die einzelnen Prozessschritte von der Prospektion und Exploration über die Förderung und den Transport bis hin zum Vertrieb von Offshore Öl und Gas.



Abbildung 25: Prozesskette in der Offshoregewinnung von Öl und Gas

Quelle: Eigene Darstellung

Prospektion

In den einzelnen Phasen der Offshoregewinnung von Öl und Gas kommen verschiedene Technologien zum Einsatz. In der ersten Phase, der sogenannten Prospektion, wird mit Hilfe geophysikalischer Messmethoden der Meeresboden auf potenzielle Lagerstätten von Erdöl und/oder Erdgas untersucht. Dazu wird in der Offshoreprospektion in der Regel die Reflexionsseismik angewandt. Durch Airguns erzeugte Schwingungen werden von Hydrophonen, die entweder an langen Schleppkabeln hinter Schiffen hergezogen oder am Meeresboden aufgestellt sind, aufgefangen und ausgewertet.

Die Offshoreprospektion ist zeit- und kostenintensiv. Ergebnis sind hochauflösende digitale 2D- oder sogar 3D-Karten des Untersuchungsgebietes. Bei Hinweisen auf eine Lagerstätte erfolgen weitere Untersuchungsschritte. Im Vergleich zur Onshoreprospektion mit rund 2.000 US-Dollar Kosten pro untersuchte Meile kostet die Offshoreprospektion mit rund 10.000 US-Dollar pro Meile das Fünffache.

Exploration

Verstärken zusätzliche Untersuchungen den Verdacht auf eine wirtschaftlich und technisch erschließbare Lagerstätte, werden Probebohrungen durchgeführt. Dabei gilt: je tiefer die Bohrung, desto größer die technischen Herausforderungen. In der Tiefsee liegen die Wassertemperaturen um den Gefrierpunkt während das Öl aus großen Tiefen kochend heiß zu Tage tritt. Um eine Lagerstätte wirklich effektiv zu erschließen, wird längst nicht mehr nur eine einzelne Bohrung unternommen. Das sogenannte „Richtbohren“ ermöglicht durch verstellbare und flexible Bohrköpfe auch eine horizontale Bohrung. Diese Bohrweise spart das Aufstellen von weiteren Plattformen nebst Mannschaft und reduziert die Kosten.

Insgesamt ist der gesamte Aufwand einer Exploration sehr hoch. Ein Bohrschiff verursacht Kosten zwischen 300.000 und 500.000 US-Dollar pro Tag⁵, die Gesamtkosten für Bohrschiff, Mannschaft und Ausrüstung belaufen sich auf mehrere Millionen Dollar täglich (vgl. Siemens 2008).

⁵ Laut ABN AMRO betrug die Rekordmiete eines Bohrschiffes des Unternehmens Transocean im Juli 2008 rund 625.000 US-Dollar pro Tag.

Förderung

Für die eigentliche Förderung werden je nach Wassertiefe unterschiedliche Arten von Förderplattformen oder Bohrschiffen eingesetzt (s. Abbildung 26).

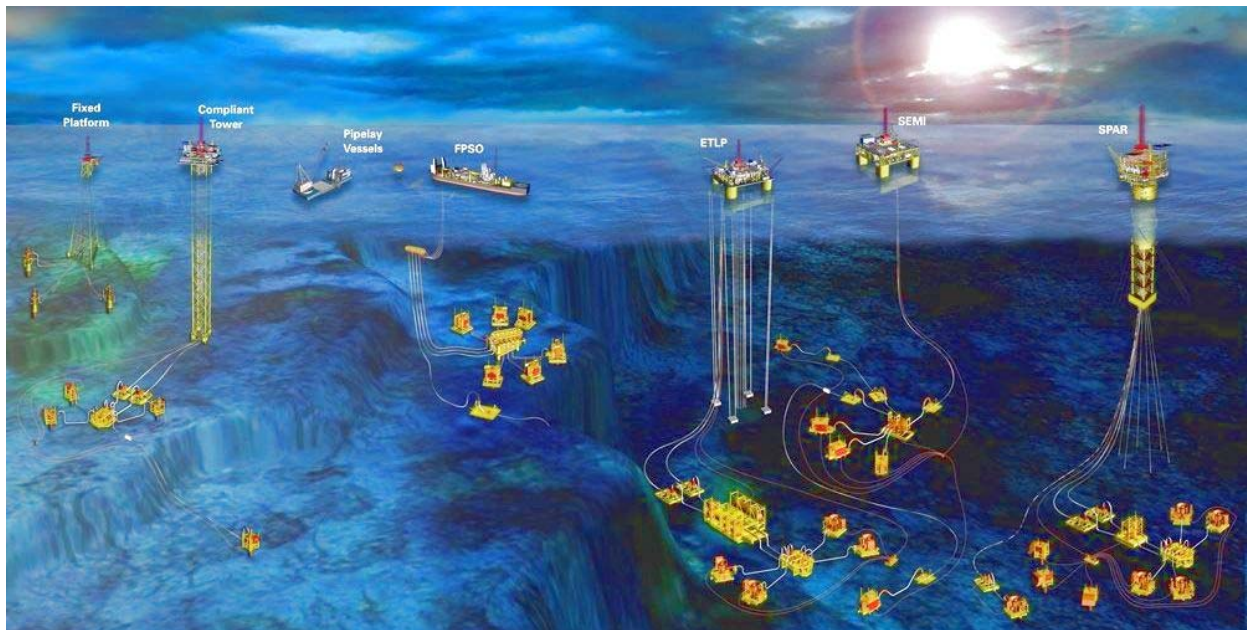


Abbildung 26: Typen von Förderplattformen

Quelle: nach FloaTEC, LLC; McDermott International Inc., 22.11.2010

Immer tiefere Gewässer erhöhen die technischen Herausforderungen der Öl- und Gasförderung. Ab einer gewissen Bohrtiefe ist der Druck auf das Gestein derart groß, dass der Bohrschacht mit Rohrwänden gestützt werden muss – durch das sogenannte „Casing“. Gleichzeitig müssen die Förderrohre Unterwasserströmungen trotzen und das Öl und Gas auf einer hohen Temperatur halten, da sich durch das kalte Meerwasser Gashydrate bilden könnten, die das Förderrohr verstopfen würden (vgl. Bethge et. al 2010). Zusätzlich muss der Druck zum Fördern des Gases oder Öles aufrechterhalten werden. Mit zunehmender Tiefe werden daher neue oder zusätzliche Spezialpumpen benötigt. Die Förderplattform selbst muss hohen Wellen und Wind trotzen können und die frei beweglichen Schiffe müssen mittels GPS, Bug- und Heckstrahlruder auf ihrer Position gehalten werden, um Schäden am Bohrgestänge zu vermeiden. Diese können Kosten von mehreren zehn Millionen Dollar verursachen (vgl. Siemens 2008).

In tieferen Gewässern wird vielfach das Verfahren der Floating Production eingesetzt. Bei diesem Verfahren werden eine oder mehrere Bohrplattformen mit einer Floating Production Storage and Offloading Unit (FPSO) verbunden. FPSO sind Schiffe, die Erdöl oder Erdgas fördern oder lagern können. Gleichzeitig dienen sie als Verladeplattform auf weitere Tanker zum Transport.

Transport

Auf den Förderplattformen und Bohrschiffen wird das Öl und Gas zunächst in Tanks gelagert und später auf Tanker weiterverladen. Förderplattformen können zudem durch Pipelines mit dem Festland verbunden sein.

Flüssigerdgas LNG erst über große Distanzen wirtschaftlich

Ein Bereich mit international hohem wirtschaftlichen Potenzial ist Flüssigerdgas oder auch LNG (liquid natural gas), welches durch Abkühlungsprozesse erzeugt wird. Dabei verringert sich das Volumen erheblich: Aus 600 Kubikmetern Erdgas wird ein Kubikmeter LNG (vgl. EON Ruhrgas 2009). Das Erdgas kann durch diese Technologie direkt an den Offshore-Anlagen transportfähig gemacht werden und verhindert so die Abhängigkeit von leitungsgebundenen Transportsystemen. Da die Verflüssigung von Erdgas derzeit noch sehr energie- und damit kostenintensiv ist, ist diese Technologie erst beim Transport über größere Distanzen (ca. 2.000 Kilometer) wirtschaftlich zu betreiben.

Derzeit nur rund 50 % eines Ölfeldes maximal förderbar

Technologische Grenzen bei der Förderung

Derzeit ist nur rund die Hälfte eines Ölfeldes maximal förderbar (vgl. BASF 2006), da die Fördermengen wirtschaftlich und technologisch limitiert sind. Die Erdölförderung lässt sich in drei Phasen beschreiben. In der ersten Phase, der Primärförderung, können mit Hilfe des natürlichen Überdrucks in der Lagerstätte etwa 10 bis 20 % des Erdöls aus der Lagerstätte gefördert werden. Sobald dieser Druck nachlässt, setzt die zweite Förderphase ein. Die Sekundärförderung sorgt durch das Einpressen von Wasser oder Gas für den nötigen Förderdruck und ermöglicht es, weitere 15 bis 40 % zu fördern. Die letzte und kostenintensivste Phase ist die Tertiärförderung, in der durch das Einpressen von CO₂, die thermische Förderung (Dampfpluten oder Verbrennen) oder das chemische Fluten durch Chemikalien insgesamt weitere 5 bis 15 % Erdöl gewonnen werden können.

Technische Herausforderungen bei größeren Wasser- und Gesteinstiefen

Herausforderungen in der Offshoretechnik Öl und Gas

Die internationalen Rohstoffreserven sind direkt abhängig von der Forschung und der Entwicklung im Rohstoffsektor. Dies zeigen die über Jahrzehnte hinweg gestiegenen Reserven an Öl und Gas deutlich. Dabei stellt die zunehmende Tiefe der Bohrungen die Mineralölunternehmen vor große Herausforderungen, da die Temperatur im Schnitt um 30°C pro Kilometer steigt. In einer Tiefe von rund fünf Kilometern herrschen beispielsweise 160°C – eine Belastung für die Bohrgeräte. Zusätzlich steigt der Druck auf das Gestein und es werden die Poren des öl- und gasdurchlässigen Gesteins verschlossen. Dadurch kann das Erdöl nur sehr schwer gewonnen werden. Hinzu kommt, dass sich in extremen Tiefen das Erdöl unter den dortigen Temperaturen zersetzt und nur die Förderung von Erdgas möglich ist (vgl. Merkel 2005).

Der hohe Gesteinsdruck droht auch den Förderschacht immer wieder zum Einsturz zu bringen. Eine derzeit in der Forschung befindliche Technologie, die den Bohrschacht stabilisieren soll, ist die Mud-to-cement technology. Der Bohrschlamm soll durch das Beimischen von Chemikalien eine harte Struktur am Rand des Bohrschachtes einnehmen und ihn so stabilisieren. Dies würde das bereits genannte „Casing“ (vgl. Seite 45) mit Rohren überflüssig machen und Zeit und Kosten einsparen.

Eine weitere Herausforderung stellt die unterschiedliche und auch wechselnde Konsistenz des geförderten Öles oder Gases dar. Pumpen müssen daher in der Lage sein, unabhängig vom jeweiligen Aggregatzustand das Gemisch aus Öl und Gas nebst Bohrschlamm und Wasser zu fördern. Dies ermöglichen Mehrphasenpumpen, deren Technologie stetig weiterentwickelt wird.

Neben Offshore-Aktivitäten in extremen Wassertiefen ist auch sehr flaches Wasser in den Fokus der Technologienentwicklung gerückt. Im Kaspischen Meer sind neue Lagerstätten entdeckt worden, die aufgrund des flachen Wassers neue Herausforderungen an die Förderung stellen. Des Weiteren wird erwartet, dass die neuen Herausforderungen zu steigenden Ausgaben bei Anlagen und Pipelines führen werden. Die zentralen Technologien in Sicherheit, Bohr- und Fördertechnik sind bei den großen Öl- und Gasunternehmen nur eingeschränkt vorhanden. Experten sehen dies als Folge über Jahre hinweg fehlender Investitionen in die Offshoreforschung der großen Unternehmen. In diesem Zusammenhang haben sich Servicefirmen, die die notwendigen technologischen Lösungen anbieten zu strategisch unersetzbaren Partnern gemacht. Daher wird erwartet, dass die Preise für Leistungen der Serviceunternehmen in den kommenden Jahren steigen werden. Gleichzeitig macht sich der Mangel an spezialisierten Ingenieuren bemerkbar, welche besonders für den Bereich des Tiefenwassers benötigt werden (vgl. Longrée, W-D. 2003).

Die großen Herausforderungen der Zukunft

In Anbetracht dessen, dass Öl und Gas die dominierenden Ressourcen bis ins Jahr 2030 sein werden, steht die Öl- und Gasindustrie vor großen Herausforderungen für die Zukunft. Die Internationale Energieagentur (IEA) stellt die zentralen Herausforderungen wie folgt dar:

„Das zentrale Problem sind nicht die Grenzen der geologischen Ressourcen. Die überwiegenden Fragen kreisen heute um die Technologie, die Preise und die Politik, die die riesigen Ressourcen der Welt wirtschaftlich erschließbar und zu erwiesenen Reserven machen.“ (vgl. IEA 2005, S.14).

Die zentralen Herausforderungen in der Offshoretechnik Öl und Gas liegen:

- in einem wachsenden Bedarf an Personal, Wissen und Kapital,
- in großen technischen Herausforderungen im Tiefenwasser und Ultra-Tiefenwasser (deep and ultra-deep water) sowie in der Erschließung von tief vergrabenen und zunehmend komplexeren Reservoirs durch den hohen Bedarf an Öl und Gas,
- im Abbau von Öl und Gas auch in arktischen Regionen, wo Regierungen den Abbau für wünschenswert halten,
- in den wenigen verbliebenen, entlegenen und unentdeckten Lagerstätten,
- in der Erschließung kleinerer Lagerstätten in bekannten Regionen,

- im Verpressen von CO₂ im Bereich EOR (Enhanced Oil Recovery) um einen positiven Beitrag zur Klimaproblematik zu leisten sowie
- in der Erhöhung der Fördermenge durch neue Technologien (vgl. ebenda).

Autarke Unterwasserstationen und synthetische Öle und Gase

Forschung und Entwicklung

An diesen zentralen Herausforderungen setzen die derzeitigen weltweiten FuE-Aktivitäten an. Forschungsschwerpunkt sind völlig autarke Unterwasserstationen, die selbstständig Öl und Gas fördern und über Pipelinesysteme an Land in eine Aufbereitungsanlage befördern. Erste Anlagen dieser Art sind im Ormen Lange Gasfeld vor Norwegen im Jahr 2007 und im Ölfeld Caratinga vor Brasilien in Betrieb gegangen.

Große Forschungsvorhaben der Zukunft sind Wassertiefe, Offshore-technik in Polarregionen und Gashydrate. Auch nicht-konventionelle, synthetische Öle und Gase durch Bakterien und Algen werden derzeit erforscht und könnten bei Erfolg zukünftig einen Einfluss auf das Angebot und den zukünftigen Bedarf an Offshoretechnologien haben. Bis dahin wird die Offshoretechnologie im Öl- und Gassektor noch jahrzehntelang benötigt werden. Die Forschung versucht daher die hohen Betriebskosten durch schnellere und effektivere Fördermethoden zu senken.

5.1.2 Gashydrate

Ressource mit großem Zukunftspotenzial

Im Bereich des nicht-konventionellen Erdgases⁶ rückt zunehmend der Rohstoff Gashydrat, und hier insbesondere Methanhydrat, in den Fokus der Wissenschaft. Die Bezeichnung Gashydrat steht für feste, eisähnliche Verbindungen, die aus Wasser- und Gasmolekülen gebildet werden und in den arktischen Permafrostgebieten sowie im Meeresboden auftreten. Im Meer sind Gashydrate erst bei einer Temperatur von 0°C und einer Wassertiefe ab 400 m stabil (vgl. IFM Geomar 2010). Mit zunehmender Tiefe gleicht der steigende Druck auch höhere Temperaturen aus und das Gashydrat bleibt stabil. Gashydrate können bis zu einer Sedimenttiefe von 1.000 m in den Meeren vorkommen. Die Potenziale der Gashydrate als Energieressource sind generell noch weitestgehend unbekannt. Expertenschätzungen gehen gegenwärtig von Gashydratvorkommen von 2.000 bis 3.000 Gt Kohlenstoff aus. Es würde sich demzufolge um Vorräte handeln, die insgesamt mehr Energie liefern als alle heute bekannten und verbrauchten konventionellen Lagerstätten von Kohle, Erdöl und Erdgas zusammen (vgl. BMWi 2008).

Gashydrate: an fast allen Kontinentalrändern zu finden

Die bei weitem höchsten Methan-Anteile werden an den Kontinentalrändern gebildet, wo durch hohe Planktonproduktivität der Ozeane und durch hohe Sedimentationsraten große Mengen von organischem

⁶ Zu den nicht konventionellen Gasen zählen Kohleflözgas, Aquifergas, Erdgas aus dichten Speichern und Gashydrate (vgl. BGR 2000).

Material im Sediment für die Gasbildung zur Verfügung gestellt werden.⁷ Daher sind Gashydrate an fast allen passiven und aktiven Kontinentalrändern der Welt zu finden, aber auch im Kaspischen Meer, im Schwarzen Meer, im Mittelmeer und im Baikalsee (vgl. IFM GEOMAR). Deutschland hingegen besitzt aufgrund der nicht ausreichenden Meerestiefen von Nord- und Ostsee keine eigenen Lagerstätten von Gashydraten. Bisher wurden weltweit ca. 20 Vorkommen über direkte Proben nachgewiesen, weitere 80 Standorte wurden anhand von geochemischen, geophysikalischen und geologischen Anhaltspunkten aufgespürt (vgl. Groth 2008, S. 5; MARUM 2006, S. 155). Die folgende Karte zeigt die weltweite Verteilung entdeckter, vermuteter und potenzieller Gashydrat-Vorkommen (vgl. Abbildung 27).



Abbildung 27: Weltweite Verteilung der Gashydratvorkommen

Quelle: BMWi 2008, S. 4, eigene Darstellung

Von besonderer Bedeutung sind Methanhydrate. Methan ist Hauptbestandteil von Erdgas. Durch die stabile Gitterstruktur eines Gashydrates kann eine große Konzentration an Methan innerhalb des Gashydrates gespeichert sein.

Erste internationale Forschungsvorhaben zum Methanhydratabbau haben bereits begonnen

Die kommerzielle Produktion von Erdgas aus Methanhydrat hat bisher noch nicht begonnen. Vor allem in Ländern mit geringen bzw. zur Neige gehenden Vorkommen an Rohstoffen werden jedoch Anstrengungen zur Nutzung von Methanhydraten forciert. Die Forschung an leichter zugänglichen Permafrostgebieten ist partiell relativ weit fortgeschritten. Als eines der ambitioniertesten Projekte gilt das vor der arktischen Küste Kanadas von einem internationalen Forschungsverbund (USA, Japan, Indien, Deutschland) initiierte Forschungsprojekt Mallik. Über dieses Projekt hinaus werden von mehreren Staaten Forschungsinitiativen auf nationaler Ebene durchgeführt. Länder mit langfristig angelegten Forschungsprogrammen zum Methanhydratabbau sind vor allem Industrieländer mit hochentwickelter Forschungsinfrastruktur wie die USA, Japan und Südkorea, sowie auch die Schwellen- bzw. Entwicklungsländer China und Indien. Japan weist besondere Ambitionen in

⁷ Im Ozean stammt das Methan zu einem großen Anteil aus dem fermentativen Abbau organischer Komponenten bzw. aus der bakteriellen CO₂-Reduktion in den Ablagerungen. Teilweise wird es aber auch durch thermokatalytische Umwandlungsprozesse in tieferen Sedimenten gebildet (vgl. IFM GEOMAR).

der Gashydratforschung auf, hat es doch mehr in die Methanhydratforschung investiert als alle anderen Staaten zusammen. Eine herausgehobene Stellung in der Erprobung des Gashydrateabbaus nimmt zudem Indien aufgrund der spektakulären Funde im Jahr 2006 ein. Im Rahmen des Indian National Gas Hydrate Program (NGHP) steht die Erforschung kosteneffizienter und sicherer Abbaumethoden im Fokus.

Deutschland besitzt keine eigenen Gashydratvorkommen, verfügt aber in der Meerestechnik über ein international anerkanntes Renommee und hat damit das Potenzial, sich an der Entwicklung einer ökonomisch sinnvollen und ökologisch vertretbaren Verwertung von Gashydrat zu beteiligen. In einem Verbundprojekt zwischen Wissenschaft und Industrie namens SUGAR (Submarine Gashydrat-Lagerstätten: Erkundung, Abbau und Transport) wird aktuell versucht, die Problematik der CO₂-Speicherung mit der Gashydratgewinnung in einem kombinierten Ansatz zu vernetzen. Vordergründig ist bei der Gashydratforschung somit der Umweltaspekt, während die Frage der Energieversorgungssicherheit weiterhin nachrangig bleibt (vgl. BGR 2008, S.6ff; Groth 2008, S.8).

Herausforderungen beim Abbau von Methanhydraten

Marine Methanhydratvorkommen sind sehr unzugänglich, und die technischen Schwierigkeiten bei der Extraktion des Methans sind noch nicht umfassend gelöst. Gashydrate können mit Hilfe der Reflexionsseismik in den Schelfrändern der Ozeane ausgemacht werden. Bei der Diskussion um potenzielle Fördermöglichkeiten gehen alle realistisch erscheinenden Ansätze von Methoden aus, bei denen das Gashydrat bereits im Gestein „geschmolzen“ bzw. instabil gemacht wird. Dies kann durch die Herabsetzung des Drucks oder durch Wärmezufuhr geschehen. Diese Techniken werden auch in einer kombinierten Anwendung derzeit erprobt. Eine weitere, und sehr effektive Technik ist die Injektion von Methanol oder Glykol. Aufgrund der hohen Kostenintensität beim Einsatz von Methanol und Glykol wird nach alternativen Substanzen gesucht um die Wirtschaftlichkeit zu steigern.

Selektive Anpassung der Fördertechnik erforderlich

Die Förderung von Gashydraten eignet sich besonders in Vorkommen, die sich in Gesteinen mit einer hohen Durchlässigkeit befinden. Durch Produktionsbohrungen kann das mobilisierte Erdgas unter Verwendung bereits erprobter Techniken gefördert werden. Unrealistisch erscheinen bergbauliche Verfahren oder Tagebaue, da der zu erwartende Nutzen in keinem Verhältnis zu Aufwand und Umweltrisiko stünde und zudem das freigesetzte Erdgas aus Methanhydrat nur unter großen Verlusten aufgefangen werden könnte. Für eine gezielte Förderung von Erdgas aus Gashydrat muss über die schwierige Charakterisierung von Umfang und Inhalt der Lagerstätte hinaus eine Auswahl und selektive Anpassung der Fördertechnik erfolgen (vgl. BGR 2008, S. 3ff; Groth 2008, S. 8ff). Zurzeit werden in ersten Forschungsprojekten Fördertechniken geprüft und auf ihre Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit getestet.

Gashydratabbau birgt Umweltrisiken

Der Abbau von Methanhydraten ist mit ökologischen Risiken verbunden. Daher müssen neben den ökonomischen vor allem die klimatischen und geophysikalischen Implikationen beachtet werden.

Da Methan ein sehr wirksames Treibhausgas ist, muss ein Entweichen in die Atmosphäre verhindert werden. Ein starker Austritt des Gases würde die Methan- und Kohlenstoffdioxidkonzentration in den Ozeanen erhöhen und hätte langfristige Auswirkungen auf den Treibhauseffekt. Weiterhin müssen Auswirkungen auf eine mögliche Destabilisierung der Sedimente der Kontinentalhänge, an denen Methanhydratvorkommen in verstärkter Konzentration vorliegen, in Betracht gezogen werden. Sie weisen einen stabilen Verbund mit den örtlichen Sedimenten auf und haben einen signifikanten Einfluss auf die Stabilität des gesamten Hanges. Ein Abbau könnte die Hänge instabil machen und submarine Rutschungen nach sich ziehen, wodurch im Extremfall Tsunamis ausgelöst werden könnten (vgl. Groth 2008, S. 3ff).

**Baldiger Abbaubeginn
nicht wahrscheinlich**

Auf die Frage nach einem Beginn des kommerziellen Abbaus von Gashydraten herrscht in der Literatur Uneinigkeit. Bohrmann und Suess sehen einem raschen Beginn einer Offshoregewinnung von Gashydraten mit Skepsis entgegen. „Die Förderung aus den Weltmeeren mag zwar aufgrund der größeren Vorkommen attraktiver erscheinen als eine Förderung aus Permafrostlagern, ist aber aufgrund der ungleich schwierigeren Förderbedingungen, des Risikos und der bisher unbekanntem Umweltauswirkungen wirtschaftlich kurz- bis mittelfristig eher unwahrscheinlich. Eine Gasgewinnung aus Gashydraten in Permafrostgebieten, wie sie in geringen Mengen bereits in Sibirien existiert, könnte allerdings in der näheren Zukunft von Bedeutung sein.“ (Bohrmann / Suess 2004, S. 144f.).

Neben den Gashydraten ist die Gewinnung von Erdöl und Erdgas in Eis- und Polargebieten ein weiterer Bereich, der großes Potenzial für die Zukunft verspricht. Die Herausforderungen in der Eis- und Polartechnik werden im folgenden Exkurs unter diesem Blickwinkel beschrieben.

5.1.3 Eis- und Polartechnik für die Offshoretechnik Öl und Gas

**Erschließung fossiler
Rohstoffe in eisbedeck-
ten Gebieten**

Die Erschließung von Lagerstätten fossiler Rohstoffe in arktischen Gebieten gewinnt vor dem Hintergrund einer weltweiten Verknappung von Energieressourcen zunehmend an Bedeutung. Während die Exploration von Rohstoffvorkommen in der Arktis forciert wird, stellt hingegen der Antarktisvertrag sicher, dass in diesem Gebiet ausschließlich wissenschaftliche Forschung betrieben wird. In der Antarktis ist zwischen dem 60. und 90. Grad südlicher Breite die wirtschaftliche Ausbeutung untersagt.

**Elemente der Eis- und
Polartechnik**

Kernbestandteile der gesamten „Eis- und Polartechnik“ sind die Entwicklung innovativer Verfahren zur Exploration und Gewinnung von Erdöl und Erdgas wie auch anderer Rohstoffe sowie deren Transport über den Seeweg oder durch Pipelines. Das Anwendungsspektrum der Eis- und Polartechnik reicht von der Planung und Konstruktion eisfähiger (Offshore-) Plattformen und Bohrtechnologien über die Ausrüstung von eisbrechenden Tankern, Versorgungs- und Forschungsschiffen bis hin zum Aufbau einer stabilen Informations- und Kommunikationsinfrastruktur. Unmittelbar damit verbunden ist zudem der Einsatz modernster Techno-

logien zur Gewährleistung der Sicherheitsstandards sowie zur Erhöhung des Umweltschutzes sensibler Ökosysteme der Arktis und Antarktis. Die spezifischen technologischen Anforderungen in den genannten Anwendungsbereichen bewirken derzeit ein hohes Innovations- und Wachstumspotenzial in der Eis- und Polartechnik. Aufgrund der Entstehung neuer Handelswege (Nord-Ost-Passage) durch das Abschmelzen polarer Eismassen gewinnt auch die Eis-Routen-Optimierung in polaren Gebieten an Bedeutung für die maritime Wirtschaft.

Teilbetrachtung der Eis- und Polartechnik im Rahmen dieser Studie

Wie bereits in der Einleitung zu dem Kapitel 5 erwähnt, wird im Rahmen dieser Studie nicht die gesamte „Eis- und Polartechnik“ sondern nur das Teilsegment der Gewinnung von Öl und Gas betrachtet. Deswegen ist sie in dieser Studie dem Anwendungsfeld „Offshoretechnik Öl und Gas“ zugeordnet.

Internationale Entwicklungen in der Eis- und Polartechnik für die Offshoretechnik Öl und Gas

Verknappung fossiler Energieträger und Klimaveränderungen forcieren arktische Explorationen

Das bestehende Interesse an der Erschließung eisbedeckter Gebiete zur Ressourcengewinnung gründet sich maßgeblich auf den gestiegenen Weltmarktpreisen für Erdöl und Erdgas, dem weltweit erhöhten Bedarf an diesen Energieträgern sowie politischen Motiven im Hinblick auf eine stärkere Unabhängigkeit gegenüber dem Nahen Osten (strategische Ellipse). Forciert werden diese Entwicklungen durch die Auswirkungen des Klimawandels, da ein Abschmelzen der Eisdecke die Zugänglichkeit der Lagerstätten erleichtert. Gerade die räumliche Nähe zu den wichtigsten Energiemärkten in Europa, Nordamerika und Asien verstärkt das wirtschaftliche Interesse am Ressourcenabbau in der Arktis. Die Energieproduktion bietet vor allem für internationale Ölkonzerne beachtliche ökonomische Optionen. Laut Schätzungen von Experten befinden sich 30 % der bislang unentdeckten Erdgasvorräte und 13 % der unentdeckten Erdölvorräte im nördlichen Polargebiet (vgl. Süddeutsche Zeitung 2010). Die Rohstofferschließung in der Arktis erweist sich jedoch erst dann als eine realistische Option, wenn eine ökonomische Rentabilität sichergestellt ist. Vor dem Hintergrund steigender Rohölpreise ist dies in der Zukunft nicht auszuschließen.

Gefährdung hoch sensibler arktischer Ökosysteme

Des Weiteren stehen die Initiativen zur Gewinnung fossiler Energieträger in eisbedeckten Gebieten vor dem Hintergrund der Gefährdung höchst sensibler Ökosysteme in der Kritik. Verschmutzungen u. a. durch defekte Pipelines und Tankerunglücke bergen erhebliche Gefahren, da die Regenerationsfähigkeit arktischer Ökosysteme aufgrund niedriger Temperaturen und eines geringen Lichteinfalls deutlich verlangsamt ist. Das Unfallrisiko wird dabei durch die physischen und klimatischen Bedingungen noch erhöht, zudem erweist sich die Ölbekämpfung in polaren Regionen als äußerst schwierig. Schnelle und effektive Rettungsmaßnahmen sind in den arktischen Regionen kaum möglich, wie auch am Beispiel des Tankerunglücks der Exxon Valdez in Alaska deutlich wurde.

In der jüngsten Vergangenheit haben verheerende Unfälle zu einer verstärkten Verunsicherung beigetragen. Ölexplorationsbohrungen in äußerst sensiblen eisbedeckten Gewässern werden daher noch stärker

in der Kritik stehen. In der Folge ist von einer Verschärfung von Sicherheitsregularien auszugehen, die u. a. zum Ausbau des Einsatzes technischer Sicherungssysteme führen werden.

5.1.4 Innovationspotenziale und Technologien der deutschen Meerestechnik 2020 im Bereich der Offshoreförderung von Öl und Gas

Methodik

Die im folgendem dargestellten Analysen zur Offshoretechnik Öl und Gas in Deutschland beruhen auf den Ergebnissen der schriftlichen Befragung sowie aus geführten Interviews (vgl. Kapitel 3.2). Da die Offshorewirtschaft Öl und Gas durch ein Netzwerk an Zulieferfirmen und Dienstleistern geprägt ist, wurde eine Abgrenzung des Branchenbereichs Offshoretechnik Öl und Gas über den Unternehmensschwerpunkt vorgenommen. Im Rahmen der Befragung meeresstechnischer Unternehmen in Deutschland wurden so insgesamt 78 Unternehmen identifiziert, deren Schwerpunkt in der Offshoretechnik Öl und Gas liegt. Darüber hinaus gibt es dieselbe Anzahl an Unternehmen in Deutschland, die in einem ihrer Anwendungsfelder die Offshorewirtschaft Öl und Gas bedienen (s. Tabelle 3, S. 25), jedoch ihren Unternehmensschwerpunkt nach eigenen Angaben in anderen Wirtschaftsbereichen haben. Diese Unternehmen wurden daher dem Anwendungsfeld Offshoretechnik Öl und Gas nicht zugeordnet. Nach dem meeresstechnischen Anwendungsfeld Windenergie wurde somit für die Meerestechnik in Deutschland die zweitgrößte Anzahl an Unternehmen im Anwendungsfeld Offshoretechnik Öl und Gas identifiziert.

Deutschland großer Lizenznehmer im Ausland

Deutschland verfügt im internationalen Vergleich über geringe Mengen an Erdöl- und Erdgasressourcen und -reserven. Im Bereich der deutschen Hoheitsgewässer und der ausschließlichen Wirtschaftszone Deutschlands befinden sich lediglich die Offshoreplattformen Mittelplate 1 für Erdöl und A6-A für Erdgas. Beide sind in den letzten Jahren in Bezug auf ihre Fördermenge rückläufig und spielen im internationalen Vergleich keine bedeutende Rolle (vgl. WEG 2009). Es besteht daher nur ein sehr kleiner „heimischer Markt“ für Offshore-Erdöl- und Gasförderungen. Die wenigen deutschen Mineralölunternehmen sind jedoch zunehmend Lizenznehmer für Erdöl- und Erdgasförderungen im Ausland. In Norwegen und den Niederlanden zählen deutsche Unternehmen mittlerweile zu den größten Lizenznehmern, aber auch in Afrika und Südamerika werden zunehmend Lizenzen erworben. Sie agieren dabei als kleinerer Partner der großen privaten oder staatlichen Ölgesellschaften.

Die Mehrzahl der deutschen Unternehmen in der Offshoretechnik gehört nicht zu den Erdöl und Erdgas fördernden Mineralölgesellschaften sondern sind als Zulieferer oder Dienstleistungsunternehmen in der Offshoretechnik tätig. Hier sind auch Unternehmen zu finden, die den größten Teil ihres Umsatzes durch die Herstellung von Systemkomponenten für andere Wirtschaftszweige erzielen, für das Gesamtsystem einer Förderplattform jedoch von essentieller Bedeutung sind. Einige Beispiele hierfür sind Hersteller von Ventilen, Legierungen, Rohren oder Messinstrumenten.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über wirtschaftliche Kennzahlen der deutschen Offshoretechnik Öl und Gas.

Unternehmen in der Offshoretechnik Öl und Gas am umsatzstärksten

	Offshore-wirtschaft Öl und Gas	Entwicklung 2008 gegenüber 2005 (jährlicher Durchschnitt)	Anteil an der gesamten Meerestechnik
Unternehmen	78	k.A.	16,75 %
Umsatz	7,9 Mrd. €	+ 10 %	70,23 %
Beschäftigte	13.937	+1,2 %	53,10 %
Umsatz / Beschäftigte	570.467 ⁸ €	k.A.	-

Tabelle 4: Wirtschaftliche Kennzahlen der deutschen Offshoretechnik Öl und Gas

Quelle: Eigene Darstellung

Unternehmen schätzen den Weltmarktanteil auf 5 %

Die Unternehmen, deren Schwerpunkt im Anwendungsfeld Offshoretechnik Öl und Gas liegt, erwirtschafteten 2008 insgesamt 7,9 Mrd. Euro. Sie sind damit die mit Abstand umsatzstärksten in der deutschen Meerestechnik. Der Anteil der deutschen Offshoretechnik Öl und Gas am Weltmarkt wird von der Mehrheit der befragten Unternehmen auf etwa 4 % bis 6 % geschätzt. Diese Zahl ist als Näherungswert zu verstehen, der die Einschätzung der deutschen Unternehmen widerspiegelt und zumindest eine quantitative Orientierung bietet. In Bezug auf die weltweiten Ausgaben im Offshorebereich Öl und Gas, sowohl für Produktion als auch für Forschung und Entwicklung, berechnet das Unternehmen Douglas-Westwood für das Geschäftsjahr 2008 rund 250 Mrd. US-Dollar. Bis zum Jahr 2013 wird eine Steigerung auf 380 Mrd. US-Dollar erwartet (vgl. Douglas-Westwood, 2008).

Höchster Anteil der Mitarbeiter in der Meerestechnik

Offshore Öl und Gas ist damit der größte Bereich in der Meerestechnik weltweit. Die Offshoretechnik Öl und Gas in Deutschland spiegelt dieses Verhältnis wider. Mit insgesamt 13.937 Mitarbeitern im Jahr 2008 arbeiten 53,1 % aller Mitarbeiter in der Meerestechnik in der Offshoretechnik Öl und Gas, die somit den höchsten Anteil der Mitarbeiter in der Meerestechnik über alle Anwendungsfelder aufweist.

54 % des meeresstechnischen Umsatzes durch Export

Fast 54 % des meeresstechnischen Umsatzes in der Offshoretechnik Öl und Gas wird durch Export erzielt. Dies ist im direkten Vergleich mit anderen Bereichen der Meerestechnik ein hoher Wert und über 20 Prozentpunkte höher als der Durchschnitt der deutschen Gesamtwirtschaft mit 32,1 % (vgl. Destatis 2010). Die nachfolgende Tabelle zeigt die regionale Verteilung der Auslandsumsätze für das Jahr 2008.

⁸ Dieser hohe Wert ist bedingt durch die Stahlproduzenten in der Offshoretechnik Öl und Gas, die Stahl für Offshore-Pipelines fertigen. Deren Produktion ist weniger personal- als vielmehr technologieintensiv.

Land/Region	Regionale Verteilung der Auslandsumsätze 2008
Norwegen	35,3 %
Russland	0,6 %
Frankreich	0,4 %
Großbritannien	17,1 %
Übriges Europa	9,7 %
China	0,7 %
Indien	1,3 %
Arabischer Raum	9,6 %
Nordamerika	6,6 %
Mittel- und Südamerika	4,4 %
Übriges Ausland	14,3 %
Gesamt	100 %

Tabelle 5: Regionale Verteilung der Auslandsumsätze der deutschen Unternehmen in der Offshoretechnik Öl und Gas 2008 – Anteile am Auslandsumsatz in Prozent

Quelle: Eigene Darstellung

Bedeutendster Auslandsmarkt ist demnach Norwegen gefolgt von Großbritannien mit einigem Abstand. China und Indien sind derzeit eher kleinere Märkte. Hervorzuheben ist auch das übrige Ausland bei dem besonders in afrikanischen Offshoreregionen Umsätze erzielt werden. Russland spielt trotz großer Mengen an Energieressourcen eine untergeordnete Rolle, da der russische Onshore- den Offshoremarkt deutlich überwiegt.

Wie die Unternehmen die Entwicklung der Nachfrage in diesen Regionen bis zum Jahr 2020 einschätzen ist der folgenden Abbildung 28 zu entnehmen.

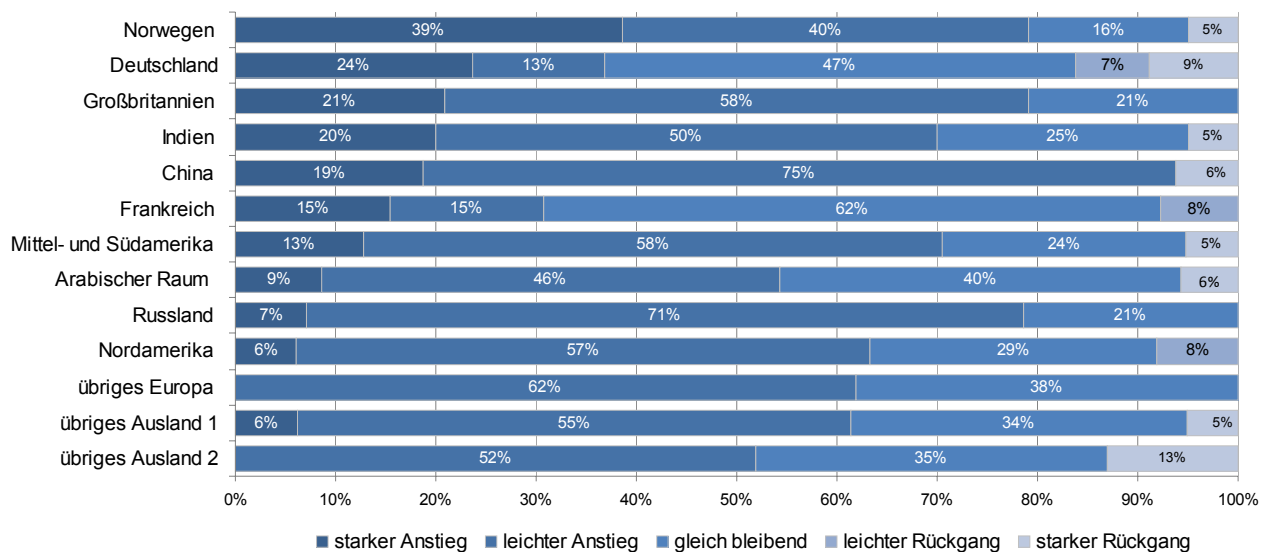


Abbildung 28: Entwicklung der Nachfrage bis 2020 im Anwendungsfeld Offshoretechnik Öl und Gas nach Regionen

Quelle: Eigene Darstellung

Insgesamt wird ein leichter Anstieg der Exportquote bis zum Jahr 2020 prognostiziert. Für Norwegen werden hingegen zukünftig deutlich mehr Aufträge erwartet als bisher. Auch aus Großbritannien wird mit einer steigenden Nachfrage nach deutscher Offshoretechnik Öl und Gas gerechnet. Für die Nachfrage aus China und Indien wird bei der überwiegenden Mehrheit der deutschen Unternehmen von zukünftig steigenden Umsätzen ausgegangen – diese Märkte zählen von ihrem Gesamtvolumen her derzeit allerdings nicht zu den bedeutenden Märkten der deutschen Offshoretechnik Öl und Gas.

Offshoretechnik Öl und Gas überwiegend kleine und mittlere Unternehmen

Die deutschen Unternehmen sind in der Offshoretechnik Öl und Gas allerdings mit den internationalen „Big Player“, die eine starke internationale Marktposition einnehmen (z. B. Noble Drilling aus den USA oder Transocean aus der Schweiz), nur schwer vergleichbar. Rund zwei Drittel der deutschen Unternehmen in der Offshoretechnik sind kleine und mittlere Betriebe (KMU) mit weniger als 250 Mitarbeitern. Gut ein Drittel der Unternehmen beschäftigt mehr als 250 Mitarbeiter und ist damit den großen Unternehmen zuzuordnen. Zu diesem großen Unternehmen gehören zum Beispiel die Dillinger Hütte GTS (Stahlproduzent, z. B. für Offshorepipelines), die Siemens AG (Offshorezulieferer und Systemintegrator), Wintershall AG (der größte deutsche Erdöl- und Erdgasproduzent, u. a. Betreiber der Ölplattform Mittelplate), RWE Dea (Exploration und Produktion von Erdöl und Erdgas, u. a. Betreiber der Ölplattform Mittelplate) oder auch Aker Wirth Solutions (Offshorezulieferer). Auf diese Unternehmen entfällt ein hoher Anteil des deutschen Umsatzes und der Beschäftigten im Anwendungsfeld Offshoretechnik Öl und Gas. Die Entwicklung dieser Unternehmen hat also darauf einen starken Einfluss.

Darüber hinaus sind die KMU für die Offshoretechnik Öl und Gas bedeutsam, die mit ihren jeweiligen Produkten zum Teil technologisch führend sind, wie beispielsweise die Menck GmbH im Bereich der Gründungstechnologie.

In Deutschland finden sich darüber hinaus auch teils wichtige Niederlassungen internationaler Servicegesellschaften. So hat Baker Hughes an seinem Standort in Celle jüngst ein Technologiezentrum für Richtbohrtechnik eröffnet. Das Unternehmen beschäftigt in Celle etwa 1.200 zumeist hoch qualifizierte Mitarbeiter.

Regionale Verteilung

Zentren der Offshoretechnik Öl und Gas heterogen verteilt

Die nachfolgende Karte verdeutlicht die Standorte der Betriebe in der Offshoretechnik Öl und Gas anhand ihrer Anzahl. Die Größe der Kreise symbolisiert die Anzahl der Betriebe auf Landkreisebene. Die Betriebe der Offshoretechnik Öl und Gas sind beispielsweise gegenüber der Windenergie in weitaus geringerem Maße an küstennahe Standorte gebunden. Die Standortstruktur dieses Anwendungsfeldes kennzeichnet eine sehr heterogene Verteilung über die nordwestlichen Bundesländer wie auch Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg und Bayern (vgl. Abbildung 29). Der überwiegende Teil der Akteure hat seinen Sitz dabei in Niedersachsen, Hamburg und Schleswig-Holstein, darunter größere Ölgesellschaften, Betriebe der Bohr- und Fördertechnik aber

auch Zulieferer und Ingenieurbüros. Mit Blick auf die räumliche Konzentration an Binnenstandorten ist insbesondere im Raum Celle-Hannover eine Verdichtung der Offshore-Industrie mit dem Schwerpunkt Bohrtechnik entstanden.

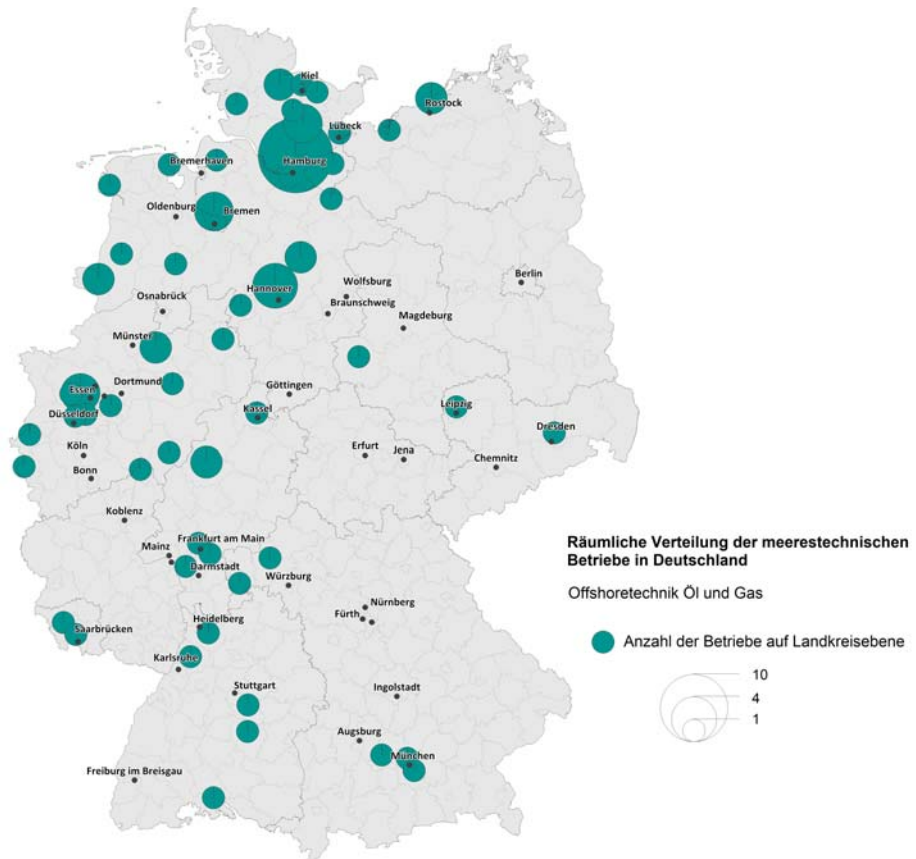


Abbildung 29: Räumliche Verteilung der meeres-technischen Betriebe im Anwendungsfeld Offshore-technik Öl und Gas in Deutschland

Quelle: Eigene Darstellung, 2010, n = 75 (Stand Oktober 2010).

Mitarbeiter und Bedarfe

Steigende Mitarbeiterzahlen bis 2015 erwartet

Die Unternehmen in der Offshore-technik Öl und Gas zeichnen sich durch die höchste Beschäftigungsquote in der meeres-technischen Wirtschaft Deutschlands aus. Durchschnittlich arbeiten 208 Mitarbeiter pro Betrieb in der Offshore-technik Öl und Gas. In Forschung und Entwicklung sind durchschnittlich gut 4 Mitarbeiter pro Unternehmen tätig.

In den Jahren 2005 bis 2008 ist die Mitarbeiterzahl in der Offshore-technik Öl und Gas gestiegen, im Folgejahr 2009 allerdings um 17 % zurückgegangen. Für das Jahr 2010 wird von rund der Hälfte der Unternehmen weitestgehend Stabilität mit gleichbleibenden Mitarbeiterzahlen erwartet, während 44 % mit einem Anstieg der Mitarbeiterzahlen rechnen. Nach 2010 gehen 58 % der Unternehmen der Branche von einem weiteren Anstieg der Mitarbeiterzahlen bis 2015 aus.

Überdurchschnittliches Qualifikationsniveau in der Offshore-technik Öl und Gas

Die komplexen Technologien und der ständige Drang nach technologischen Lösungen für die großen Herausforderungen in der Offshore-technik Öl und Gas setzen hohe Anforderungen an die Mitarbeiter in dem Anwendungsfeld voraus. Dies zeigt die geringe Anzahl an Mitarbeitern ohne abgeschlossene Berufsausbildung in der Offshore-technik

Öl und Gas (3 %). Im direkten Vergleich zur deutschen Gesamtwirtschaft ist das Qualifikationsniveau sehr hoch. Die Unternehmen in der Offshoretechnik Öl und Gas beschäftigen mit rund 54 % überwiegend Akademiker (Durchschnitt der deutschen Gesamtwirtschaft: 10,4 %) (vgl. BA 2009) und mit 43 % gewerblich-technische Facharbeiter mit einer abgeschlossenen Berufsausbildung (vgl. Abbildung 30).

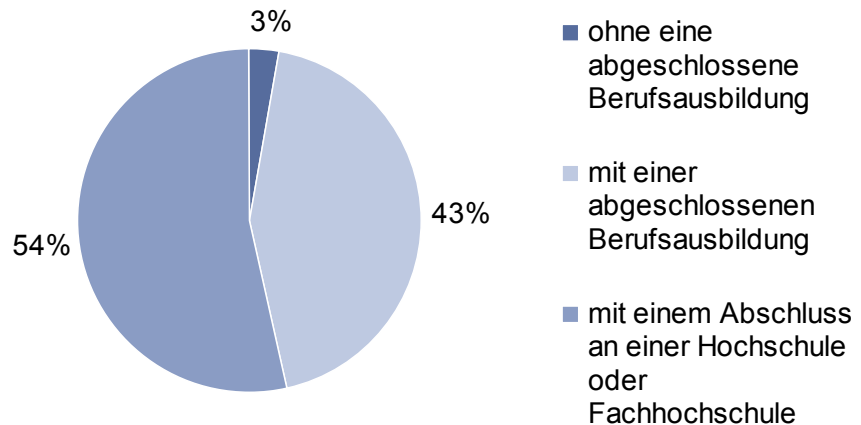


Abbildung 30: Qualifikationsniveau in der Offshoretechnik Öl und Gas in Deutschland

Quelle: Eigene Darstellung, 2010

Ausbildungsbetriebsquote in der Offshoretechnik Öl und Gas bei 65 %

Die Offshoretechnik Öl und Gas hat einen hohen Bedarf an gut ausgebildeten Fachkräften. Im Vergleich zu den anderen meerestechnischen Technologien werden in den Unternehmen der Offshoretechnik Öl und Gas viele Fachkräfte ausgebildet. 65 % der Unternehmen bilden eigene Fachkräfte aus (Gesamtwirtschaft 24 %), insgesamt 1.633 im Jahr 2008. Diese Zahl bezieht sich jedoch auf die Unternehmen als Ganzes über alle Tätigkeitsbereiche hinweg und gibt nicht nur die Zahl der Auszubildenden im Bereich Offshoretechnik Öl und Gas wieder. Im Durchschnitt werden pro Betrieb 49 Mitarbeiter zu Fachkräften ausgebildet, wobei besonders die großen Unternehmen eine hohe Anzahl an Auszubildenden verzeichnen. Zum Vergleich: Die durchschnittliche Ausbildungsquote der deutschen Gesamtwirtschaft beträgt 6,6 %.

Auch das Thema Weiterbildung der Fachkräfte ist bedeutsam für die Unternehmen. Nur 8 % von ihnen führen keine Weiterbildungsaktivitäten durch, während 55 % aller befragten Unternehmen ihre Mitarbeiter betriebsintern weiterbilden und 37 % betriebsexterne Weiterbildungsmöglichkeiten nutzen (vgl. Abbildung 31).

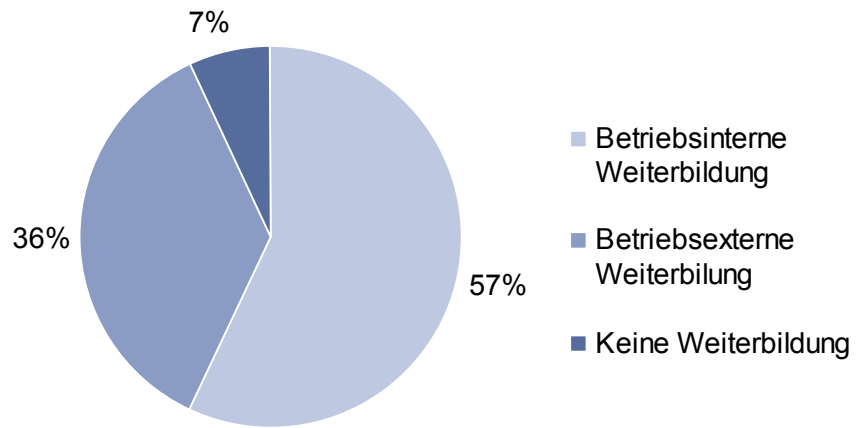


Abbildung 31: Weiterbildung der Fachkräfte in der deutschen Offshoretechnik Öl und Gas

Quelle: Eigene Darstellung

Auf die Frage nach zusätzlich benötigten Weiterbildungsangeboten, die über die derzeit genutzten Angebote hinausgehen, zeigte die Branche eine geteilte Meinung. 54 % der Unternehmen äußerten keinen Bedarf an zusätzlichen Angeboten während 46 % einen solchen Bedarf sehen. Von den Unternehmen, die einen zusätzlichen Weiterbildungsbedarf angaben, wurden insbesondere im Bereich der berufsfachlichen Kenntnisse (76 %) und der Sprachkenntnisse (67 %) zusätzliche Weiterbildungsmöglichkeiten gewünscht, weniger hingegen in fachübergreifenden Kenntnissen wie betriebswirtschaftliche Kenntnisse (17 %), IT & e-commerce (17 %) oder in sonstigen Bereichen (14 %) (vgl. Abbildung 32).

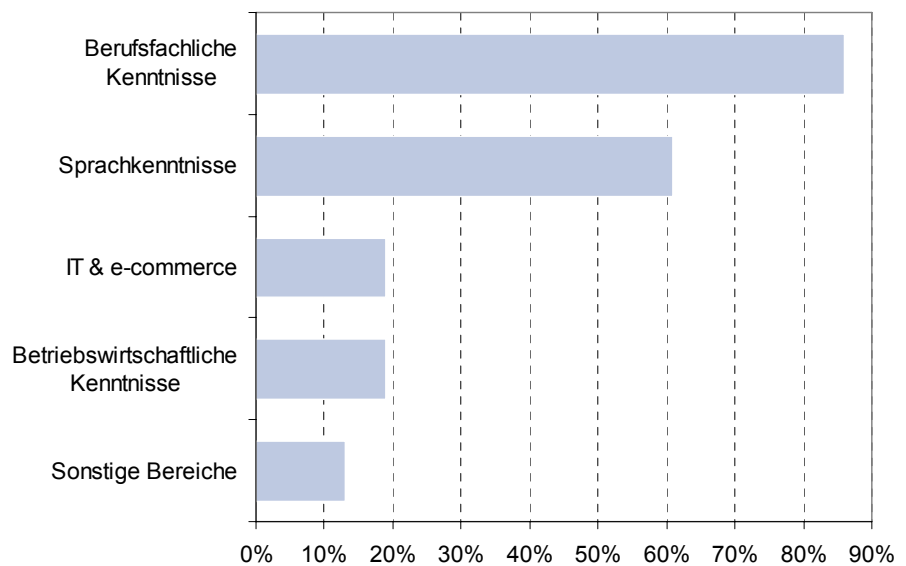


Abbildung 32: Zusätzliche Bedarfe an Weiterbildungsangeboten in der Offshoretechnik Öl und Gas

Quelle: Eigene Darstellung

**Mangel an
Tiefseeingenieuren**

Neben der Aus- und Weiterbildung von Fachkräften wird von 78 % der Unternehmen ein hoher zukünftiger Bedarf an Fachkräften bis 2020 gesehen. Dabei sind besonders Ingenieure gefragt (91 %). Die internationale Wirtschaft in der Offshoretechnik Öl und Gas spiegelt ebenfalls diesen Trend wider. Gerade für Tiefseebohrungen fehlen geeignete Spezialisten wie Tiefseeingenieure oder Geophysiker. 59 % der befragten Unternehmen sehen auch einen zukünftigen Bedarf an gewerblich-technischen Facharbeitern. Im Bezug auf Naturwissenschaftler und Informatiker haben 35 % der Unternehmen einen zusätzlichen Bedarf.

Das derzeitige Angebot an Fachkräften auf dem deutschen Arbeitsmarkt wurde von den Unternehmen aus der Offshoretechnik Öl und Gas als durchgängig schlecht bewertet. Insbesondere das Angebot an Naturwissenschaftlern wurde von 70 % als schlecht und von 10 % sogar als sehr schlecht angesehen.

**Deutsche Unternehmen
hauptsächlich System-
integratoren**

Die deutschen Unternehmen sehen ihren Schwerpunkt in der Wertschöpfungskette der Offshoretechnik Öl und Gas nach eigenen Angaben hauptsächlich in der Funktion eines Systemintegrators (28 % aller Angaben) oder Dienstleisters (20 %). Als Systemintegrator werden Unternehmen bezeichnet, die Komponenten und Teilsysteme zu einem vom Endanwender nutzbaren System integrieren. Weitere Funktionsbereiche stellen die Zulieferer zweiter Stufe (18 %) (Unternehmen die Einzelteile und Komponenten zu einem Teilsystem integrieren) und die Zulieferer erster Stufe (10 %) (Unternehmen die Einzelteile und Komponenten fertigen) dar. In der Forschung und Entwicklung (Grundlagenforschung und anwendungsorientierte Forschung sowie FuE-Dienstleister) sehen 8 % aller Unternehmen ihren Schwerpunkt, als Endanwender sehen sich 6 %. Lediglich 2 % ordneten sich als Logistikdienstleister in die Wertschöpfungskette ein (vgl. Abbildung 33).

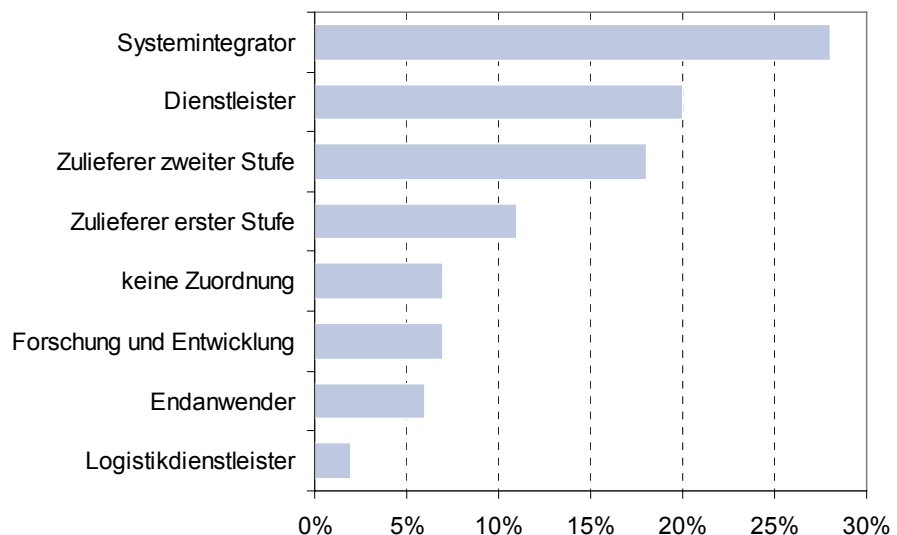


Abbildung 33: Position der deutschen Unternehmen in der Offshoretechnik Öl und Gas entlang der Wertschöpfungskette

Quelle: Eigene Darstellung

**Wertschöpfungskette
nicht vollständig abge-
deckt**

Die Elemente entlang der Wertschöpfungskette werden von deutschen Unternehmen der Offshoretechnik Öl und Gas nicht vollständig abgedeckt. Es fehlen vor allem große international agierende Ölgesellschaften und Serviceunternehmen von international hohem Stellenwert. Diese zwei Komponenten bilden die zentralen Grundpfeiler der Offshoretechnik Öl und Gas. Die deutschen Unternehmen dienen dennoch als wichtige Zulieferunternehmen und Dienstleister in zentralen Komponenten. Dazu gehören sowohl Dienstleister geophysikalischer Offshoretechniken zur Prospektion, Hersteller und Zulieferer von Anlagenkomponenten (z. B. Bohrköpfe, Pumpen), Hersteller von Messinstrumenten und Ventilen, Projektentwickler und Projektbetreiber sowie Hersteller von Umwelt- und Sicherheitstechnik speziell für dieses Anwendungsfeld.

**Kein Weltmarktführer
unter den deutschen
Unternehmen**

Bezüglich der internationalen Marktposition sieht keines der im Rahmen der Studie befragten Unternehmen die deutsche Offshorewirtschaft Öl und Gas in diesem Segment als Marktführer. Gleichwohl sind unter den deutschen Unternehmen wichtige Akteure und Zulieferer in der Offshoretechnik Öl und Gas im internationalen Markt zu finden. Insgesamt 37 % sehen die deutschen Unternehmen als wichtige Akteure, für 63 % hingegen spielen deutsche Unternehmen keine große Rolle im internationalen Marktgeschehen. Dies zeigt, dass deutsche Unternehmen derzeit zwar wichtige Zulieferer und Serviceunternehmen entlang der Prozesskette sind, jedoch keine „Big Player“ die den Markt beeinflussen. Die Offshoretechnik Öl und Gas ist sehr eng mit anderen Bereichen der Meerestechnik verbunden. Innovationen aus der Offshoretechnik Öl und Gas können teilweise auch gleichzeitig in anderen Bereichen eingesetzt werden, wie zum Beispiel ein verbesserter Korrosionsschutz für Offshoreplattformen in Offshorewindparks.

**Offshorewirtschaft Öl
und Gas zweitwichtigster
meerestechnischer
Sektor in Deutschland**

Die Offshoretechnik Öl und Gas hat eine hohe Bedeutung in der deutschen Meerestechnik hinsichtlich der Nachfrage. Gut 32 % aller befragten Unternehmen in der Meerestechnik in Deutschland gaben an, eine überwiegende Nachfrage in der Offshorewirtschaft Öl und Gas zu haben. Dies stellt neben dem Bereich Forschung und Wissenschaft (32 %) den zweitgrößten meerestechnischen Sektor nach der Offshorewirtschaft Wind (56 %) dar.

**Zukunftsweisende
technologische Exzellenzen
bei deutschen
Unternehmen**

Die derzeitigen technologischen Exzellenzen in der deutschen Offshoretechnik Öl und Gas liegen vor allem in der Entwicklung von Multiphasenpumpen, Unterwassermanipulatoren, Bohrtechnologie sowie autonomen Unterwassersystemen. Gerade hier besitzt die deutsche Offshoretechnik deutliche Stärken die zukunftsweisend sind, da sich der Trend in der Offshoretechnik Öl und Gas immer stärker zu völlig autonomen Unterwasserförderanlagen bewegt. Auch im Bereich Verdichter und Gasturbinen sind deutsche Unternehmen weiterhin gefragt.

Große Nachfrage besteht derzeit in der Herstellung von Diamantbohrschiffen. Diese werden bei der Exploration neuer Offshorelagerstätten eingesetzt und können auch selbstständig in sehr tiefen Gewässern als Förderplattform fungieren.

Weitere große Entwicklungschancen sehen die deutschen Unternehmen der Offshoretechnik Öl und Gas zudem in der Polar- und Tiefenwassertechnik sowie in der Umwelt- und Sicherheitstechnik. Entscheidende Offshoretechniken der Zukunft können hier auch Fördertechniken für Gashydrate sein, welche bereits in dem Forschungsprojekt SUGAR erforscht werden (weiteres hierzu siehe S. 63).

In Abbildung 34 sind die aus Sicht der Unternehmen der deutschen Offshoretechnik Öl und Gas wichtigen Technologien zur Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen aufgelistet.

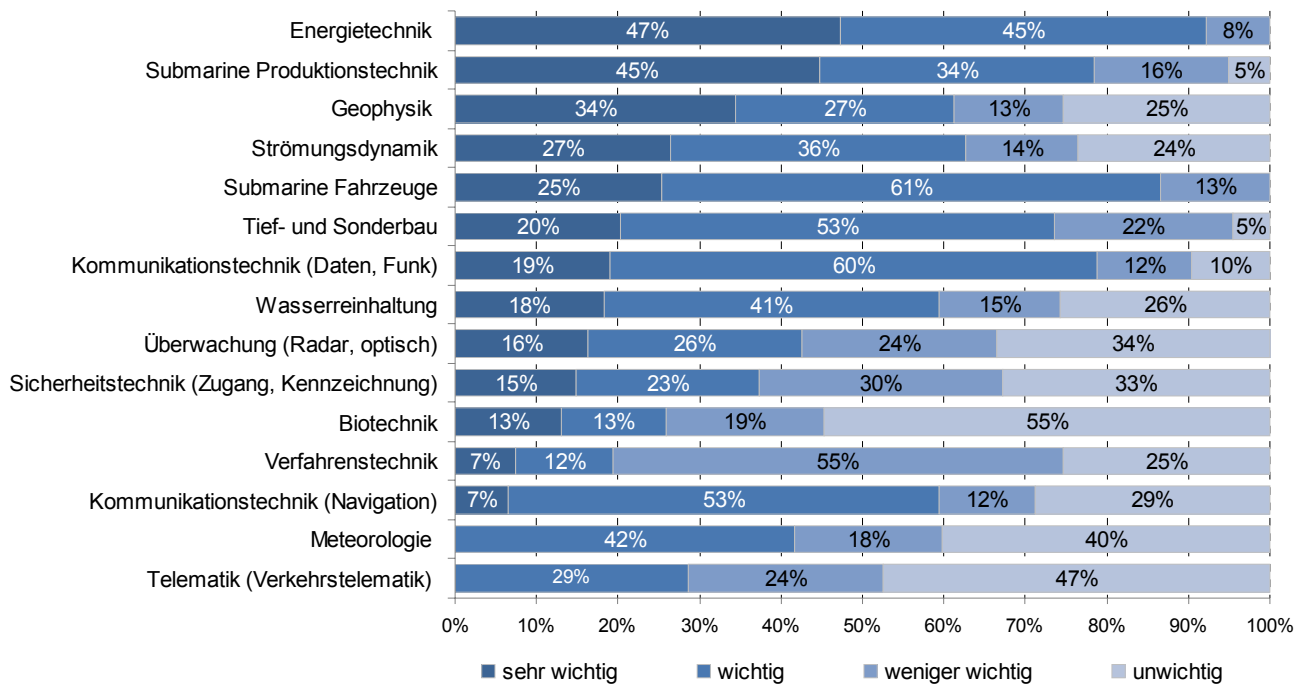


Abbildung 34: Bedeutende Technologien für die Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen in der deutschen Offshoretechnik Öl und Gas

Quelle: Eigene Darstellung

Insbesondere die Energietechnik, submarine Produktionstechnik, Anwendungen der Geophysik, Technologien im Anwendungsbereich Strömungsdynamik, submariner Fahrzeugbau, Tief- und Sonderbau sowie Kommunikationstechnik zur Informations- und Datenübermittlung sind bedeutende Technologien für die deutschen Unternehmen.

Forschung und Entwicklung

Innovationsquote deutlich über der deutschen Gesamtwirtschaft

Die Offshoretechnik Öl und Gas besitzt im Vergleich zu anderen Bereichen der Meerestechnik eine hohe Kontinuität an Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten. Gemessen am Gesamtumsatz liegen die Aufwendungen für FuE mit 2,7 % um 0,1 Prozentpunkte über dem Durchschnitt der deutschen Gesamtwirtschaft (vgl. ZEW 2010). Die Innovationsquote, das heißt der Anteil der Unternehmen mit Prozess- oder Produktinnovationen an allen Unternehmen, ist mit 76 % leicht über dem meerestechnischen Durchschnitt von 72 % angesiedelt und liegt mit 29 Prozentpunkten deutlich über dem Durchschnitt der deutschen

Gesamtwirtschaft von 47 % (vgl. Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft 2010). Die wachsenden Herausforderungen in der Offshore-technik Öl und Gas durch immer größere Wasser und Gesteinstiefen, erzeugen einen hohen Innovationsdruck für die Unternehmen. Die deutsche Wirtschaft im Bereich Offshore Öl und Gas hat ihre zentralen Forschungen in den letzten Jahren auf die Tiefsee, die Polarregionen und die Methanhydrate ausgerichtet.

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Go Subsea“ arbeiten seit 2006 industrielle und institutionelle Partner in dem Verbundprojekt ISUP (Integrierte Systeme für die Unterwasserproduktion von Kohlenwasserstoffen) erfolgreich zusammen (vgl. Deutscher Bundestag 2008, S. 18). Ziel des Projekts ist die Entwicklung einer völlig autonomen Unterwassersystemplattform, die mit Hilfe von Mehrphasenpumpen selbstständig Erdöl und Erdgas fördern kann. Die Mehrphasenpumpen sind in der Lage Öl, Gas und Bohrschlamm unabhängig von der Konsistenz zu fördern. Gleichzeitig werden Unterwasser manipulatorsysteme entwickelt, mit denen die Systemplattform gewartet und betrieben werden kann. Dieses Verbundprojekt wird durch das BMWi mit 5,2 Millionen Euro gefördert.

Im Zusammenhang mit der Erkundung neuer Öl- und Gaslagerstätten ist auch die Polarforschung zu nennen. Öl und Gas in arktischen Regionen gehören aufgrund ihrer Konsistenz zu den nicht-konventionellen Ölen und Gasen. Für die Probleme, die sich durch die klimatischen Gegebenheiten für das Material und auch das Personal ergeben, sollen in diesem Forschungsfeld adäquate Lösungen gefunden werden.

Forschungsprojekt SUGAR

Gashydraten wird im Bezug auf das zukünftige Potenzial von Energieressourcen große Bedeutung beigemessen. In diesem Zusammenhang wurde das Projekt SUGAR des Kieler Leibniz Instituts für Meereswissenschaften (IFM-GEOMAR) im Sommer 2008 vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) und vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) bewilligt. Das Verbundprojekt SUGAR entwickelt in einem integrierten Ansatz neue Technologien für die gesamte potenzielle Hydratverwertungskette, die sich vom Aufspüren neuer Lagerstätten bis zum Abtransport des gewonnenen Methans in Form von Hydrat-Pellets in geeigneten Schiffen erstreckt. Unter Leitung des IFM-GEOMAR entwickeln 30 Partner aus Wirtschaft und Wissenschaft mit einem Mitteleinsatz von ca. 13 Mio. Euro neue Technologien, um Erdgas (Methan) aus Methanhydraten im Meeresboden zu gewinnen und Kohlendioxid (CO₂) aus Kraftwerken und anderen industriellen Anlagen sicher im Meeresboden zu speichern. Das Projekt ist in die Themenbereiche A (Exploration von submarinen Gashydratvorkommen) und B (Abbau von submarinen Gashydratvorkommen und Transport von Erdgas) aufgeteilt, unter denen sieben aufeinander aufbauende und miteinander verknüpfte Teilprojekte definiert sind (vgl. Tabelle 6) (vgl. IFM-GEOMAR 2007, S. 3f, 12f; IFM-GEOMAR 2009). Bis Ende April 2011 soll die erste Phase des Projektes, in der zunächst neue Technologien zur Prospektion und zum Abbau der Gashydrate entwickelt werden, abgeschlossen sein. Ab Mai 2011 werden dann in der zweiten Projektphase in internationaler Kooperation die ersten Feldversuche gestartet.

Teilprojekt	Institute	Firmen
A1	Leibniz-Institut für Meereswissenschaften der Uni Kiel (IFM-GEOMAR), Universität Bremen	L3 Communications ELAC Nautik GmbH
A2	Leibniz-Institut für Meereswissenschaften der Uni Kiel (IFM-GEOMAR), Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)	K.U.M. Umwelt- und Meerestechnik GmbH; Magson GmbH
A3	Universität Bremen; Technische Universität Clausthal	PRAKLA Bohrtechnik GmbH
A4	Leibniz-Institut für Meereswissenschaften der Uni Kiel (IFM-GEOMAR)	Integrated Exploration Systems (IES)
B1	Fraunhofer Institut für Umwelt- und Sicherheitstechnik (UMSICHT), GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ), Leibniz-Institut für Meereswissenschaften der Uni Kiel (IFM-GEOMAR)	Wintershall GmbH; Aker Wirth GmbH
B2	Fachhochschule Kiel, Leibniz-Institut für Meereswissenschaften der Uni Kiel (IFM-GEOMAR), GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ), Fraunhofer Institut für Umwelt- und Sicherheitstechnik (UMSICHT), Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW)	BASF, FuE-Zentrum FH Kiel GmbH, E.ON AG, RWE/DEA, 24sieben Stadtwerke Kiel AG, Wintershall GmbH
B3	Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW), Fachhochschule Kiel	Linde AG, Meyer Werft, BASF, Germanischer Lloyd

Tabelle 6: Partner im SUGAR-Projekt
Quelle: IFM-GEOMAR 2010

Die am Projekt SUGAR beteiligten Unternehmen verfügen über Erfahrungen auf Gebieten, die für den Abbau und die Förderung von Methanhydraten von Bedeutung sind. Dazu gehört der Bau von Geräten für die Offshore-Exploration (ELAC Nautik, Magson, KUM, PRAKLA Bohrtechnik GmbH, Aker Wirth GmbH), die Beckenmodellierung (IES), die Gasförderung und -verteilung (E.ON AG, Wintershall, RWE/DEA, Linde AG), die Polymertechnologie (BASF) sowie der Bau und die Zertifizierung von Spezialschiffen (Germanischer Lloyd). In den wissenschaftlichen Instituten besteht Expertise in der Genese submariner Gashydratlagerstätten (IFM-GEOMAR), den geochemischen und geophysikalischen Eigenschaften der Gashydrate (IFM-GEOMAR, IOW, BGR, GFZ), dem Aufspüren und Beprobieren von Lagerstätten (TU Clausthal, IFM-GEOMAR) und der Entwicklung neuer CO₂-neutraler Fördertechniken (GFZ, UMSICHT) (vgl. IFM-GEOMAR 2007, S. 12). Neben dem kommerziellen Abbau von Gashydraten werden dabei die möglichen Umweltauswirkungen des Hydratabbaus berücksichtigt und dieser mit der Möglichkeit zur Deponierung (Sequestrierung) von CO₂ in Meeressedimenten untersucht.

Sehr gute Kompetenzen der Umwelt- und Sicherheitstechnik in der Offshoretechnik Öl und Gas

Erwartungen der Unternehmen für die Zukunft

Durch die steigenden Energiepreise werden die weltweiten Erdöl- und Erdgaspotenziale weiter untersucht. Vor allem die Offshorepotenziale rücken zunehmend in den Vordergrund. Eine Ausweitung der Bohrungen hängt im Wesentlichen von zwei Faktoren ab: Der erste Faktor ist die Frage nach dem wirtschaftlichen Nutzen, der andere die Frage nach der Umweltverträglichkeit. Das hochsensible Ökosystem der Meere und Ozeane bedarf höchster Anforderungen an Umwelt- und Sicherheitstechnik in der Offshoretechnik Öl und Gas. Gerade in diesen Bereichen besitzt Deutschland sehr gute Kompetenzen. Trotzdem wird erwartet, dass im Jahr 2020 weniger Unternehmen in der Offshoretechnik Öl und Gas tätig sind. Vor allem wird die Offshoretechnik als primäres Anwendungsfeld für Unternehmen an Bedeutung verlieren. Einzelne Zulieferunternehmen der Offshoretechnik Öl und Gas sehen zukünftig ihr primäres Anwendungsfeld in der Offshorewindenergie und werden ihren Unternehmensschwerpunkt diesbezüglich anpassen.

Steigende Umsatzzahlen bis 2015 erwartet

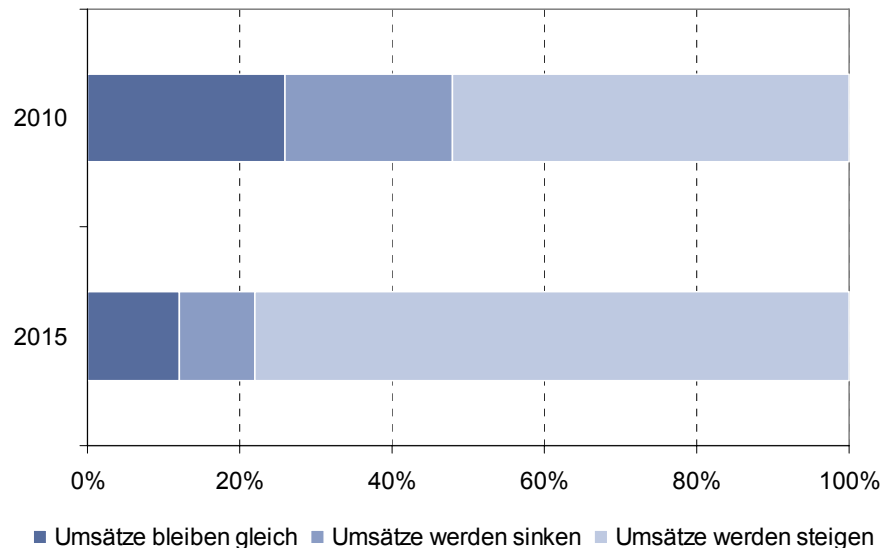


Abbildung 35: Umsatzerwartungen der deutschen Unternehmen in der Offshoretechnik Öl und Gas für die Jahre 2010 und 2015

Quelle: Eigene Darstellung

Für die Umsatzerwartungen der nahen Zukunft zeigen sich die befragten Unternehmen optimistisch. Bis zum Jahr 2015 erwarten nur 10 % der Betriebe sinkende Umsatzzahlen. Rund 12 % rechnen mit gleichbleibenden, nahezu drei Viertel mit steigenden Umsätzen (vgl. Abbildung 35). Es bleibt abzuwarten, inwieweit sich die konjunkturell angespannte Wirtschaftslage auf die zukünftigen Umsätze der deutschen Unternehmen in der Offshoretechnik Öl und Gas auswirken wird.

Deutsche Unternehmen an zukünftigen Bedarf angepasst

Die derzeitigen technologischen Exzellenzen deutscher Unternehmen spiegeln den zukünftigen Bedarf nach Technologien in der Offshoretechnik Öl und Gas wider. Dies zeigen auch die aktuellen Forschungsprojekte rund um die Themen Gashydrate, Tiefsee und Polarregionen. Die Befragung zeigt, dass die Branche bezüglich der Entwicklungschancen optimistisch ist. Trotzdem drohen der Offshoretechnik, ähnlich anderen Technologien auch, die nötigen Fachkräfte auszugehen. Gerade das Fehlen von qualifizierten Ingenieuren bemängeln die Unter-

nehmen in der Offshoretechnik Öl und Gas. Ein großes zukünftiges Marktpotenzial besteht in der Umwelttechnik und der Entsorgung alter Offshore-Anlagen. Hier können sich deutsche Unternehmen aufgrund ihrer Kompetenzen in der Umwelttechnik zukünftig noch stärker international positionieren.

Die großen wirtschaftlichen und technologischen Herausforderungen der Zukunft

Offshore-Explorationen werden aufgrund der immer geringer werdenden, oder auch schwieriger zu erschließenden Lagerstätten zunehmend teurer. Bohrungen in großer Tiefe verlangen neben einem ausgesprochen großen Know-how einen umfangreichen Spielraum an Kapital. Auch die Technologie muss sich an die wachsenden Herausforderungen der Tiefseebohrungen anpassen. Höherer Druck und größere Temperaturamplituden der immer tieferen Gesteinsschichten in Verbindung mit einer Wassertemperatur um den Gefrierpunkt setzen das Material bei einer Bohrung extremen Belastungen aus. Wirtschaftlich tritt besonders der Faktor Zeit in den Vordergrund. Bohrmannschaften oder spezialisierte Serviceunternehmen sind teuer und müssen daher effizient eingesetzt werden. Bisher wurden die Themen Umwelt und Sicherheit von Offshoreplattform-Betreibern unterschiedlich gehandhabt. Dies wird in Zusammenhang mit dem Unfall an der Offshoreplattform „Deepwater Horizon“ deutlich. Hier bedarf es einer erneuten Überprüfung der internationalen Richtlinien in Verbindung mit der Umweltverträglichkeit und internationalen Sicherheitsstandards auf Offshoreplattformen.

5.1.5 Besonderheiten des Anwendungsfeldes

Konflikt zwischen Marktdruck und der Entwicklung von Technologien

Kein anderes Anwendungsfeld in der Meerestechnik besitzt ein derart mit Kritik behaftetes Image wie die Offshoretechnik Öl und Gas. Grundlage dieser Kritik ist das Risiko für Mensch und Natur bei der Erschließung neuer Öl- und Gasquellen. Gerade der Rohstoff Erdöl tritt dabei in den Vordergrund. Ein einziger Tropfen Öl kann 600 Liter Wasser verschmutzen und damit einhergehend Flora und Fauna des wertvollen und komplexen Ökosystems der Weltmeere beeinflussen und gefährden. Trotzdem ist der Mensch, aufgrund der technologischen Pfadabhängigkeit von Verbrennungsmotoren und einer auf Kohlenstoffverbindungen aufbauenden chemischen Industrie auf Öle und Gase angewiesen. Wie in den vorangegangenen Abschnitten dargelegt, werden die Öl- und Gasfunde auf dem Land immer geringer und zwingen die Mineralölunternehmen zur Offshoreförderung auf See. Diese verlagert sich immer weiter in größere Wasser- und Gesteinstiefen. Das Problem dabei ist die technologische Entwicklung. Der hohe Marktdruck durch eine wachsende Weltbevölkerung mit dem Wunsch nach Mobilität und Technologie erfordert eine zunehmende Geschwindigkeit in der Erschließung neuer Öl- und Gasquellen sowie deren Förderung. Die notwendigen Technologien zur Bewältigung der neuen Herausforderungen der tieferen Gewässer und Gesteinsschichten bedürfen jedoch einer längeren Entwicklungszeit. Durch diesen temporären Engpass, verbunden mit immer größer werdenden Kosten bei der Erschließung, entsteht ein Konflikt zwischen Markt-, Zeit- und Kostendruck sowie zeit- und kostenintensiven Umwelt- und Sicherheitstechniken. Ein Beispiel hierfür ist der Unfall auf der Offshoreplattform „Deepwater Horizon“ im Golf von Mexiko.

Neue Umwelt- und Sicherheitskonzepte erwartet

Welche langfristigen Auswirkungen die Katastrophe der „Deepwater Horizon“ auf die Offshoreförderung haben wird, ist derzeit nicht abzuschätzen. Kurzfristig hat sie zu einigen Verzögerungen von neuen Offshorebohrungen geführt. Grundsätzlich sind Unfälle und Verschmutzungen der Weltmeere durch Offshorebohrungen zu vermeiden. Auch die Entsorgung ausgedienter Plattformen ist eine Herausforderung fach- und umweltgerechter Art, in der sich besonders deutsche Unternehmen mit ihren hohen Anforderungen etablieren können. Für die internationale Offshoretechnik kann die Katastrophe der „Deepwater Horizon“ neue Auflagen bedeuten und damit ein weiteres Marktpotenzial für Zulieferbetriebe in der Umwelt- und Sicherheitstechnik Öl und Gas erschließen. Es ist damit zu rechnen, dass aufgrund des gesellschaftlichen und politischen Drucks aber auch aus Eigeninteresse der Ölgesellschaften neue Umwelt- und Sicherheitskonzepte entwickelt und umgesetzt werden.

5.1.6 Stärken-Schwächen-Analyse der deutschen Offshoretechnik Öl und Gas

Im Folgenden wird eine Betrachtung der gegenwärtigen Stärken und Schwächen sowie der zukünftigen Chancen und Risiken der deutschen Offshoretechnik Öl und Gas vorgenommen, die auf den schriftlichen und mündlichen Befragungen sowie den Recherchen im Rahmen der Studie aufbaut.

Stärken

- **Hoher Technologiestandard in der deutschen Öl- und Gasindustrie**

Die deutschen Unternehmen in der Offshoretechnik Öl und Gas besitzen im internationalen Vergleich hohe Technologiestandards und Sicherheitsvorschriften. Alle eingesetzten Technologien unterliegen EU-Normen, dem DIN und werden international anerkannt.

- **Hochqualifizierte Arbeitskräfte**

Die Ausbildung deutscher Fachkräfte in der Offshoretechnik ist hochwertig und findet international Anerkennung. Die TU Clausthal beispielsweise besitzt eigens einen Masterstudiengang Petroleum Engineering mit der Spezialisierungsrichtung Drilling/Production.

- **International wichtige deutsche Akteure im Bereich der Zulieferindustrie (Technik, Dienstleistungen, Systemintegratoren)**

Deutsche Technologien sind in der Offshoretechnik Öl und Gas weltweit anerkannt. Gerade Pumpentechnologie, Bohrtechnologie, Kompressoren und kleinere Anlagenkomponenten werden von vielen ausländischen Endanwendern eingesetzt.

- **Forschungsfokus auf Tiefsee, Polarregionen und Methanhydrate**

Die derzeitigen deutschen Forschungsprojekte konzentrieren sich auf die zukünftigen Anwendungsfelder der Offshoretechnik Öl und Gas. Das IFM GEOMAR ist beteiligt an den Projekten ISUP (Tiefseeförderung mit Hilfe von Unterwasser-Manipulatoren) und SUGAR (Abbau von Methanhydraten). Zukünftig wird auch der Abbau von Öl und Gas sowie weiteren Ressourcen in der Arktis von den führenden deutschen Institutionen auf dem Gebiet der Polarforschung untersucht werden.

- **Modulare Systemkompetenz vorhanden**

Große deutsche Unternehmen in der Offshoretechnik Öl und Gas besitzen langjähriges Know-how und die notwendige modulare Systemkompetenz. Zu diesen Unternehmen zählen vor allem die BASF Tochter Wintershall, RWE DEA und Siemens.

Schwächen

- **Modulare Systemkompetenz vorhanden, aber kein Anbieter von kompletten Anlagensystemen**

Deutschland verfügt über Systemintegratoren wie RWE DEA, Siemens oder Wintershall, welche die notwendigen Kompetenzen besitzen um Projekte in der Offshoretechnik Öl und Gas umzusetzen. Die Anbieter verfügen aber nicht über das volle Spektrum der benötigten Technologien um eine komplette Förderung (inklusive Prospektion und Exploration) durchzuführen und sind daher auf weitere Systemintegratoren angewiesen.

- **Deutsche Öl- und Gasindustrie wird in der Gesellschaft und der universitären Ausbildung kaum wahrgenommen**

Aus Deutschland stammt kein Marktführer in der internationalen Offshoretechnik Öl und Gas. Deutschland besitzt selbst kaum Erdöl- und Erdgasreserven und hat nur begrenzt universitäre Studiengänge in der Offshoretechnik Öl und Gas.

- **Keine deutschen Marktführer**

Kein deutsches Unternehmen sieht sich als Marktführer. Auf internationaler Ebene spielen große Unternehmen wie Transocean, Schlumberger oder Baker Hughes bedeutendere Rollen. Deutschland verfügt zudem über keine eigene Ölgesellschaft.

- **Image der weltweiten Öl- und Gasindustrie**

Das Image der Öl- und Gasindustrie leidet unter den großen Umweltkatastrophen der letzten Jahrzehnte. Gleichzeitig finden Öl- und Gasbohrungen häufig in Gebieten statt, in denen die Bevölkerung als absolut arm eingestuft werden muss. Umweltkatastrophen in diesen Gebieten sorgen neben der Zerstörung der dortigen Flora und Fauna für einen Arbeitsplatzverlust der Menschen,

deren Gesellschaft in der Regel auf Landwirtschaft und Fischerei aufbaut. Zusätzlich spielt im Bezug auf den Klimawandel das Treibhausgas CO₂ eine entscheidende Rolle. Dies wird durch die Energieerzeugung und Verbrennungsmotoren mit Öl und Gas in großen Mengen freigesetzt wird.

- **CO₂-Problematik**

Wie bei jeder Verbrennung wird bei der Verbrennung von Öl und Gas CO₂ freigesetzt. Für eine erzeugte Kilowattstunde Strom werden durch das Verbrennen von Öl bis zu 946g CO₂ freigesetzt, beim Gas immerhin bis zu 644g. CO₂ steht als Treibhausgas in Bezug mit einem beginnenden Klimawandel und soll daher reduziert werden.

- **Kapitalbeschaffung**

Die deutsche Unternehmenslandschaft der Offshoretechnik Öl und Gas ist überwiegend geprägt durch KMU. Diese verfügen i. d. R. nur über ein begrenztes Kapital für Anschaffungen und für FuE.

Chancen

- **Steigende Nachfrage nach Öl und Gas bis mindestens 2030**

Aufgrund des starken Wirtschaftswachstums in Ostasien wird mit einer deutlichen Steigerung (bis zu 50 %) der Nachfrage nach Öl und Gas gerechnet. Gleichzeitig sind vergleichbare Technologien und Treibstoffe, wie beispielsweise Solar- und Windtechnologie noch nicht in der Lage die Rohstoffe Öl und Gas zu ersetzen.

- **Bisher nur die Hälfte eines Ölfeldes förderbar**

Dies beruht auf den derzeit eingesetzten Fördertechnologien durch natürlichen Druck, den Einsatz von Pumpen oder das Verpressen von CO₂ und Chemikalien in der sogenannten „Enhanced Oil Recovery“ (EOR). Im Durchschnitt können maximal zwischen 50 und 60 % des Rohöles gefördert werden.

- **Umwelt- und Sicherheitstechnik**

Die Umweltkatastrophe der „Deepwater Horizon“ hat deutlich gemacht, dass Verbesserungen der derzeitigen Umwelt- und Sicherheitstechniken in der Offshoretechnik Öl und Gas notwendig sind. Es wird einen größeren politischen und gesellschaftlichen Druck nach neuen Umwelt- und Sicherheitstechniken geben, ähnlich der Forderung nach doppelwandigen Tankschiffen nach der Havarie der Exxon Valdez vor der Küste Alaskas.

- **Deutsche Schlüsseltechnologien: Mehrphasenpumpen, Bohren, Unterwassermanipulatoren, autonome Unterwassersysteme**

Mehrphasenpumpen sind in der Offshoretechnik Öl und Gas mit zunehmender Tiefe nahezu unersetzbar geworden. Deutsche Hersteller gehören zu den führenden Unternehmen. Auch die Bohrtechniken unterliegen einer ständigen Weiterentwicklung. Auf dieser Grundlage wurde unter anderem das Richtbohrverfahren entwickelt. Die Offshoreförderung entwickelt sich von Plattformen und Bohrschiffen an der Wasseroberfläche hin zu völlig autonomen Unterwasserförderanlagen am Meeresgrund. Erste Anlagen dieser Art sind bereits errichtet worden und werden mit Hilfe von Unterwassermanipulatoren und Überwachungstechnologien betrieben.

- **Rückbau von Offshoreplattformen**

Seit der Greenpeace-Debatte um die Plattform „Brent Spar“ ist ein Versenken der Plattformen nicht mehr denkbar. Durch radioaktive Rückstände im Bohrschlamm und Reste von Öl und anderen Schwermetallen muss eine Offshoreplattform aufwendig entsorgt werden. Bisher gibt es nur wenige Plätze zur Verschrottung und die Entsorgung ausgedienter Plattformen kommt nur langsam voran. Der Markt für eine fachgerechte Entsorgung ist daher noch nicht ausgeschöpft und bietet eine Chance auch für deutsche Unternehmen.

- **Auswirkungen der „Deepwater Horizon“-Katastrophe auf die Qualität von Komponenten**

Welche Auswirkungen die Katastrophe um die „Deepwater Horizon“ auf die Offshorewirtschaft Öl und Gas im Einzelnen haben wird, ist derzeit nicht abzuschätzen. Es kann allerdings davon ausgegangen werden, dass stärkere Sicherheitskonzepte und neue technologische Standards und Konzepte umgesetzt werden, um Katastrophen solchen Ausmaßes vorzubeugen. Dabei ist anzunehmen, dass insbesondere die Qualität der einzelnen Komponenten von Bedeutung sein wird, was wiederum eine Chance für die qualitativ hochwertigen Produkte deutscher Unternehmen bietet.

- **Wandel im Markt von IOC zu NOC**

Im Bereich Offshoretechnik Öl und Gas hat sich ein Wandel vollzogen von den International Oil Companies (IOC) hin zu den National Oil Companies (NOC). Mittlerweile sind 80 % aller Mineralölgesellschaften in staatlicher Hand und sie kontrollieren den überwiegenden Teil der weltweiten Erdöl- und Erdgasreserven. Gleichzeitig sind die staatlichen Ölgesellschaften auf externes technologisches Know-how angewiesen von der Exploration bis zur Förderung. Dies ermöglicht Marktchancen für deutsche Unternehmen durch den Einsatz ihrer hochwertigen Technologie.

Risiken

- **Drohender Fachkräftemangel (insbesondere Ingenieure)**

Dieses internationale Problem macht sich besonders im Tiefwasserbereich bemerkbar. Hier fehlen Spezialisten, die sich mit den schwierigen Gegebenheiten der Tiefsee und den damit einhergehenden Herausforderungen auskennen und somit das Gefahrenpotenzial deutlich verringern.
- **Negatives Image der Branche als Treiber des Klimawandels und der Verschmutzung der Meere**

Das Image wird insbesondere durch Umweltkatastrophen beeinträchtigt. Indirekt spielt die CO₂-Problematik bei der Verbrennung von Öl und Gas und einem damit einhergehend thematisierten Klimawandel eine wesentliche Rolle des negativen Images der Branche.
- **Extreme Druck- und Temperaturbedingungen in der Tiefsee**

Mit zunehmender Tiefe des Wassers und des Gesteins steigt der Druck. Während die Temperatur mit zunehmender Gesteinstiefe steigt, sinkt sie bei größerer Wassertiefe ab. Das Öl und Gas gelangt mit der Umgebungstemperatur des Gesteins aus dem Boden und stößt dort auf die Temperatur des Wassers. Die große Temperaturamplitude ist eine Belastung für alle eingesetzten Materialien bei einer Tiefseebohrung.
- **Hoher Marktdruck erfordert schnelle Lösungen**

International wird zunehmend mehr Öl und Gas benötigt. Onshore und in flachen Offshoregewässern sind nur noch wenige Reserven vorhanden, so dass mehr und mehr auf größere Wassertiefen ausgewichen werden muss. Die Technologien aus den flacheren Wassertiefen sind für größere Tiefen (aufgrund des Drucks und der Temperaturamplitude) nicht geeignet, werden jedoch eingesetzt um weiterhin ausreichend Öl und Gas anbieten zu können. Die Entwicklung von geeigneten Technologien braucht hingegen Jahre bis Jahrzehnte um marktfähig und einsetzbar zu sein.
- **Politischer Aktionismus durch öffentlichkeitswirksame Katastrophen**

Öffentlichkeitswirksame Öl- oder Gaskatastrophen können den öffentlichen Druck auf die Politik erhöhen was wiederum das Risiko in sich birgt, dass die Politik hierauf mit kurzfristigem Aktionismus reagiert. Dieser kann zu einer Verzögerung von Investitionen in die Offshoretechnik Öl und Gas führen.
- **Marktbeherrschung durch Großunternehmen, Gefahr der Übernahme für KMU**

In der Offshoretechnik Öl und Gas beherrschen internationale Großunternehmen den Markt. Bei den deutschen Unternehmen ist großes technologisches Know-how vorhanden, jedoch befindet sich kein Marktführer unter den deutschen Unternehmen. So

besteht das Risiko, dass deutsche Unternehmen sich nicht am Markt durchsetzen und das eigentlich mögliche Potenzial entwickeln. Zudem könnten deutsche Unternehmen, die zumeist KMU sind, aufgekauft und „verlängerte Werkbänke“ internationaler Großunternehmen werden.

Fazit SWOT

Die Offshoretechnik Öl und Gas ist, bezogen auf den Umsatz, das größte Anwendungsfeld der deutschen meeres-technischen Wirtschaft. 2008 betrug der Gesamtumsatz der Unternehmen in diesem Anwendungsfeld 7,9 Mrd. Euro. Der Anteil der deutschen Offshoretechnik Öl und Gas am gesamten Weltmarkt beträgt nach Einschätzung der Unternehmen zwischen 4 % und 6 %. Die Unternehmensstruktur ist vorwiegend von KMU und wenigen Großunternehmen geprägt. Modulare Systemkompetenz ist bei den deutschen Unternehmen in der Offshoretechnik Öl und Gas gegeben, es existiert unter ihnen jedoch kein Anbieter von kompletten Anlagensystemen. Deutsche Unternehmen sind auf weitere Systemintegratoren angewiesen.

Chancen für die Offshoretechnik Öl und Gas ergeben sich durch einen zukünftig erwarteten Anstieg der weltweiten Nachfrage nach Öl und Gas. Gleichzeitig dringt die Offshoreförderung zunehmend in Reservoirs ein, die einen hohen technologischen Aufwand zur Erdöl- und Ergasgewinnung erfordern. Dies sind vornehmlich Reservoirs im Tief- oder Ultratiefwasser sowie in Eis- und Polargebieten. Hier bieten sich Chancen für deutsche Schlüsseltechnologien der Offshoretechnik Öl und Gas. So zählen u. a. in den Bereichen Mehrphasenpumpen, Bohrtechnik, Unterwasser-Manipulatoren oder autonome Unterwassersysteme deutsche Anbieter mit zu den technologisch führenden Unternehmen. Gleichzeitig zeichnen sich diese Reservoirs durch sensible Ökosysteme aus. Zusammen mit dem weltweit wachsenden Umweltbewusstsein bieten sich hierdurch Chancen für deutsche Unternehmen, da sie über technologische Expertise in der Umwelt- und Sicherheitstechnik verfügen. Eine der zentralen Herausforderungen für die deutsche Offshoretechnik Öl und Gas ist es, einen verbesserten Zugang zu diesen sich ergebenden Märkten zu erlangen. Derzeit mangelt es bei den deutschen Unternehmen an Kenntnissen der Märkte und der jeweiligen Marktmechanismen. Risiken ergeben sich durch einen drohenden Fachkräftemangel insbesondere bei Ingenieuren und Spezialisten, die über Know-how bezüglich der schwierigen Gegebenheiten der Tiefsee und der damit einhergehenden Herausforderungen verfügen.

Ableitung der Aktionsbereiche

Durch eine systematische Strukturierung der vorangegangenen Ergebnisse der Stärken-Schwächen-Analyse der Offshoretechnik Öl und Gas können verschiedene Aktionsbereiche abgeleitet werden (vgl. Tabelle 7). Die Aktionsbereiche definieren die Empfehlungen zur Stärkung der Position der deutschen Offshoretechnik Öl und Gas im internationalen Wettbewerb (vgl. Kapitel 12).

Stärken	Schwächen	Chancen	Risiken	Aktionsbereich
-	-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Auswirkungen der „Deepwater Horizon“-Katastrophe auf die Qualität von Komponenten ▪ Umwelt- und Sicherheitstechnik ▪ Rückbau von Offshoreplattformen ▪ Wandel im Markt von IOC zu NOC 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Marktbeherrschung durch Großunternehmen, Gefahr der Übernahme für KMU ▪ Extreme Druck- und Temperaturbedingungen in der Tiefsee 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Märkte und Strukturen
-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Image der weltweiten Öl- und Gasindustrie 	-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Negatives Image der Branche als Treiber des Klimawandels und der Verschmutzung der Meere 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Image und Öffentlichkeit
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modulare Systemkompetenz vorhanden ▪ Hoher Technologiestandard in der deutschen Öl- und Gasindustrie ▪ Forschungsfokus auf Tiefsee, Polarregionen und Methanhydrate 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modulare Systemkompetenz vorhanden, aber kein Anbieter von kompletten Anlagensystemen ▪ Deutsche Öl- & Gasindustrie wird in der Gesellschaft und der universitären Ausbildung kaum wahrgenommen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Deutsche Schlüsseltechnologien: Mehrphasenpumpen, Bohren, Unterwassermanipulatoren, autonome Unterwassersysteme ▪ Bisher nur die Hälfte eines Ölfeldes förderbar 	-	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Forschung und Technologie
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hochqualifizierte Arbeitskräfte 	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Drohender Fachkräftemangel (insbesondere Ingenieure) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Qualifizierung
-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kapitalbeschaffung 	-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Politischer Aktionismus durch öffentlichkeitswirksame Katastrophen 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Finanzierung und rechtliche Rahmenbedingungen

Tabelle 7: Ableitung der Aktionsbereiche aus der Stärken-Schwächen-Analyse der Offshoretechnik Öl und Gas

Quelle: Eigene Darstellung

5.2 Offshorewindenergie

Vor dem Hintergrund steigender Energienachfrage, knapper fossiler Ressourcen und der globalen Klimaveränderung wird die weltweite Nachfrage nach Windenergie deutlich ansteigen. Aufgrund der hohen Energieausbeute und geringer Nutzungskonflikte ist die Offshorewindenergie dabei ein zentrales Wachstumsfeld. Im deutschen und im europäischen Offshorewindmarkt werden in den nächsten Jahren erhebliche Investitionen erwartet.

Aufgrund der Kapazitäten und technischen Herausforderungen sind Windparks mit dem Bau und Betrieb von Großkraftwerken vergleichbar. Das Spektrum der Offshorewindenergie umfasst die Herstellung, die Errichtung und den Betrieb von Offshorewindenergieanlagen sowie der dazu gehörigen Komponenten und Dienstleistungen. Von besonderer Bedeutung sind dabei die spezifischen Anlagenkomponenten für den Offshore-Einsatz (Gründungsstrukturen, Turmbau), spezifische maritime Dienstleistungen z. B. bei Errichtung, Betrieb, Wartung und Reparatur, die Netzanbindung und eine wartungsfreie Anlagentechnik.

5.2.1 Setting the Scene: Ein Markt entsteht

Offshorewindenergie für Klimaschutz und Versorgungssicherheit

Offshorewindenergie ist wesentlicher Teil der Klima- und Energiepolitik

Die Offshorewindenergie erfährt international und national ihren wesentlichen Antrieb aus umwelt- und energiepolitischen Zielen und Maßnahmen. So hat die Europäische Union angesichts der dramatischen Folgen des Klimawandels eine 20/20/20-Strategie beschlossen: Bis zum Jahr 2020 sollen 20 % der Treibhausgase eingespart werden und der Anteil erneuerbarer Energien innerhalb der EU soll 20 % betragen. Die Mitgliedsstaaten sind aufgefordert, ihre jeweils eigenen Pläne zu entwickeln und umzusetzen. Auf europäischer Ebene selbst wird die Offshorewindenergie über verschiedene Programme erheblich gefördert.

Der Anteil erneuerbarer Energien ist über verbindliche Ziele in einer Richtlinie der Europäischen Union festgelegt worden. Die jeweiligen nationalen Aktionspläne zur Umsetzung dieser Ziele enthalten auch Zielwerte für den Ausbau der Offshorewindenergie. Die Länder mit den ambitioniertesten Offshorezielen sind Großbritannien (13 GW in 2020), Deutschland (10 GW), Frankreich (6 GW), die Niederlande (5,2 GW) und Spanien (3 GW). Insgesamt sollen gemäß den nationalen Aktionsplänen bis 2020 über 40 GW Offshorekapazitäten entstehen. Dies erfordert jeweils erhebliche nationale Anstrengungen und immense Investitionen in die neue Energietechnologie.

In Deutschland bis 2030 20 GW bis 25 GW installierte Offshoreleistung

Die Bundesregierung will darüber hinaus bis zum Jahr 2020 den Anteil der regenerativen Energiequellen an der Stromerzeugung auf 30 % steigern. Bis zum Jahr 2025 soll alleine die Windenergie einen Anteil von 15 % an der Stromerzeugung erreichen. Ein wesentlicher Baustein ist dabei die Strategie zur Windenergienutzung auf See. Diese gibt als Zielwert vor, bis zum Jahr 2030 insgesamt ca. 20 GW bis 25 GW installierte Leistung zu realisieren.

**Offshorewindenergie
auch international stark
gefördert**

Die britische Regierung hat im Mai 2007 im „Energy white paper: meeting the energy challenge“ das Ziel formuliert, den Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromproduktion bis 2015 auf 15 % und bis zum Jahr 2020 auf 20 % zu erhöhen. Dazu sollen verschiedene Technologien gefördert werden, u. a. auch die Offshorewindenergie. Diese hat angesichts der geographischen Lage Großbritanniens und der bisherigen Bedeutung der Offshore-Ölindustrie einen besonderen Stellenwert.

Auch in anderen Ländern – insbesondere in China und den USA – wird der Ausbau erneuerbarer Energien und der Offshorewindenergie als wesentliches politisches Ziel formuliert und teilweise massiv unterstützt.

Status quo der Offshorewindenergie

**Weltweit etwa 46 Parks
mit etwa 2,7 GW
Kapazität**

Einschließlich Nearshoreparks, Testanlagen und Demonstrationsprojekte sind derzeit (Stand Juni 2010) weltweit ungefähr 46 Windparks mit etwa 2,7 GW Kapazität in Betrieb (vgl. Tabelle 8). Die Wassertiefe variiert dabei zwischen einem Meter und über 30 Metern, die Küstentfernung zwischen wenigen Metern (in Japan) und über 70 Kilometern (in China).

	Windparks	Turbinen	Kapazität (MW)
Großbritannien	13	426	1.311
Dänemark	11	311	656
Niederlande	4	128	247
Schweden	5	75	164
Deutschland	4	15	73
Finnland	1	10	30
Belgien	1	6	30
Irland	1	7	25
Norwegen	1	1	2,3
Europa	41	979	2.537,6
China	4	54	140
Japan	1	1	1,1
China und Japan	5	55	141,1
Welt	46	1.034	2.678,7

Tabelle 8: Übersicht der installierten Windparks, Anlagen und Kapazitäten

Quelle: Eigene Recherchen, Stand Juni 2010

Die Offshorewindenergie ist bis dato überwiegend ein europäischer Markt. Derzeit werden weit mehr als 90 % der weltweiten Offshoreleistung auf europäischen Gewässern erzeugt.

Deutlich über zwei Drittel der Anlagen und der Kapazitäten sind in direkter deutscher Nachbarschaft – vor allem in England, aber auch in Dänemark – installiert.

Kapazitätswachstum von 54 % im Jahr 2009, 1,5 Mrd. € Umsatz in Europa

Bis Ende 2009 wurden in Europa über 800 Windenergieanlagen mit einer Gesamtkapazität von gut 2 GW installiert. Mit 54 % sind dabei die neuen Installationen gegenüber dem Vorjahr sehr stark gewachsen. Mit diesen Kapazitäten waren Umsätze von etwa 1,5 Mrd. € verbunden (EWEA 2010).

Die meisten Parks und Kapazitäten sind bisher in Großbritannien (880 MW in 12 Windparks bis Ende 2009) und Dänemark (640 MW in 9 Parks) entstanden.

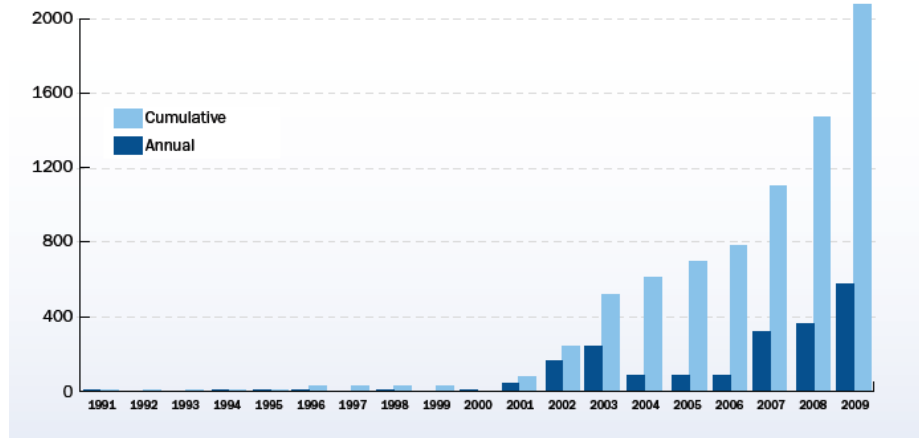


Abbildung 36: Neue und kumulierte Kapazitäten von Offshorewindenergieanlagen bis 2009 (in MW)

Quelle: EWEA (2010).

Bis Juni 2010 sind weitere 333 MW vor allem in Großbritannien und Dänemark installiert worden.

Für das gesamte Jahr 2010 wird ein Wachstum von 75 % bei den Installationen erwartet. Dies entspricht einem absoluten Zuwachs von ungefähr 1.000 MW (Zu beachten ist, dass die „Installationssaison“ überwiegend im zweiten Halbjahr liegt).

2010 vermutlich nahezu Verdopplung der Umsätze und neuen Kapazitäten

Die mit diesem Ausbau verbundenen Umsätze werden im Jahr 2010 voraussichtlich ungefähr 3 Mrd. € betragen und sich damit gegenüber dem Vorjahr verdoppeln (EWEA 2010).

Die Gesamtleistung der Offshorewindenergie würde damit in Europa auf 3 GW steigen und somit etwa 10 % der gesamten Windenergieleistung und 0,3 % des europäischen Elektrizitätsbedarfs erbringen.

Eine große Anzahl weiterer Windparks ist im Bau oder in einer konkreteren Umsetzungsphase. Die Abgrenzung ist hier relativ weich. Nach eigener Recherche (Stand Juni 2010) befinden sich weltweit etwa 38

Parks in konkreter Umsetzung, nach Angaben der European Wind Energy Association befinden sich 17 Parks mit einer Gesamtkapazität von 4 GW (davon 0,3 GW bereits errichtet) im Bau. Weitere 52 Windparks mit 16 GW sind zudem vollständig genehmigt (EWEA 2010).

Die Windparks, die sich derzeit in der Errichtung befinden, entstehen vor allem in Großbritannien (8 Parks mit 2,4 GW) und in Deutschland (5 Parks mit knapp 1 GW).

Alle aktuell angeschlossenen Parks gehören Energieversorgern

Alle Parks, die im ersten Halbjahr 2010 in Europa (teilweise) an das Netz gegangen sind, werden von Energieversorgern entwickelt und betrieben. Den mit Abstand größten Anteil daran hat derzeit E.ON Climate & Renewables mit 64 % der Kapazitäten. Weitere wichtige Projektentwickler sind DONG Energy A/S (DK, 21 %) und die Vattenfall AG (11 %).

Die im Jahr 2010 angeschlossenen Windenergieanlagen stammen zu 55 % von der Siemens AG, zu 36 % von der Vestas A/S und zu 9 % von REpower Systems AG (Kapazitätsanteile).

Die Parks werden größer, das Wasser tiefer, die Entfernung zur Küste weiter

Die durchschnittliche Kapazität eines Windparks betrug im Jahr 2008 gut 62 MW und stieg im Jahr 2009 deutlich auf gut 72 MW an. Die durchschnittliche Windturbinengröße betrug im Jahr 2009 2,9 MW. Zwei Drittel der Gründungsstrukturen sind bisher monopiles, knapp ein Viertel Schwerkraftfundamente. Die übrigen Gründungstypen machen bisher lediglich 10 % aus. Diese Struktur erklärt sich aus der geringen Wassertiefe und Küstenentfernung vieler Parks bzw. Einzelanlagen.

Die durchschnittliche Wassertiefe lag im Jahr 2009 bei 12 Metern, die durchschnittliche Entfernung zur Küste bei 14,4 Kilometern.

Diese für die technischen Herausforderungen und die Investitions- und Betriebskosten wichtigen Parameter steigen – soweit derzeit absehbar – im Durchschnitt des Jahres 2010 deutlich an (21,8 Meter Wassertiefe und 30,1 Kilometer Küstenentfernung). (Angaben nach EWEA 2010)

Mit größerer Wassertiefe und steigender Entfernung von der Küste nähern sich die Parks den spezifischen Verhältnissen in der deutschen Nordsee und den dafür entwickelten Techniken und Produkten an.

Zukünftige Entwicklung: Ein neuer Markt entsteht

Klima- und energiepolitisches Handeln führt zu starkem Wachstum

Für die nächsten zehn Jahre wird in mehreren Ländern mit einem erheblichen Ausbau der Offshorewindenergie gerechnet. Treiber dafür sind im Wesentlichen

- umwelt- und klimapolitische Motive,
- langfristig steigende Energiepreise und
- die Sicherheit der Energieversorgung.

Insbesondere in England spielen aber auch industriepolitische Motive wie der Ersatz der mittelfristig schrumpfenden Offshore-Ölindustrie eine Rolle.

Die genannten Ziele und Motive werden durch teils massive staatliche Unterstützung dieser neuen Form der Energiegewinnung (z. B. garantierte Vergütungen, Hilfen beim Aufbau der Infrastruktur oder direktes staatliches Handeln) umgesetzt. Die Anreize und Erleichterungen schaffen die ökonomische Grundlage für wachsende Märkte.

Das daraus resultierende Kapazitäts- und Umsatzwachstum wird im Folgenden kurz skizziert. Insgesamt wird ein stark wachsender Markt über einen relativ langen Zeitraum erwartet, der große Chancen für die deutsche Offshorewindwirtschaft bietet.

Für die mittelfristige Entwicklung bis etwa 2013 bzw. 2015 sind in Tabelle 9 drei verschiedene Prognosen dargestellt.

	Kapazitäten im Jahr 2013, Westwood 2010 ¹	Kapazitäten im Jahr 2015, DEWI 2009 ²	Kapazitäten im Jahr 2015, TradeWind 2009 ³
	in Gigawatt	in Gigawatt	in Gigawatt
Europa gesamt	5,3	37,4	23
England	2,3	8,7	4,8
Deutschland	1,4	10,9	9,8
Schweden	k. A.	3,3	1,8
Niederlande	k. A.	2,8	2
Dänemark	0,9	1,2	1
Belgien	0,4	1,4	0,5
Andere	0,3	k. A.	k. A.

Tabelle 9: Prognosen neuer Kapazitäten in der Offshorewindenergie bis 2013 und 2015

Quelle: Eigene Darstellung nach: ¹⁾ Westwood 2010, ²⁾ Molly 2009, ³⁾ TradeWind 2009.

Grundsätzlich gehen alle Prognosen davon aus, dass der Ausbau zunächst langsam anläuft und dann stark steigt. Hohe zusätzliche Kapazitäten sind nach Experteneinschätzung vor allem in den Jahren 2015 und 2016 zu erwarten. Hier startet vermutlich der massive Ausbau der Offshorewindenergie in Großbritannien. Zu Beginn dieses Jahres sind für die sog. „Round 3“ Projekte im Umfang von 25 GW vergeben worden. Dies ist ein Grund für die starken Unterschiede in den Prognosen.

Bis 2013: Weltweit Windparks mit 6,6 GW

Weltweit sieht die Unternehmensberatung Douglas Westwood einen Ausbau der Windparks auf etwa 6,6 GW insgesamt bis 2013 (DW 2009). Die zentralen Märkte werden dabei in Europa liegen. Hier werden nach der jüngsten Schätzung bis 2013 etwa 5 GW bis 5,5 GW zu erwarten sein (Westwood 2010). Die Aussagen einzelner Experten bestätigen diese Prognose. Demnach sind bis 2015 in der deutschen Nordsee Ausbauten im Umfang von 1,5 GW bis 2 GW zu erwarten.

Großbritannien mindestens bis 2013 führender Markt

Für das Jahr 2015 werden Kapazitäten zwischen 23 GW und 37 GW in Europa prognostiziert. Schon die mittelfristigen Prognosen zeigen relativ hohe Spannen. Die Offshorewindwirtschaft ist eine junge Branche, die eine neue Technologie erprobt und etabliert. Damit sind nicht nur ökonomische Hemmnisse, sondern auch technische Herausforderungen und Lerneffekte verbunden. Selbst bei einem beschleunigten Ausbau nach 2013 erscheint die genannte Größenordnung relativ optimistisch.⁹

Einigkeit besteht darin, dass die führenden Märkte insgesamt vor allem in Großbritannien und mit Verzögerung auch in Deutschland liegen. Mittelfristig werden China und – mit Verzögerung – die USA als wichtige internationale Märkte gesehen. China könnte nach jüngsten Prognosen bis 2020 der weltweit größte Markt werden (s. unten).

Bis 2020 etwa 40 GW bis 45 GW prognostiziert

Bis 2020 liegen Prognosen zur Entwicklung in Europa vor (vgl. Tabelle 10). Hier ist die Offshorewindenergie bisher am weitesten entwickelt, außerdem bestehen klare Ausbauziele und politische Maßnahmen.

	Kapazitäten im Jahr 2020, EWEA 2009 ¹	Kapazitäten im Jahr 2020, TradeWind 2009 ²
	in Gigawatt	in Gigawatt
Europa gesamt	40 – 55	42,8
davon		
Großbritannien	13 – 20	6,3
Deutschland	8 – 10	20,4
Schweden	3	3,8
Niederlande	4,5 – 6	3,5
Dänemark	2,3 – 2,5	1,6

Tabelle 10: Prognosen der Kapazitäten in der Offshorewindenergie bis 2020

Quelle: Eigene Darstellung nach ¹⁾ EWEA 2009a, ²⁾ TradeWind 2009

Die Prognose der EWEA liefert grundsätzlich zwei Werte – je nach Dynamik der Entwicklung. Hier werden für das Jahr 2020 etwa 40 GW bis 55 GW installierter Leistung – also etwa das Zwanzigfache der heute errichteten Parks – erwartet. Die jährlich installierte Leistung wird nach dieser Prognose auf 6,9 GW im Jahr 2020 gestiegen sein und Investitionen im Turbinenbau von 8,8 Mrd. € auslösen. Der Beitrag der Offshorewindenergie zum Elektrizitätsbedarf der Europäischen Union würde mit diesen Kapazitäten zwischen 3,6 % und 4,3 % liegen (EWEA 2009a).

⁹ Eine sehr aktuelle Prognose vom November 2010 sieht die weltweiten Kapazitäten im Jahr 2015 bei ca. 11 GW – davon gut 4 GW in Großbritannien und knapp 3,5 GW in Deutschland. Der Aufbau dieser Kapazitäten erfordert Investitionen im Umfang von ca. 38 Mrd. € - davon 15 Mrd. € in Großbritannien und knapp 13 Mrd. € in Deutschland (vgl. Westwood 2010b).

Zu einer ähnlichen Gesamteinschätzung mit etwa 43 GW installierter Leistung im Jahr 2020 kommt das Konsortium „TradeWind“. Dargestellt wird hier das Szenario mit durchschnittlichem Wachstum.

Die Expertenaussagen für die Entwicklung des deutschen Marktes bis zum Jahr 2020 liegen zwischen 5 GW und 13 GW. Damit wird einerseits ein relativ breites Spektrum aufgezeigt, andererseits die Prognose der EWEA grundsätzlich bestätigt.

Der Vergleich der regionalen Verteilung zeigt aber auch die Unsicherheiten, denen die Entwicklung der Offshorewindwirtschaft noch ausgesetzt ist. Für Großbritannien und Deutschland werden hier jeweils sehr unterschiedliche Annahmen und partielle Entwicklungen unterstellt. Aber auch wenn die jeweils niedrigsten Entwicklungen unterstellt werden, ergibt sich noch ein Gesamtmarkt von über 30 GW im Jahr 2020.

Fazit: Ein neuer maritimer Markt entsteht

Folgt man den Prognosen und qualitativen Einschätzungen der Experten wird bis 2020 – ungeachtet einzelner konkreter Prognosewerte – ein völlig neuer, volkswirtschaftlich relevanter Markt mit außerordentlich hohen Investitionsausgaben und Ausgaben für Betrieb und Wartung entstehen. Wesentliche Wachstumsregionen bleiben auch bis 2020 Großbritannien und Deutschland.

Investitionen bis 2020: 56 Mrd. € in Europa

Auf Basis ihrer Kapazitätsprognosen hat die EWEA auch die damit verbundenen Investitionsausgaben abgeschätzt. Nachdem im Jahr 2009 Investitionen im Wert von etwa 1,5 Mrd. € getätigt wurden, werden für 2010 etwa 2,5 Mrd. € erwartet. Danach steigen die jährlichen Ausgaben in Europa – das Marktvolumen – bis 2020 auf 8,8 Mrd. € an.¹⁰ Zwischen 2010 und 2020 ergeben sich damit Gesamtinvestitionen in Höhe von gut 56 Mrd. €. Langfristig werden noch deutlich höhere Investitionsausgaben erwartet: Bis 2030 werden die gesamten Investitionen im europäischen Offshoremarkt über 190 Mrd. € mit jährlichen Ausgaben von bis zu 16,5 Mrd. € betragen.

Kosten in der Vergangenheit erheblich gestiegen

Die Investitionskosten sind von der technischen Auslegung des Parks (Wassertiefe, Entfernung zur Küste, Anlagengröße) und den volkswirtschaftlichen Rahmenbedingungen (Preise der Rohstoffe, Konkurrenz- und Preissituation in den Inputmärkten) abhängig. Aufgrund der naturräumlichen Gegebenheiten sind in der deutschen Nordsee relativ hohe durchschnittliche Investitionen notwendig.

Aber auch international sind die Investitionen deutlich gestiegen: So betragen die Investitionskosten der ersten Offshoreparks in Dänemark zwischen 1,2 Mio. € und 1,7 Mio. € pro Megawatt installierter Kapazität. Diese zeichneten sich durch relativ günstige räumliche Verhältnisse und kleine Turbinen aus. Inzwischen sind die Kosten bei jüngeren Projekten und nach Expertenaussagen auf 3 Mio. € bis 4 Mio. € pro MW gestiegen (Westwood 2010). Gründe dafür sind u. a. der Einsatz größerer Anlagen, größere Wassertiefen, größere Küstenentfernungen, gestiegene Rohstoffpreise sowie hohe Logistikkosten bei der Errichtung.

Eine konkretisierte Abschätzung der Investitionen für den deutschen Markt erfolgt in Kapitel 5.2.3.

¹⁰ Alle Zukunftswerte sind in Preisen zu 2005 angegeben.

Weitere langfristige Aussichten und Märkte

2030: 150 GW offshore installiert, 13 % bis 17 % des europäischen Stroms produziert?

Für die langfristige Entwicklung werden in einfachen Abschätzungen bis zum Jahr 2030 etwa 150 GW (EWEA 2009a) bzw. 117 GW (TradeWind 2009) an Offshorekapazitäten erwartet. Damit könnten zwischen 12,8 % und 16,7 % des europäischen Strombedarfs erzeugt werden.

Mittel- bis langfristig werden Potenziale für die Offshorewindenergie in vielen Ländern und Regionen gesehen. Belastbare Prognosen liegen für die langfristigen globalen Entwicklungen nicht vor. Dafür wären weitgehende Annahmen über Märkte zu treffen, die derzeit bestenfalls im Entstehen sind. Die wesentlichen potenziellen internationalen Märkte außerhalb Europas sind China, die USA, Kanada, Japan, Brasilien und Korea. Zurzeit werden dabei China und die USA als wichtigste Offshoremärkte außerhalb von Europa gesehen. Die Bedingungen und Entwicklungen in diesen Ländern werden daher kurz vorgestellt.

USA startet erste große Windfarm offshore

Insgesamt bieten die Küsten der USA ein hohes Potenzial für die Offshorewindenergie:

- Die USA verfügt insgesamt über eine Küstenlinie von etwa 20.000 km und fünf große Seen in zentraler Lage. Die Nordwest- und Nordostküsten bieten dabei sehr gute Windbedingungen. Der Golf von Mexiko hat geringere Windgeschwindigkeiten aufzuweisen, dafür aber relativ flache Gewässer.
- Die 28 Küstenstaaten der USA verbrauchen 80 % der Elektrizität des Landes und weisen die höchsten Strompreise auf. Mit einer kurzen Netzanbindung kann die Windenergie damit relativ schnell konkurrenzfähig werden.
- Zunächst entstehen Potenziale daher an der Atlantikküste: hier treffen relativ flache Gewässer und hohe lokale Energiebedarfe zusammen.

Hoher Energieverbrauch und -preise in den Küstenstaaten

Im April 2010 wurde dem ersten großen Windparkprojekt „Cape Wind“ in Massachusetts die Genehmigung erteilt. Der Bau soll noch im Jahr 2010 beginnen. (Global Wind Energy Council 2010).

Sowohl die Genehmigungsverfahren als auch die industrielle Basis der Branche (Windenergieanlagen, Schiffe) stehen insgesamt aber noch am Anfang der notwendigen Entwicklung für einen starken Ausbau.

Nach Expertenaussagen sind die Genehmigungsverfahren in den USA langwierig und aufwändig. Zudem wird der Marktzutritt für ausländische Anbieter durch Regulierungen eingeschränkt (Jones Act).

China: wachsende Energienachfrage und staatliche Planung

Das Potenzial für die Offshorewindenergie in China wird von Experten mit 750 GW beziffert. Es ist damit ungefähr dreimal so hoch wie das Potenzial an Land und damit die wesentliche Ausbauform der Windenergie in China. Für die Unterstützung von erneuerbaren Energien insgesamt stehen im nächsten Fünf-Jahres-Plan bis zu 750 Mrd. \$ bereit.

Das Hauptaugenmerk liegt bei Offshorewindenergie auf der Ostküste des Landes (Sun&Wind Energy 2010):

- Der „China Coastal Zone and Tideland Resource Investigation Report“ rechnet bei einer Nutzung von 10 % - 20 % der Seefläche für die Offshorewindenergie mit einer Leistung von 100 GW – 200 GW. Allerdings erschweren Taifune vor allem an der chinesischen Südküste diese Projekte.
- Im „Fünf-Jahres-Plan“ von 2005 war die Erprobung von Offshorewindenergieanlagen festgelegt. In Folge sind für die Entwicklung dieser Energieform starke staatliche Impulse gesetzt worden. Für das Jahr 2010 wurde in dem Plan das Ziel gesetzt, ein oder zwei Testanlagen mit einer Leistung von 100 MW zu errichten. Dieses Ziel wurde mit dem Windpark Shanghai Dongdaqiao – er umfasst 34 Turbinen mit je 3 MW Nennleistung – erreicht.

Anlagen und Komponenten made in China

Als Ergebnis der massiven Unterstützung der Windenergie ist in China inzwischen eine große Anzahl von Anlagenherstellern entstanden. Sie gehören im Onshorebereich weltweit zu den führenden Unternehmen und produzieren vereinzelt bereits Offshore-Anlagen zu niedrigen Preisen. Chinesische Unternehmen exportieren zudem bereits andere Komponenten für Offshoreparks (monopiles). Die Beteiligung internationaler Unternehmen beim Aufbau der chinesischen Offshorewindenergie wird allerdings vermutlich gering sein (Westwood 2010b).

5.2.2 Die Lage in Deutschland: Sehr gute Startposition für den neuen Markt

2010 deutscher Einstieg in die energiewirtschaftlich relevante Nutzung

Ein dynamischer Aufbau der Offshorewindenergie ist mit einigen Herausforderungen verbunden. So können Offshoreparks in Deutschland nur in größerer Küstenferne errichtet werden.

Die technischen und wirtschaftlichen Herausforderungen führten in den vergangenen Jahren dazu, dass sich die Ausbaupläne langsamer verwirklichen ließen als zunächst erwartet. Im Jahr 2009 konnte mit dem Demonstrationsprojekt „alpha ventus“ der erste deutsche Windpark auf See fertig gestellt werden. Weitere Parks in unterschiedlichen Entwicklungsstadien befinden sich in der Umsetzungsphase und sollen in den kommenden Jahren ans Netz gehen. Im Aufbau befinden sich derzeit die Windparks „Bard 1“ und „baltic 1“.

9.000 MW installierter Leistung bis 2020 möglich

Das Bundesumweltministerium geht in seinem aktualisierten „Leitszenario 2009“ davon aus, dass bis 2020 bei optimistischer Entwicklung eine installierte Leistung von 9.000 MW erreicht werden kann.

Die Meinungen zum Ausbau bis 2020 sind innerhalb der Branche uneinheitlich und schwanken zwischen 5.000 MW und 13.000 MW.¹¹ Eine genauere Schätzung zu den Kapazitäten in Deutschland und den daraus resultierenden Investitionen erfolgt im Kapitel 5.2.3.

¹¹ Ergebnis der Teilnehmerbefragung auf der internationalen Konferenz „WINDSTÄRKE10 – KURS OFFSHORE“ in Bremerhaven 2010.

**Unternehmen, Umsatz
und Beschäftigte**

Status quo der Offshorewindwirtschaft in Deutschland

In der Erhebung wurden in Deutschland bereits für das Jahr 2008 insgesamt 167 Unternehmen identifiziert, die sich prioritär der Offshorewindwirtschaft zuordnen. Diese beschäftigten im Jahr 2008 insgesamt etwa 4.000 Mitarbeiter und erwirtschafteten einen Umsatz von rund 1,1 Mrd. Euro. Weitere 82 Unternehmen haben die Offshorewindenergie als weiteres Anwendungsfeld genannt, so dass insgesamt etwa 250 Unternehmen diesem Bereich für den Erhebungszeitraum zuzuordnen sind. Aufgrund der sehr dynamischen Entwicklung liegt die Zahl der aktuell in diesem Bereich tätigen Unternehmen deutlich höher. Branchenvertreter schätzen sie auf etwa 500 Unternehmen.

	Offshorewindwirtschaft	Anteil an der gesamten Meerestechnik
Unternehmen	167	37 %
Umsatz	1,1 Mrd. €	10 %
Beschäftigte	4.000	15 %

Tabelle 11: Kennzahlen der Offshorewindwirtschaft in Deutschland

Quelle: Eigene Darstellung

Weitere Unternehmen mit Aktivitäten und Kompetenzen im Offshorewindbereich sind anderen Teilen der Meerestechnik zugeordnet, wenn sie dort ihren Schwerpunkt haben. Das gilt insbesondere für die Hersteller von Seekabeln (siehe Kapitel 5.3 Unterwassertechnik/Seekabel).

Um den derzeit aktiven Kern der Branche zu erfassen wurde eine enge Branchenabgrenzung zugrunde gelegt:

- Es wurden lediglich Dienstleister und Zulieferer mit spezifischen Angeboten aufgenommen. Insbesondere bei allgemeinen Dienstleistungen bedeutet dies eine deutliche Konzentration.
- Um Überschneidungen zur Onshorewindwirtschaft – etwa bei den Anlagenherstellern – zu vermeiden, wurde zudem der Beschäftigtenanteil im Offshorebereich bestimmt.

Viele andere Unternehmen verfügen über Kompetenzen mit denen sie zeitweise am Markt tätig sind oder die sie zu potenziellen Marktteilnehmern machen.

Der Vergleich der Betriebs- und Beschäftigtenzahlen zeigt, dass die Branche – etwa im Vergleich mit Offshoreförderung von Öl und Gas – (noch) relativ kleinteilig strukturiert ist. Dies ist zum einen auf den relativ hohen Anteil kleiner Dienstleister zurückzuführen. Zum anderen ist eine Reihe von Unternehmen erst mit geringen Beschäftigungsanteilen in der jungen Branche tätig. Auch der gegenüber dem Umsatzanteil etwas höhere Beschäftigungsanteil an der gesamten Meerestechnik ist auf das geringe Alter der Branche zurückzuführen: Derzeit werden teilweise Kapazitäten aufgebaut, die noch nicht voll am Markt sind.

Offshorewindenergie als Beschäftigungs- motor

Die Beschäftigten- und Unternehmenszahlen entwickeln sich in der Offshorewindenergie aufgrund der positiven Marktentwicklungen sehr dynamisch. Die hier dargestellten Daten sind deshalb nur eine Momentaufnahme.

Derzeit verstärken Anlagen- und Komponentenhersteller ihre Produktionskapazitäten erheblich, um auf den Aufbau von Windparks im Ausland und im Inland vorbereitet zu sein. Mehrere Anlagenhersteller haben umfassende Verträge mit Betreibern abgeschlossen. So haben RWE Innoogy und die REpower Systems AG einen Rahmenvertrag über die Lieferung von etwa 250 Anlagen mit 5 MW bzw. 6 MW Leistung sowie 200 weiteren kleineren Anlagen abgeschlossen. Die Produktionskapazitäten beliefen sich für die großen Anlagen in den letzten Jahren auf etwa 50 bis 60 Anlagen. Mit dem Kapazitätsausbau erhöht sich entsprechend auch die Nachfrage nach Komponenten und Vorleistungen.

Zudem eröffnen sich künftig verstärkt auch für andere Unternehmen und Branchen attraktive Marktchancen. Der Maschinen- und Anlagenbau, die Bauindustrie, Finanzierungs- und Versicherungsdienstleister, Logistikunternehmen, Werften und Reedereien (etwa die Schwerlastreederei Beluga Shipping im joint venture mit dem Bauunternehmen Hochtief AG) erschließen in verstärktem Maße den Offshorewindmarkt als neues Betätigungsfeld. Die Zahl der Beschäftigten dürfte daher in den kommenden Jahren erheblich ansteigen.

Räumliche Verteilung

Norddeutschland das Zentrum der Offshore- windenergie

Räumlich verdichtet sich die Offshorewindwirtschaft besonders an einigen niedersächsischen Küstenstandorten, in Bremen und Bremerhaven, aber auch in Hamburg und an Standorten in Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern. Generell konzentriert sich die Produktion von Komponenten von Windkraftanlagen und großen Komponenten (Fundamente, Rotorblätter) verstärkt in unmittelbarer Küstennähe. Hier werden national und international Hafenstandorte bevorzugt, die über geeignete Infrastrukturen für die außerordentlich schweren und großen Anlagen verfügen.

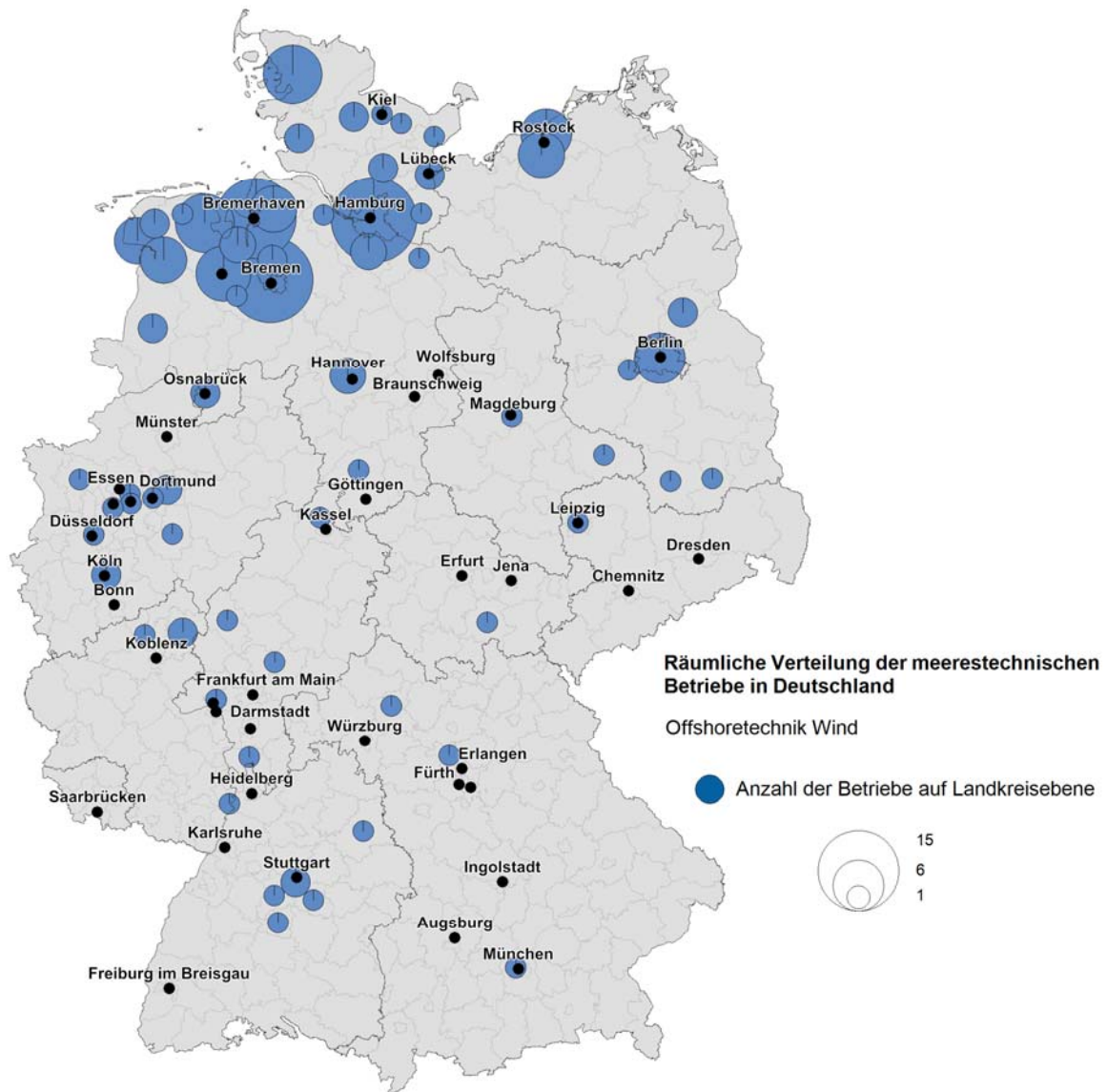


Abbildung 37: Räumliche Verteilung der meeresstechnischen Betriebe im Anwendungsfeld Offshore-technik Wind in Deutschland

Quelle: Eigene Darstellung (Stand Oktober 2010)

Entlang der norddeutschen Küstenlinie sind dies insbesondere die Häfen in Emden, Bremerhaven und Cuxhaven, an der Ostsee vor allem Rostock. Sie fungieren als zentrale Knotenpunkte für die Offshore-Wirtschaft und sind sowohl Umschlagplatz für die Verladung von Komponenten als auch Produktions-, Lagerungs- und Montagestätte für die Windkraftanlagen. Darüber hinaus existieren einzelne Aktivitäten und eine Reihe von Planungen für den Ausbau von Häfen als Umschlags- und Produktionsstandorte oder als Versorgungs- und Reaktionshäfen.

Eine hervorgehobene Position in Deutschland und in Europa mit einem nahezu kompletten Angebot an standortbezogenen Faktoren weisen Bremerhaven und Bremen auf. (EWEA 2009) Neben spezifischen Hafeninfrastrukturen finden sich hier – abgesehen von einer Vielzahl privater Unternehmen – Testzentren, große Forschungseinrichtungen oder spezifische Studiengänge.

Die wichtigsten Hersteller von wichtigen Komponenten der Windenergieanlagen, insbesondere des Antriebstrangs (Getriebe, Lager, Generatoren etc.), aber auch der Steuerungselektronik gibt es vor allem in West- und Süddeutschland. Neben dem Maschinen- und Anlagenbau profitiert hier auch die Stahl- und Metallindustrie von der Nachfrage der Anlagenhersteller.

International wichtige Standorte sind die dänische Nordseeküste – hier ist Esbjerg mit Infrastrukturen, Produktionsstätten und Logistikdienstleistern bedeutend – und die englische Ostküste (Lowestoft). Im Zusammenhang mit der Suche nach geeigneten Standorten für die Offshorewindwirtschaft wird neben Esbjerg vor allem Bremerhaven genannt (Westwood 2010)

Diversifiziertes Wissenschafts- und Forschungspotenzial

Bildung und Wissenschaft

Mit der geplanten neuen Generation von Offshorewindparks – in Tiefwasser und fernab der Küste – liegen bisher kaum Erfahrungen vor. Forschungsbedarf besteht in nahezu allen Bereichen: Von der Netzanbindung über die Technologieentwicklung bis hin zur Logistik.

Eine wesentliche Stärke der deutschen Offshorewindwirtschaft ist die diversifizierte Forschungslandschaft. Relevante Kompetenzen aus Elektrotechnik, Maschinenbau oder Umwelttechnik sind an zahlreichen Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen vorhanden (vgl. Kapitel Forschung und Bildung). Durch die Gründung des in Bremerhaven und Kassel ansässigen Fraunhofer-Instituts für Windenergie und Energietechnik (IWES) wird die Forschung zur Windenergie in Deutschland gebündelt und massiv ausgeweitet. Das IWES deckt das gesamte Spektrum der Windenergie, angefangen von der Materialentwicklung (Rotorblattkompetenzzentrum) bis hin zur Netzoptimierung sowie der Energiesystemtechnik, ab. Durch die enge Einbindung in den universitären Forschungsverbund ForWind ist ein international wettbewerbsfähiges Forschungszentrum entstanden.

Um die nationalen Klimaschutzziele der Bundesregierung sowie der Europäischen Union im Bereich der Erneuerbaren Energien zu erreichen, stellt der Bund erhebliche Mittel zur Förderung der Windenergie auf See bereit (vgl. auch Kapitel 7). Ein zentraler Schwerpunkt der Forschungsförderung ist die Forschungsinitiative „RAVE – Research at alpha ventus“. Das Testfeld „alpha ventus“, das rund 45 Kilometer vor der Nordseeinsel Borkum liegt, ist als erster deutscher Offshorewindpark im Frühjahr 2010 ans Netz gegangen und dient als Test- und Demonstrationsprojekt für den weiteren Ausbau der Offshorewindenergieanlagen (OWEA). Das Bundesumweltministerium fördert dort mit rund 50 Millionen Euro ein breites Spektrum von Forschungsaktivitäten. Fragestellungen betreffen u. a. die technischen Anforderungen an die Windkraftanlagen und deren Gründungen, die Senkung der Kosten, ökologische Begleitforschung oder die Netzintegration.

Weiterer Förderschwerpunkt sind die drei Forschungsplattformen FINO 1, 2 und 3 in Nord- und Ostsee an denen Wind- und Wellenmessungen für die Lastabschätzung an den WEA und für sichere Windprognosen durchgeführt werden.

Ausgesprochen hohes Qualifikationsniveau

Die Herstellung von Offshorewindenergieanlagen und von Komponenten sowie die Wartung, der Betrieb und die Installation von Windparks erfordert qualifiziertes Fachpersonal. Die Branche weist ein vergleichsweise hohes Qualifikationsniveau auf. Nachgefragt werden insbesondere gewerblich-technische Fachkräfte sowie Ingenieure aus Maschinenbau, Elektrotechnik und Bauingenieurwesen. Insbesondere in diesen Bereichen droht sich der Fachkräftemangel künftig weiter zu verstärken (vgl. Kapitel 7 Qualifizierung und Bildung in der Meerestechnik). Die Aus- und Weiterbildung von Personal entwickelt sich daher zu einem Schlüsselfaktor für weiteres Wachstum.

Rund jeder dritte Betrieb in der Offshorewindwirtschaft (38,2 %) bildet eigene Fachkräfte aus. Das ist im Vergleich zum Bundesdurchschnitt der Gesamtwirtschaft (24 %) eine außerordentlich hohe Ausbildungsbeteiligung. Allerdings wird dabei weder die Zahl der Auszubildenden noch die Zahl der Beschäftigten berücksichtigt. Die tatsächliche Ausbildungsleistung spiegelt sich daher in der Ausbildungsquote, als Anteil der Auszubildenden an den Gesamtbeschäftigten, wider. Mit einer Ausbildungsquote von 5,6 % liegt die deutsche Offshorewindwirtschaft unter dem Bundesschnitt der Gesamtwirtschaft (6,6 %). Die Ursache liegt u. a. darin, dass in der Offshorewindwirtschaft ein vergleichsweise hoher Anteil an akademisch ausgebildeten Beschäftigten zum Einsatz kommt.

In der beruflichen Weiterbildung führen neun von zehn der befragten Betriebe Weiterbildungsmaßnahmen durch. Im Vergleich zum Bundesdurchschnitt (69,5 %) ist diese Quote überdurchschnittlich hoch.

Wertschöpfungssystem

Wertschöpfungssystem vollständig

Die Wertschöpfungskette der Offshorewindenergie umfasst folgende Glieder:

- Planung, Genehmigung, Engineering
- Finanzierung, Zertifizierung und Versicherung
- Gründungsstrukturen und Türme
- Windenergieanlagen mit Rotorblättern, Getriebe, verschiedenen anderen Komponenten und der Steuerung
- Seekabel für die Vernetzung im Park und den Anschluss an das Übertragungsnetz
- Umspannplattformen, Konverterstationen auf See
- Die Errichtungslogistik einschl. der Spezialschiffe / Schwerlasttransporte
- Maintenance and Operations (M&O): Betrieb, Wartung, Reparatur
- Hafenwirtschaft und Logistik

Dazu kommen infrastrukturelle Rahmenbedingungen, insbesondere spezifische Hafeninfrastrukturen, Forschungseinrichtungen und Qualifizierungsstrukturen.

Sehr hohe Investitionen sind verbunden mit (Gouverneur 2008):

- Der Windenergieanlage mit ihren Komponenten (Getriebe, Rotorblätter, etc.) selbst. Je nach Auslegung der Anlage und Abgrenzung des Projekts (Netzanbindung) entstehen hier 50 % der Kosten.
- Den Gründungsstrukturen und der Errichtung (25 %-35 %)
- Der Netzanbindung einschließlich Seekabel (8 %-30 %)
- Dem Umspannwerk (4 %-10 %)

Darüber hinaus entsteht hohe Wertschöpfung bei Schiffbau und Werften – im Spezialschiffbau wie auch bei Offshorebauwerken – und bei Betrieb und Service.

In Deutschland sind grundsätzlich alle Elemente der Wertschöpfungskette vertreten: Dazu gehören sowohl Anlagenhersteller, Hersteller und Zulieferer von Anlagekomponenten (z. B. Rotorblätter, Getriebe, Lager, Steuerungselektronik), Hersteller von Gründungsstrukturen und Turm, Projektentwickler und Projektbetreiber sowie Dienstleistungen aus den Bereichen Finanzierung und Versicherung, Planung, Beratung, Betrieb und Wartung (z. B. Windprognosen, Überwachung, Tauchdienste, Rotorblattreparatur), die von den Projektentwicklungsunternehmen und von spezialisierten Dienstleistern angeboten werden. Hinzu kommen auch spezifische maritime Dienstleister wie Werften und Reedereien, die inzwischen auch in der Offshorewindwirtschaft tätig werden.

Einige besondere Stärken und Schwachpunkte im Wertschöpfungssystem werden im Folgenden kurz beleuchtet.

Weltmarktführer in der Anlagentechnik

Besondere Stärken der Wertschöpfungskette bestehen in der Anlagentechnik. Siemens Wind Power mit Produktionsstandort in Dänemark ist mit einem weltweiten Marktanteil von rund 50 % Marktführer bei Turbinen in der derzeit gängigen Klasse von zwei bis drei MW für den Offshoremarkt.

Weitere Anlagenhersteller mit Produktionsstätten in Deutschland sind die Areva - Multibrid GmbH (Bremerhaven), die REpower Systems AG (Hamburg) und die BARD Holding GmbH (Emden). Diese drei Unternehmen produzieren und entwickeln Anlagen der 5 MW- und 6 MW-Klasse speziell für den Offshoremarkt und sind damit Technologieführer. Alle drei Hersteller haben größere Kontrakte für Windparks abgeschlossen bzw. produzieren für eigene Parks (BARD, deshalb auch nicht in der Abbildung enthalten).

Verstärkte Bemühungen, sich im Markt der Offshorewindenergieanlagen zu etablieren unternehmen zurzeit chinesische Hersteller und General Electric (GE). GE hat u. a. einen norwegischen Anlagenhersteller übernommen, seine Kapazitäten in der Windkraftzentrale in Salzbergen (Niedersachsen) ausgebaut und will in Hamburg ein Technologiezentrum entwickeln. Für die Produktion könnte ein Werk in Großbritannien, dem derzeit und langfristig größten Markt, entstehen.

Chinesische Hersteller haben sich inzwischen auf dem Markt für Onshorewindenergieanlagen etabliert. Mit Sinovel und Goldwind finden sich zwei chinesische Unternehmen unter den fünf Unternehmen mit den höchsten Weltmarktanteilen im Jahr 2009. Sie entwickeln auch Offshore-Anlagen, u. a. mit einem Direktantrieb (s. u.). Für die Anlagen bestehen allerdings noch keine Erfahrungen und Referenzen hinsichtlich der Funktionsfähigkeit und Zuverlässigkeit (bankability).

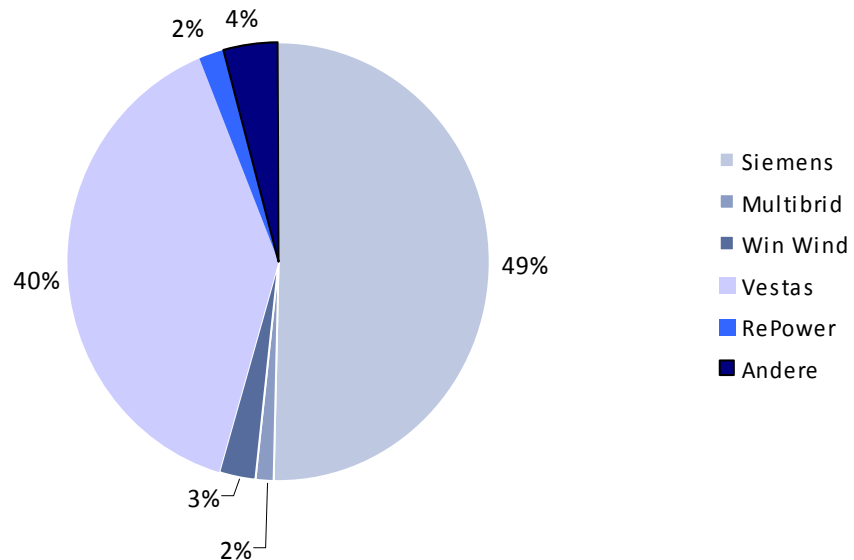


Abbildung 38: Weltweite Marktanteile der Hersteller von Offshorewindenergieanlagen 2009

Quelle: EWEA 2010

Stärken im Engineering und in der Projektierung

Neben der industriellen Technologiekompetenz sind in Deutschland auch ausgeprägte Stärken in der Projektierung und Entwicklung von Offshorewindparks vorhanden. Den mittelständisch geprägten Betrieben kommen dabei insbesondere die gesammelten Erfahrungen und Kompetenzen aus dem Onshoremarkt zu Gute. Zu den führenden Entwicklern gehört etwa die wpd AG als größter europäischer Projektentwickler in der Offshorewindwirtschaft mit Hauptsitz in Bremen.

Durch den Markteintritt der großen Energieversorgungsunternehmen (EVU) (RWE, E.ON, EnBW, Vattenfall) kommen auch deren Kompetenzen und Ressourcen in der Finanzierung, im Engineering, im Projektmanagement und im Kraftwerksbau zum Tragen. Die großen EVU haben inzwischen spezifische Subeinheiten für den Offshoremarkt gebildet und überwiegend in Hamburg angesiedelt. Diese sind international und national tätig und bündeln und bilden wertvolles Know-how.

Weitere Stärken bestehen z. B. auch bei Engineering und technischen Dienstleistungen für Betrieb, Leistungsmessung, Windmessung, Inspektion, Fernwartung von Anlagen und Rotorblättern u. ä.

Nach Aussagen der befragten Experten besteht derzeit auch (noch) eine Stärke der Offshorewindwirtschaft in der Entwicklung und Herstellung von Gründungsstrukturen. So können Stahlbleche für Offshorekonstruktionen mit einer ausreichenden Materialstärke derzeit in Europa nur von drei Unternehmen hergestellt werden, von denen zwei aus Deutschland stammen.

**Offshorelogistik
strategisch wichtig**

Zentrale Bedeutung für den Aufbau der Offshorewindenergie und für die Kostenstrukturen hat die gesamte Logistik. Diese umfasst die Errichtung der außerordentlich schweren und großen Anlagen ebenso wie den laufenden technischen Betrieb sowie Wartung und Reparatur bei schwierigen äußeren Bedingungen. Teilweise werden diese Leistungen von den Anlagenherstellern integriert geplant und angeboten. Dabei ist davon auszugehen, dass die Anlagenhersteller auf spezifische Dienstleister zurückgreifen.

Insgesamt ist dieses Segment des nationalen Wertschöpfungssystems derzeit nicht besonders stark ausgeprägt. Kompetenzen und Marktanteile liegen hier vor allem bei Unternehmen, die bereits über Erfahrungen aus der Offshorewindwirtschaft oder aus der Offshoreproduktion von Öl und Gas verfügen (POWER 2006). Diese sind derzeit meistens in England, Dänemark, den Niederlanden und Norwegen zu finden. Teilweise haben diese Unternehmen Tochtergesellschaften in Deutschland errichtet oder planen dies (A2Sea, Subocean).

Entsprechende Logistikangebote noch im Entstehen

Inzwischen werden – neben dem Komplettanbieter BARD – verstärkt auch deutsche Unternehmen in diesem Bereich aktiv. Neben einzelnen Teiltätigkeiten der Logistikkette, die schon seit einiger Zeit von verschiedenen Reedereien angeboten werden, kommen Komplettangebote für Errichtung und M&O hinzu. Inwieweit sich diese strategisch wichtigen Angebote im internationalen Wettbewerb positionieren können, ist derzeit nicht abzusehen.

Auf internationaler Ebene werden für die Errichtung der Anlagen von einer Reihe von Unternehmen Spezialschiffe konzipiert und beauftragt. Auch von deutschen Unternehmen (BARD Holding GmbH, Beluga Shipping GmbH in Kooperation mit der Hochtief AG, RWE AG) sind und werden Aufträge vergeben bzw. sind Schiffe in Betrieb.

Marktstellung und Strukturwandel

Sehr gute Position im Weltmarkt

Die Analyse entlang der Wertschöpfungskette zeigt insgesamt eine gute Ausgangssituation für die zukünftige Entwicklung der deutschen Offshorewindwirtschaft. Dies unterstreichen auch die Ergebnisse aus der Betriebsbefragung: Rund 70 % der befragten Betriebe halten deutsche Unternehmen für wichtige Akteure im globalen Offshoremarkt.

Deutsche Unternehmen oft Marktführer

Knapp 18 % sehen in deutschen Unternehmen sogar die internationalen Marktführer. Damit ist die Marktposition überdurchschnittlich gut: Im wichtigen Offshore-Ölmarkt werden lediglich 37 % als wichtige Akteure eingestuft (keine Marktführer); in der Meerestechnik insgesamt (einschl. Offshore Wind) sehen 63 % die Unternehmen als wichtige Akteure (Marktführer: 9 %).

Deutscher Marktanteil 20 % bis 25 %

Der derzeitige deutsche Anteil am internationalen Marktvolumen wird von den befragten Betrieben aktuell auf etwa 20 % bis 25 % geschätzt.

Die starke Marktstellung zentraler Akteure liegt insbesondere

- in der Marktposition der Unternehmen, die sich auch aus den Erfolgen in der Windenergie insgesamt ergibt,
- in der breiten technologischen Kompetenz und den qualifizierten Arbeitskräften sowie
- in dem unternehmerischen Know-how der Anlagenhersteller und Projektentwickler

begründet.

Drei von vier Unternehmen sehen auch international starkes Wachstum

Die großen Potenziale spiegeln sich auch in den Wachstumserwartungen der Betriebe wider (vgl. Abbildung 39). Nahezu alle Befragten erwarten bis 2020 sowohl national als auch international ein Wachstum der Offshorewindwirtschaft. Ein starkes Wachstum wird international von drei Viertel aller Befragten, im nationalen Markt sogar von über neunzig Prozent erwartet. Im Vergleich mit den anderen meeresstechnischen Feldern ist die Offshorewindwirtschaft damit der Bereich mit den höchsten Wachstumsaussichten – zumindest nach Einschätzung der befragten Unternehmen.

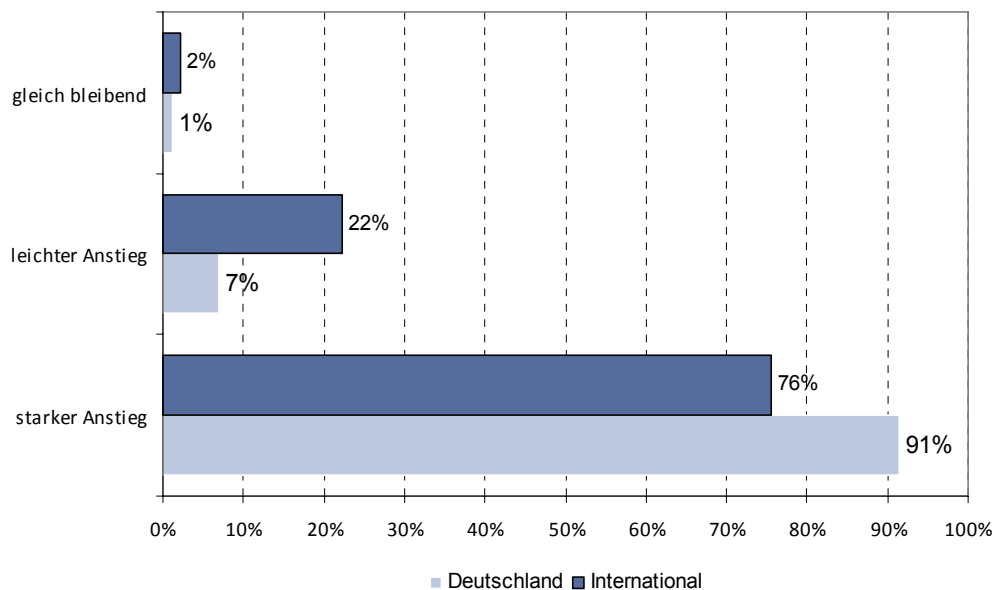


Abbildung 39: Erwartete Wachstumsentwicklung der deutschen Unternehmen in der Offshorewindwirtschaft bis zum Jahr 2020

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage der Betriebsbefragung

Marktstrukturen im Umbruch

Die sehr guten Aussichten auf eine dynamische Entwicklung nationaler und internationaler Märkte, die langfristigen Trends der Energiemärkte und die guten politischen Rahmenbedingungen (Einspeisevergütung, Infrastrukturbeschleunigung) führen auch zu starken Veränderungen der Marktstrukturen: Große Energieversorger und Finanzinvestoren beteiligen sich zunehmend an Projekten, übernehmen Lizenzen und führen eigenständige Projekte durch und/oder übernehmen bestehende Unternehmen. Das Engagement der reinen Finanzinvestoren ist dabei nach Expertenaussagen in Folge der Finanzkrise zurückgegangen.

Der aktuelle Übernahmetrend ist aber nur ein Treiber für die Restrukturierung. Die geplanten Windparks haben immer größere Dimensionen erreicht. Dies führt auch beim Projektmanagement, insbesondere aber bei der Finanzierung zu sehr großen Anforderungen und Volumen. Finanzmittelgeber erwarten einerseits international vergleichbare Renditen und bewerten andererseits die Risiken der neuen Technik oft relativ hoch. Bei relativ eindeutig definierten Erlösen steigt damit vor allem der Druck auf der Kostenseite der Projekte.

Volkswirtschaftlich wichtige Akteure im Markt sind zum einen natürlich die Projektbetreiber, zum anderen die Anlagenhersteller.

Als Eigentümer der Lizenzen für Windparks und Betreiber dieser Parks haben die Energieversorger inzwischen eine zentrale Position in der Offshorewindwirtschaft. Die weitere Entwicklung der Branche wird damit zu immer größeren Teilen durch das unternehmenspolitische Kalkül der EVU bestimmt. Diese verfügen grundsätzlich über die Finanzkraft, über die Kompetenzen und Kapazitäten und über die Marktposition, um Windparks als moderne Großkraftwerke effizient zu errichten und zu betreiben. Sowohl entsprechende Investitionsentscheidungen wie auch die Nutzung begrenzter Netzkapazitäten werden dabei unternehmensintern in Konkurrenz zu anderen Energieträgern getroffen. Fraglich ist hier zum Beispiel, wie sich die Verlängerung der Laufzeiten der Kernkraftwerke auf den forcierten Ausbau der Offshorewindenergie auswirkt.

Ebenso Gegenstand unternehmensinterner Entscheidung ist die regionale Verteilung der Aktivitäten im Offshorebereich. So werden sich deutsche EVU in erheblichem Maße beim Ausbau der Offshorewindenergie in England engagieren: Anfang 2010 wurde von der britischen Crown Estate der Zuschlag für die Vergabe von Offshorewindparks mit einer Gesamtkapazität von 32 GW im Rahmen der so genannten „Round 3“ erteilt. Konsortien mit Beteiligung von deutschen Energieversorgern werden bis 2020 knapp die Hälfte der geplanten Gesamtkapazität errichten.

Auch bei den Herstellern von Windenergieanlagen für die Offshorenutzung verändern sich derzeit die Marktstrukturen:

- Zum einen verschärft sich die Konkurrenzsituation deutlich. So hat sich die Zahl der Hersteller von Offshoreturbinen zwischen 2008 und 2010 weltweit nahezu vervierfacht. Insbesondere chinesische und koreanische Unternehmen wachsen stark und bieten günstige Anlagen und Komponenten.
- Zum anderen verstärken große Industrieunternehmen (z. B. Siemens, General Electric) ihre Aktivitäten deutlich. Diese verfügen über breite technische Kompetenzen und nicht zuletzt über erhebliche Erfahrungen im Geschäft mit Energieversorgern als Projektbetreiber.

Die steigende Konkurrenz kann zu einem deutlich verstärkten Preiswettbewerb führen und Kostensenkungen in der Herstellung und bei Zulieferungen auslösen. Bereits jetzt sehen einzelne Experten bei den Anlagen einen Käufermarkt. Diese Konstellation erhöht den Druck zu wachsen und deutlich kosteneffizienter zu produzieren. Industrielle Serienfertigung und Standardisierungen in verschiedenen Bereichen werden den Expertengesprächen zufolge zunehmen – etwa auf Basis der gängigen Produktionsprozesse und Verfahren bei den Großunternehmen.

Mittel- bis langfristig ist für die Offshorewindwirtschaft insgesamt eine Entwicklung hin zu technologisch sehr hochwertigen Produkten und wissensintensiven Dienstleistungen zu erwarten.

Entwicklungshemmnisse

Grundsätzlich bestehen in der Offshorewindenergie hohe Wachstumschancen für die Branche selbst, die maritime Wirtschaft und die Zuliefernden und verbundenen Industrien. Als wesentliche Hemmnisse für eine dynamische Entwicklung des nationalen Marktes sind in den Expertengesprächen und der Befragung mehrere Punkte benannt worden, die teils eng mit den oben aufgeführten strukturellen Veränderungen verbunden sind. Diese sollen im Folgenden dargestellt werden.

Grundsätzliche Voraussetzung für die mittel- und langfristige Wettbewerbsfähigkeit sind technologisches Niveau und Innovationsfähigkeit der Unternehmen. Die zentralen technologischen Herausforderungen werden daher im Anschluss aufgezeigt.

Finanzierungen

Fehlende Finanzierungen sind derzeit das stärkste Wachstumshemmnis

Die derzeit geplanten Windparks in der deutschen Nordsee sind zu meist mit einer Größe von 400 MW ausgelegt, die durch 80 Anlagen der 5 MW-Klasse erzielt wird. Bei Investitionskosten von 3,5 Mio. € bis 4 Mio. € pro Anlage beträgt das Investitionsvolumen (ohne Netzanbindung) je Park etwa 1,5 Mrd. €. Weitere Investitionen sind für die Netzanbindung (insbesondere Seekabel und Konverterstationen) notwendig. Die Entwicklung der Offshorewindenergie ist also mit einem hohen Kapitalbedarf verbunden, der über Projektfinanzierungen oder die Finanzierung aus den Bilanzen entsprechend großer Unternehmen erbracht werden muss.

Als zentrales Hemmnis für den Ausbau solcher Parks wird von allen Experten die Finanzierung genannt. Hier sind mehrere Entwicklungen relevant:

Hohe Unsicherheiten und hohe Risikoaversion in dem neuen Markt

- Die Offshorewindenergie erfordert den Einsatz neuer, teils nicht erprobter Techniken unter schwierigen äußeren Bedingungen. Es drohen Kostenerhöhungen, Verspätungen oder Betriebseinschränkungen. Größere Benchmarks für komplexe Tiefwasserprojekte liegen nicht vor. Das Risikoprofil ist dementsprechend komplex, die Risikobewertung schwierig (vgl. Winkelmann, Ludwig 2010). In ersten Parks sind zudem – grundsätzlich zu erwartende – Probleme aufgetreten, die Finanzmittelgeber vorsichtig werden lassen.

**Finanzkrise schränkt
Spielräume ein**

- Die Erlöse sind durch die staatlich abgesicherten Vergütungen und die konstanten und guten Windbedingungen auf hoher See relativ gut zu kalkulieren und mindestens mittelfristig abgesichert.
- Durch die Finanzkrise sind zum einen die Finanzinvestoren vorsichtiger geworden, zum anderen bewerten auch die Banken die bestehenden Unsicherheiten relativ hoch und offensichtlich höher als vor der Wirtschafts- und Finanzkrise.
Die Finanzkrise hat bei den Banken zu deutlichen Einschränkungen von Finanzierungsmöglichkeiten insbesondere durch die Ausrichtung auf risikoarme (Kern-)Geschäfte und den Einbruch des Syndizierungsmarktes geführt.
- Mit den Energieversorgern sind finanzkräftige Akteure in den Markt eingetreten. Allerdings stehen die Investitionsentscheidungen auch hier unter hohem Legitimationsdruck.
- Weitere Akteure sind einzelne Stadtwerke oder Konsortien von Stadtwerken. Als öffentliche Unternehmen haben diese allerdings Probleme, eine Unterstützung von der KfW (vgl. S. 94) zu erhalten.

**Nur wenige Banken
derzeit zur Finanzierung
bereit**

Nach Expertenangaben finden sich derzeit in Europa (und weltweit) lediglich zwölf Banken, die Offshorewindparkprojekte finanzieren. Deutsche Banken sind hier derzeit nicht beteiligt. Das Beteiligungsvolumen der Geschäftsbanken ist dabei grundsätzlich deutlich niedriger als vor der Krise, vor allem aber niedrig im Vergleich zu den sehr hohen Finanzierungsbedarfen der geplanten Projekte.

Die Anforderungen hinsichtlich Eigenkapitalquote, Sicherheiten, Gewährleistungen und Bürgschaften sind dagegen gestiegen. Damit erhöhen sich tendenziell die Kapitalkosten – auch bei bestehenden Verträgen.

Die Zurückhaltung der Geschäftsbanken führt dazu, dass projektfinanzierte Parks derzeit schwierig umzusetzen sind – auch wenn die Finanzierungen wesentlich über die Europäische Investitionsbank und die KfW bzw. die KfW IPEX mitgetragen werden. Große Unternehmen mit den Möglichkeiten der Bilanzfinanzierung können große Projekte grundsätzlich finanzieren. Allerdings sind die Investitionen so hoch, dass sie auch für die großen Energieversorger eine große Anstrengung darstellen und der (internen) Rechtfertigung bedürfen. Insbesondere stehen die Offshoreprojekte in Konkurrenz zu anderen größeren Zukunftsfeldern wie der Netzausbau, Carbon Capture and Storage oder der Atomkraft, aber auch zu etablierten Formen der Energieerzeugung.

Mittelfristig erscheint auch die Projektfinanzierung von Offshoreparks möglich und attraktiv (Vgl. Winkelmann, Ludwig 2010). Wichtig ist grundsätzlich, erste Projekte zu finanzieren und damit Referenzen und Bewertungsgrundlagen für die komplexen Risikoprofile der Windparks zu schaffen.

Rentabilität durch staatliche Unterstützung bestimmt

Windparks als Großinvestitionen mit relativ hohen technischen Unsicherheiten stehen bei der Finanzierung in internationaler Konkurrenz zu anderen Anlageformen. Sie müssen daher auch eine wettbewerbsfähige Rentabilität aufweisen. Bei steigender Risikoaversion der Kapitalgeber erhöhen sich die Kapitalkosten (steigende Eigenkapitalquote, höhere Sicherheiten/Haftungen). Damit entsteht weiterer Druck auf die Eigenkapitalanteile und die Gesamrentabilität.

In einer aktuellen Studie wurde auf Basis von Angaben verschiedener Unternehmen der Branche eine Projektrendite von 7,1 % in der Basisvariante bei vollständiger Finanzierung aus Eigenkapital berechnet (KPMG 2010). Nach Angaben der Autoren ist diese Rendite angesichts der besonderen Risiken und im Vergleich etwa zu Repowering-Projekten oder Offshoreprojekten in Großbritannien nicht ausreichend.

Die Rentabilität der Parks ist derzeit entscheidend von der energiepolitischen Unterstützung der Länder abhängig. Dabei sind vor allem die Einspeisevergütungen/Zertifikate und die Bereitstellung von Infrastrukturen (Netzanschluss) relevant. Die Vergütungen liegen in Deutschland derzeit bei etwa 15 Cent pro Kilowattstunde (inkl. Sprinterprämie); in Großbritannien als wesentlichem Markt bei 18 Cent. Während die Netzanbindung in Großbritannien durch den Projektbetreiber zu finanzieren ist, übernimmt in Deutschland der Übertragungsnetzbetreiber diese Investitionen.

Notwendige Rentabilität erhöht Kostendruck

Bei gegebener Erlössituation entsteht dadurch auch ein erheblicher Druck zur Kostenreduktion bei Anlagen, Logistik und Betrieb. Auch daraus resultiert die Forderung nach einer „Industrialisierung“ der Branche – insbesondere dem Übergang zur Serienfertigung mit entsprechenden economies of scales, der Optimierung innerhalb der Wertschöpfungskette und der Standardisierung von Produkten und Prozessen.

Netzanbindung

Als eine Hürde für die zügige Entwicklung von Windparks wird die verbindliche Zusage und Umsetzung der Netzanbindung in der Befragung genannt.

Die Netzanbindung ist durch das Infrastrukturbeschleunigungsgesetz zur Aufgabe der Übertragungsnetzbetreiber geworden. Die Kosten können über die Netznutzungsentgelte bzw. die Strompreise an den Verbraucher weitergegeben werden. Zuständig für die Anschlüsse in der Nordsee ist die transpower Übertragungs GmbH, die seit Februar 2010 zur Tennet B.V., Niederlande gehört. In der Ostsee ist die 50 Hertz Transmission GmbH zuständig.

Die Hemmnisse, die durch die hohen Anforderungen der Netzbetreiber für einen Netzanschluss bzw. für die Zuweisung von Investitionsbudgets durch die Bundesnetzagentur bestanden haben, sind durch die neuen Regelungen (Positionspapier der BNA) reduziert worden.

Der Netzanschluss wird weiterhin nicht als Basisinfrastruktur bereitgestellt. Die Verpflichtung zur Anbindung wird substantziell wirksam, wenn die Projektbetreiber eine Reihe von Anbindungskriterien erfüllt haben.

Dazu zählen neben den Genehmigungen und Untersuchungen die abgesicherte Bestellung von sämtlichen Anlagen und ein Nachweis der Finanzierung eines Teils der Anlagen. Von dem überwiegenden Teil der befragten Experten werden diese Auflagen weiterhin als wesentliches Hemmnis bezeichnet.

Die Netzbetreiber haben in den letzten Wochen mehrere Netzanträge beauftragt. Insgesamt sind in der Nordsee fünf Anschlüsse mit einer Gesamtkapazität von etwa 2.600 MW errichtet oder beauftragt (Stand Juli 2010).

Für die Netzanbindung eines Offshoreparks in größerer Küstenferne wird von Experten derzeit mit einem Zeitraum von etwa 30 Monaten gerechnet. Die Netzanbindung wird damit zu einem zeitlichen Hemmnis. Die Dauer resultiert u. a. aus der geringen Verfügbarkeit leistungsfähiger Seekabel.

Die Kapazitäten der Stromnetze für die Einspeisung der Windenergie sind mit 3 GW derzeit noch ausreichend. Für einen dynamischen Ausbau der deutschen Offshorewindenergie sind hier aber deutliche Anpassungen und Erweiterungen notwendig.

Grundsätzlich besteht bei den Übertragungskapazitäten eine Konkurrenzsituation zu bestehenden und abgeschriebenen Kraftwerken im norddeutschen Raum. Diese Kraftwerke werden von Energieversorgern betrieben, die auch Lizenzen und Aufbaupläne für Offshorewindparks in der deutschen Nordsee haben, zurzeit aber vor allem in der englischen Nordsee aktiv sind.

Wenn die europäischen Klimaziele und die damit verbundenen Ziele zum Anteil der Offshorewindenergie erreicht werden sollen, ist nach Aussage der befragten Experten langfristig der Aufbau eines „north sea offshore grid“ in der Nordsee notwendig.

Forschung, Technologie und Innovation

FuE und Innovationen

Vor dem Hintergrund der großen Chancen einerseits und den genannten Herausforderungen andererseits ist es von zentraler Bedeutung, den technologischen Vorsprung deutscher Unternehmen zu sichern. Forschung und Entwicklung (FuE) bilden die Basis für die notwendigen Innovationen.

Die Ergebnisse der Betriebsbefragung zeigen, dass die Offshorewindwirtschaft umfassende Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten betreibt: Mehr als die Hälfte der Unternehmen (52 %) führt eigene FuE-Aktivitäten (Gesamtwirtschaft: 23 %) durch. Jeder dritte Betrieb leistet FuE sogar kontinuierlich. Auch die FuE-Intensität – der Anteil der FuE-Aufwendungen als Anteil am Umsatz – liegt mit 2,7 % leicht über dem Vergleichswert der Gesamtwirtschaft.

Etwa zwei von drei Unternehmen haben in den vergangenen drei Jahren neue Produkte oder Verfahren eingeführt. Dabei überwiegen die Produktinnovationen (51 %) leicht die Prozessinnovationen (47 %). Die Innovationsquote liegt mit 61 % deutlich über dem gesamtdeutschen Vergleichswert von 47 %, aber noch unter der Innovationsquote der Meerestechnik insgesamt.

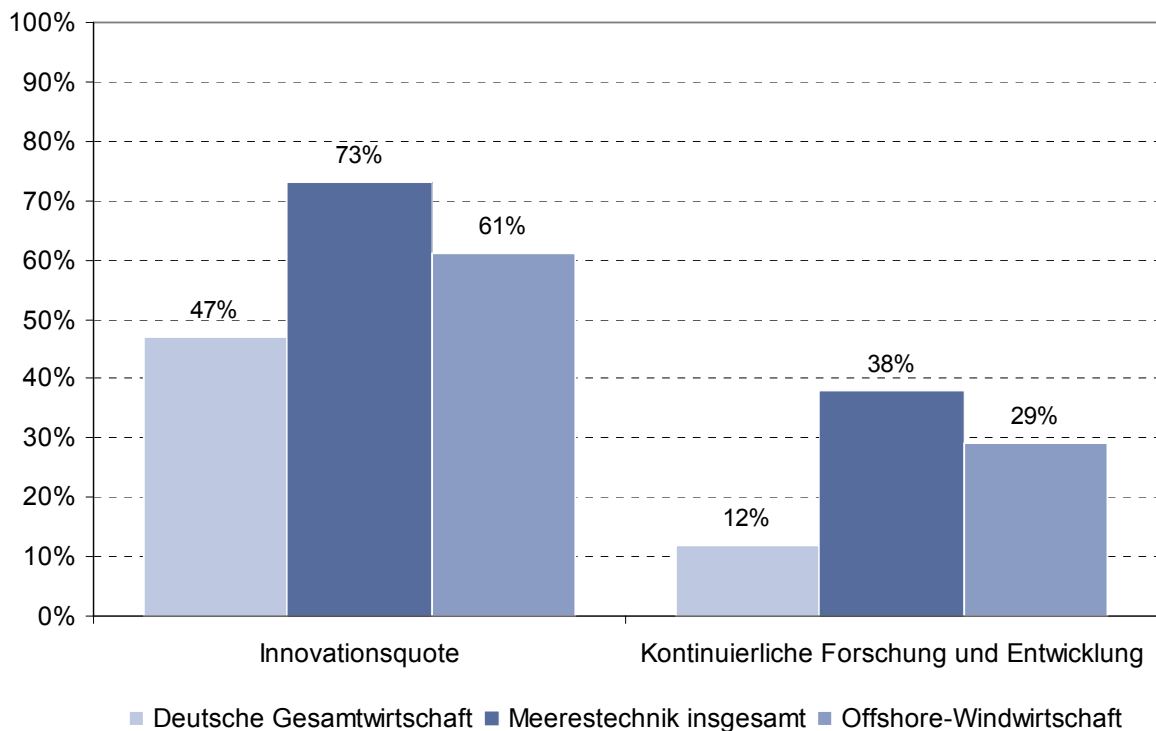


Abbildung 40: Innovationsquote und FuE-Aktivitäten in der Offshorewindwirtschaft

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis der Befragungsergebnisse

Technologieentwicklung

Die Energiegewinnung aus Wind in Offshore-Anlagen in größerer Wassertiefe verlangt die Entwicklung von innovativen Technologien. Die Herausforderung besteht darin, effiziente technische Lösungen zu finden, die den wirtschaftlichen Betrieb der Anlagen sicherstellen. Dabei spielt die Dimension der Offshore-Anlagen eine wesentliche Rolle. Die Größe der Komponenten stellt neue Anforderungen an die Werkstoffe und auch an die Produktion. Zudem müssen kostengünstige Logistik- und Montagekonzepte entwickelt und die Netzintegration weiter vorangetrieben werden. Im Folgenden werden die zentralen technologischen Entwicklungen skizziert. Grundlage ist auch ein Strukturdiagramm, das im Rahmen eines Interviews mit Hilfe der Strukturlegetechnik (vgl. Kapitel 3.2.3) erstellt worden ist (vgl. Abbildung 101 im Anhang 2).

Zentrale technologische Entwicklungen der kommenden Jahre sind nach Aussagen der Experten:

- Die Anlagengröße und -leistung (10 MW im Jahr 2020, insbesondere höherer Stromertrag).
- Die Wartungsfreundlichkeit, z. B. über getriebelose Anlagen.

Weitere wichtige Entwicklungen betreffen

- die Installationsgeräte (Schiffe, jack-ups) und
- die Standardisierung der Produkte und Prozesse.

Andere technologische Entwicklungen (Schwimmende Fundamente, Blatt-Anlagen, Vertikale Rotoren, Speichertechnologien) wurden nicht oder nur selten genannt. Im Folgenden werden die zentralen Technikentwicklungen kurz beschrieben.

Leistungsfähige Anlagen mit getriebeloser Technik

Für die effiziente Nutzung der hohen Windenergie auf See sind leistungsfähige Multimegawatt-Anlagen und ihre korrosionsresistenten Komponenten (Getriebe, Generatorkühlung) von zentraler Bedeutung.

Deutsche Anlagenhersteller sind bei Anlagen der 5 MW-Klasse derzeit Technologieführer. Neben der Entwicklung von größeren Anlagen – 6 MW-Anlagen werden getestet, 7,5 MW-Anlagen entwickelt, mit dem Einsatz von 10 MW-Anlagen ab 2020 wird gerechnet – ist die Weiterentwicklung und die Optimierung der bereits verfügbaren Windenergieanlagen eine wichtige Aufgabe. Insbesondere soll der Stromertrag durch technische Maßnahmen deutlich erhöht werden.

Ein entscheidender Wettbewerbsfaktor auf See ist neben der Leistungsklasse der Anlage vor allem das Gewicht der Turmkopfmasse sowie die Zuverlässigkeit und die Wartungsfreundlichkeit. Eine wichtige Entwicklung sind daher Windräder mit Direktantrieb. Durch den Einsatz von Permanentmagneten können Anlagen mit getriebeloser Technik vergleichsweise leicht konstruiert werden und enthalten nur halb so viele Bauteile wie bisher übliche Getriebeturbinen. Anlagen mit Direktantrieb werden u. a. von Siemens, General Electric oder Goldwind entwickelt, bzw. getestet.

Eine andere Entwicklungsrichtung ist die Verbesserung der Getriebeanlagen, etwa eine verbesserte elektronische Steuerung zur Entlastung der Getriebe.

Optimale Errichtertechnik

Eine weitere technisch-logistische Herausforderung stellt die Errichtung der Offshorewindparks dar. Determinanten für die Anforderungen an die Installationstechnologie sind vor allem die Wassertiefe und die Beschaffenheit des Meeresbodens, die Entfernung von der Küste sowie die Größe und die Anzahl der Windkraftanlagen. Konventionelle Technik z. B. aus der Öl- und Gasbranche kann nur bedingt und zu hohen Preisen angewendet werden. Für Wassertiefen von 15 bis 40 Metern und eine Küstenentfernung von 20-100 Kilometern müssen neuartige Installationstechniken entwickelt werden. Technische Innovationen ergeben sich vor allem bei der Errichtungslogistik selbst, einschließlich der Spezialschiffe (Kranschiffe, SWATH-Tender).

Insbesondere die Entwicklung spezifischer Installationsschiffe kann zu Kosteneinsparungen führen und helfen, die Prozesse zu verbessern. Schiffe und Dienstleistungen werden derzeit vor allem von Unternehmen aus Dänemark, Großbritannien und den Niederlanden angeboten. Es entstehen aber auch entsprechende Angebote mit eigenen Schiffen in Deutschland (in Kooperation von Beluga und Hochtief, Hochtief, RWE Innogy).

Kostenoptimierung bei Gründungsstrukturen und -prozessen

Rund 25 % der Kosten einer Offshorewindanlage entfallen auf die massive Tragstruktur. Es besteht daher ein Bedarf an der Neu- und Weiterentwicklung von Konstruktionen und Materialien für Offshorefundamente. Für die Errichtung von Anlagen in über 50 Metern Wassertiefe werden derzeit schwimmende Gründungsstrukturen erprobt.

Aufgrund der großen wirtschaftlichen und technischen Bedeutung steht vor allem die Optimierung des Produktionsverfahrens sowie der gesamten Logistik für die Fertigung und die Installation einschließlich Transport- und Montagevorrichtung im Vordergrund. Ziel ist es, die

bislang ausschließlich betriebene Einzelserien-Fertigung zu einer hochwertigen industriellen Serienproduktion weiterzuentwickeln und damit über Skaleneffekte direkte Kostensenkungen herbeizuführen.

Neue Werkstoffe im Rotorblattbau

Um den Erfordernissen einer Offshore-Umgebung Rechnung zu tragen, müssen die Rotorblätter weiterentwickelt und dem Einsatz in größeren Multimegawatt-Anlagen angepasst werden. Neben Verbesserungen der Aerodynamik steht der Einsatz von neuen Materialien im Vordergrund. Bislang wurden die Rotorblätter aus Kohlenstofffasern gefertigt. Aus Gründen der Kosten- und Versorgungssicherheit wird künftig verstärkt auf die Anwendung von glasfaserverstärktem Kunststoff gesetzt. Weitere technologische Entwicklungen zeichnen sich in der Fertigung ab. Zum einen sollen innovative Herstellungsverfahren die Zykluszeit in der Blattfertigung deutlich senken, zum anderen müssen neue Technologien entwickelt werden, um die Belastungen und die Umweltauswirkungen auf die Rotorblätter simulieren und prüfen zu können.

Lastmanagement und Zwischenspeicherung

Die Fragen der Netzintegration von Windenergie auf See sind weiterhin nicht abschließend geklärt. Der Netzausbau sowohl Offshore als auch auf dem Land wird derzeit europaweit vorangetrieben. In diesem Zusammenhang werden Möglichkeiten für die stärkere Auslastung vorhandener Systeme untersucht (z. B. Temperaturmonitorsysteme, neuartige Kabel). In der Diskussion dominiert dabei vor allem die angebotsgesteuerte Stromversorgung durch sogenannte „smart grids“. Auch verschiedene Methoden der Anbindung von Offshorewindparks mit Hochspannungsgleichstrom werden gegenwärtig untersucht.

Weil der Wind nicht konstant weht und daher kostspielige Regelernergie vorgehalten werden muss, wird zudem an neuen Speicherkonzepten geforscht. Zur Zwischenspeicherung werden dabei unterschiedliche Methoden getestet. Neben Pump- und Druckluftspeicherkraftwerken wird auch über alternative Methoden zur Energiespeicherung nachgedacht, etwa, den Windstrom in die Batterien von Fahrzeugen mit Hybrid- oder Elektromotoren einzuspeisen. Zu Stillstandszeiten sollen die mobilen Speicher dann in das Stromnetz eingebunden werden. Die Weiterentwicklung der Energienetze geht als Thema weit über die Offshorewindenergie hinaus.

Serienfertigung, Industrialisierung, Standardisierung

Die Offshorewindwirtschaft steht insbesondere vor dem Hintergrund der derzeitigen Finanzierungsprobleme auch vor der Aufgabe, die Rentabilität der Systeme zu steigern. Dazu sollen auch die Kosten in der Produktion gesenkt werden. Grundsätzlich wird hier von Experten eine stärkere Orientierung an industriellen Prozessen empfohlen. Dazu gehört die stärkere Rationalisierung/Serienfertigung bei der Herstellung von Anlagen, Komponenten und Gründungsstrukturen, die Optimierung der Zulieferungen im Wertschöpfungssystem oder die Standardisierung von (Vor-)Produkten, Werkzeugen oder Prozessen. Diese dienen auch einer Kostensenkung bei der Wartung und Reparatur der Anlagen (vor Ort).

Darüber hinaus scheinen noch Potenziale für technische Verbesserungen der Produkte durch die Nutzung der Erfahrungen und des Know-hows in anderen Industriesektoren wie der Energie- oder der Elektrotechnik zu bestehen (etwa den Quereinstieg von Fachkräften oder über eine betriebliche Zusammenarbeit).

5.2.3 Fazit und Stärken-Schwächen-Analyse der deutschen Offshoretechnik Wind

Aktuell: Dynamisches Wachstum

Fazit

Die Offshorewindwirtschaft ist in den letzten beiden Jahren international außerordentlich dynamisch gewachsen. Zuwachsraten von 50 % und mehr im Kapazitätsausbau und entsprechend hohe Umsatzsteigerungen prägen das gegenwärtige Bild der Branche. In zentralen Bereichen – etwa bei den Anlagenherstellern – werden derzeit die Kapazitäten für ein weiteres Wachstum deutlich auf- und ausgebaut. Insbesondere der schnelle Ausbau der Offshorewindenergie in Großbritannien, bei dem sicher auch industriepolitische Erwägungen eine Rolle spielen, trägt die Erwartungen. Mit dem Wachstum in Großbritannien, den ersten Ausbauten in Deutschland und den starken Bemühungen in einigen internationalen Märkten entsteht derzeit sukzessive ein neuer Markt. Für die mittlere und längere Zukunft werden hier sehr hohe Wachstumszahlen erwartet.

Deutsche Unternehmen sind in diesen entstehenden Märkten relativ gut positioniert. Komplettanbieter, internationale Projektbetreiber, Projektentwickler und Anlagenhersteller sind die zentralen Akteure des Wertschöpfungssystems und in Deutschland jeweils gut aufgestellt. Die (maritime) Logistik ist noch nicht sehr ausgeprägt, entwickelt sich aber. Der deutsche Marktanteil an der Offshorewindwirtschaft liegt nach Eigenangabe der befragten Unternehmen derzeit bei 20 % bis 25 %. Für die Zukunft erwarten 75 % der befragten Unternehmen einen starken Anstieg der internationalen Umsätze und über 90 % der Unternehmen einen starken Anstieg der nationalen Umsätze. Damit bestehen insgesamt gute Ausgangsvoraussetzungen für eine umfassende Partizipation am Offshorewindmarkt.

Wachstumschancen bestehen dabei nicht nur für die Offshorewindwirtschaft, sondern auch für andere Segmente der Gesamtwirtschaft (z. B. Maschinenbau, Stahlerzeugung und -verarbeitung) und insbesondere für die maritime Wirtschaft (Schiffbau, Schifffahrt, Hafenwirtschaft).

Die positiven Aussichten sind aber auch verbunden mit einem höheren Konkurrenzdruck und strukturellen Veränderungen:

- Der Konkurrenzdruck nimmt grundsätzlich zu: im zentralen Bereich der Anlagenherstellung oder bei logistischen Dienstleistungen, wo (internationale) Unternehmen mit Offshore-Know-how aktiver werden.
- Neue Akteure werden am Markt aktiv, die hier aufgrund ihrer spezifischen Kompetenzen und der Probleme in anderen Märkten neue Chancen sehen, z. B. die südkoreanischen Werften.
- In den Ländern, die Windparks über politische Maßnahmen finanzieren, wird ein größerer Teil der Wertschöpfung anfallen. Insbesondere Großbritannien ist beim Ausbau der Offshorewindenergie sehr aktiv. Nach Vergabe der Projekte der „dritten Runde“ sind ab Mitte des Jahrzehnts sehr große Kapazitäten zum Aufbau der Parks notwendig.

- Der geplante Ausbau der Offshorewindenergie in Großbritannien mit insgesamt etwa 40 GW wird Kapazitäten und Ressourcen binden. Derzeit werden Investitionsentscheidungen getroffen, die die regionale Verteilung der neuen Produktionskapazitäten stark beeinflussen werden. Dabei bestehen entsprechende Auflagen zu regionalen Wertschöpfungsanteilen. Darüber hinaus beeinflussen auch Umfang und Zeitpunkt der deutschen Windparks diese Entscheidungen.
- Große Unternehmen aus der Energieversorgung und dem Maschinenbau sind in der Offshorewindwirtschaft aktiv geworden und verstärken ihren Einfluss durch Übernahmen und erweiterte Kapazitäten.
- Große Finanzierungsvolumen und höhere Konkurrenz erhöhen den Druck zur Kostenreduktion etwa durch Serienfertigung, Standardisierung und Optimierung der Wertschöpfungskette. Dies erfordert tendenziell größere (Produktions-) Einheiten – also Wachstum oder Zusammenschlüsse – um economies of scale zu realisieren.

Damit entstehen für die deutsche Offshorewindwirtschaft neben den genannten Chancen auch Risiken für eine umfassende Teilhabe an den wachsenden Märkten.

Quantitative Entwicklung in Deutschland bis 2020

5.000 bis 13.000 MW in Deutschland bis 2020

Ausgangspunkt für eine quantitative Abschätzung der volkswirtschaftlichen Effekte der Offshorewindwirtschaft für Deutschland sind die prognostizierten Kapazitäten der Windparks:

- Für 2011 sind auf Basis der bestehenden Kapazitäten und der im Aufbau befindlichen Parks gut 500 MW in Deutschland zu erwarten.
- Mit dem Ausbau der Netzanbindungen ist die notwendige Voraussetzung für weitere Parks mit Kapazitäten von etwa 2,5 GW geschaffen. Geht man davon aus, dass die Netzanbindung Ende 2012 / Anfang 2013 fertig gestellt ist, so könnten von 2013 an entsprechende Kapazitäten an das Netz gehen. Die befragten Experten rechnen für das Jahr 2015 mit bis zu 1,5 GW bis 3 GW, wobei die niedrigen Werte ältere Angaben sind und vor den Ankündigungen zum Netzausbau gemacht wurden.
- Bis 2020 erwarten Unternehmensvertreter und Experten einen Ausbau der Kapazitäten in der deutschen Nordsee auf 5 GW bis 13 GW.¹² Die Prognose der EWEA liegt mit 8 GW bis 10 GW in der Mitte dieser Spanne. Eine genaue Herleitung der zukünftigen Kapazitäten ist angesichts der dargestellten Unsicherheiten nicht fundiert möglich. Als beste Annahme erscheint es möglich, dass Windenergieanlagen mit einer Kapazität von 8 GW bis 12 GW errichtet werden.

¹² Ergebnisse einer schriftlichen Befragung auf der WAB-Konferenz im Juni 2010 in Bremerhaven. 80 % der Befragten rechnen mit einer installierten Leistung zwischen 5 GW und 12,5 GW. Etwa zwei Drittel erwarten zwischen 7,5 GW und 12,5 GW.

Mit diesem Ausbau sind Investitionen verbunden, die als Umsätze in den verschiedenen Teilen des Wertschöpfungs-systems – bei den Logistikunternehmen, dem Schiffbau, den Herstellern von Seekabeln, den Herstellern der Anlagen, der Rotorblätter, der Getriebe und anderer Komponenten und ihren Zulieferern, den Herstellern von Gründungsstrukturen und Türmen, der Stahlindustrie – wirksam werden.

Durchschnittliche Kosten

Die Investitionskosten für moderne Windparks liegen in der Nordsee derzeit etwa zwischen 3,3 Mio. € und knapp 4 Mio. € je MW (Durchschnitt bei ausgewählten Projekten in der Nordsee knapp 3,7 Mio. €). Die Kosten sind in den letzten Jahren sehr stark gestiegen.

Für die Zukunft sieht die EWEA wie auch einzelne Experten eine erhebliche Kostendegression – insbesondere aufgrund der Skaleneffekte der Massen- oder Serienproduktion und des zunehmenden Konkurrenzdrucks. Die EWEA sieht eine Absenkung der Kosten auf bis zu 1,2 Mio. € pro MW im Jahr 2020 (EWEA 2009b). Andere Experten gehen eher von 2 Mio. € bis 2,5 Mio. € pro MW im Jahr 2020 aus. Vor dem Hintergrund der aktuellen Situation und der zu erwartenden Entwicklung der Rohstoffpreise erschienen diese Prognosen eher optimistisch. Im Folgenden wird daher von einer Spanne von 2,5 Mio. € bis 3,5 Mio. € als Durchschnittswert für den gesamten Zeitraum ausgegangen.

Investitionen bis 2020

Investitionen von bis zu 40 Mrd. € bis 2020 in Deutschland

Im Zuge des Ausbaus der Offshorewindenergie in der deutschen Nordsee könnten unter diesen Voraussetzungen Investitionen in einem Umfang von 20 Mrd. € bis 28 Mrd. € bei einem langsameren Ausbau bzw. von 30 Mrd. € bis 42 Mrd. € bei einem etwas schneller verlaufenden Ausbau der Windparks (12.000 MW bis 2020) getätigt werden.

Beschäftigungseffekte

Mit dem Ausbau der Windenergie sind erhebliche Beschäftigungseffekte verbunden. Arbeitsplätze entstehen insbesondere bei den Anlagenherstellern, den Herstellern für Anlagekomponenten und Offshorekomponenten oder in der Logistik (Errichtung, M&O).

Differenzierte Annahmen hierzu liefert eine Studie aus Großbritannien (BERR / DW 2008). Die Beschäftigungseffekte werden dabei auch nach der Zahl der tätigen Hersteller unterschieden. Folgende Annahmen zu den Beschäftigungseffekten ergeben sich für die deutsche Offshorewindwirtschaft:

- Anlagenherstellung: 3 Arbeitsplätze je MW
- Zulieferung: 8 Arbeitsplätze je MW
- M&O: 1 Arbeitsplatz je 8 MW

Diese Annahmen werden von den befragten Experten allerdings als grundsätzlich zu hoch eingeschätzt – mit Ausnahme der Beschäftigungsintensität bei Maintenance and Operations. Einzelne der Befragten sehen die Beschäftigungsintensität im gesamten Wertschöpfungs-system etwa halb so hoch wie hier dargestellt.

Aus den Expertengesprächen gibt es lediglich eine konkrete Schätzung zu den Beschäftigungseffekten. Demnach könnten bei einem zügigen Ausbau in den nächsten fünf bis zehn Jahren etwa 10.000 neue Arbeitsplätze in Deutschland entstehen. Davon werden etwa 30 % bis 40 % in der maritimen Wirtschaft entstehen. Die European Wind Energy Association schätzt die Beschäftigung in der europäischen Offshorewindwirtschaft für das Jahr 2020 auf gut 150.000 Arbeitsplätze und für 2030 auf gut 215.000 Arbeitsplätze. (EWEA 2009c). Die Situation in Deutschland ist dabei durch einen sehr hohen Anteil weiterer indirekter Beschäftigung bei Zulieferern für die Anlagen gekennzeichnet.

Stärken, Schwächen, Chancen, Risiken

Im Nachfolgenden werden die gegenwärtigen Stärken und Schwächen sowie zukünftigen Chancen und Risiken der deutschen Offshorewindwirtschaft vorgenommen, die auf schriftlichen und mündlichen Befragungen sowie Recherchen im Rahmen der Studie aufbauen.

Stärken

- **Starke Marktstellung, teilweise Marktführer**

In der deutschen Offshorewindwirtschaft finden sich Unternehmen in zentralen Marktsegmenten (Komplettanbieter, Anlagenhersteller, Anlagekomponenten, Projektbetreiber, Projektentwickler), die auch international eine gute bis sehr gute Marktposition und sehr hohe Technologiekompetenz aufweisen.

- **Hohe Kompetenzen und Erfahrungen in der Windenergie-technik**

Die Offshorewindenergie profitiert von den Kompetenzen und der Marktstellung der deutschen Windenergie, die jahrelange Erfahrungen und eine hohe Exportorientierung aufweist.

- **Hohes technologisches Niveau der Unternehmen**

In wesentlichen Segmenten (Anlagenbau, Anlagenkomponenten, Energietechnik, Seekabel) ist das technologische Niveau der deutschen Unternehmen auch im internationalen Vergleich sehr hoch.

- **Ingenieurwissenschaftliche Kompetenzen und Humankapital**

Eine Stärke liegt in den gut ausgebildeten Fachkräften und den Kompetenzen, die sich im Rahmen der Windenergie und der Energietechnik gebildet haben. Hier bestehen inzwischen allerdings auch deutliche Engpässe.

- **Energieversorgungsunternehmen im Markt**

Für die Entwicklung der Offshorewindenergie können die große Finanzkraft und das Know-how in Energieerzeugung und Kraftwerksbau der EVU ein Vorteil sein.

- **Leistungsfähige Forschung**

Der Aufbau der Windenergieforschung mit Ausrichtung auf die Offshore-Anwendung hat inzwischen internationalen Status erreicht, auch wenn noch Lücken im Portfolio bestehen.

Schwächen

- **Starke öffentliche Förderung**

Die Offshore-Windenergie wird in Deutschland, wie in einigen anderen Ländern auch, durch die öffentliche Hand stark gefördert. Dies umfasst neben der Einspeisevergütung und der Netzanbindung auch den Ausbau von Hafeninfrastrukturen, der an einigen Standorten bereits angegangen wurde.
- **Relativ geringe Erfahrungen bei der Offshorelogistik**

Bei der Errichtung und bei O&M fehlen deutschen Anbietern die Referenzen, Erfahrungen und Geräte, wie sie bei Anbietern aus anderen Ländern (Öl und Gas) bestehen, Für wichtige Bereiche existieren allerdings Kompetenzen und erste Initiativen aus der Schifffahrt.
- **Kostensituation, insbesondere relative Kosten**

Die Kosten für Rohstoffe, Anlagen oder Errichtung sind im Vergleich zu den Erlösen relativ hoch. Die Rentabilität erscheint insbesondere im Vergleich zu anderen Offshore-Anwendungen (Öl und Gas) und im Vergleich zu konkurrierenden Energieprojekten derzeit eher gering.
- **Serienfertigung und Standardisierung**

Teilweise besteht eine ungünstige Kostensituation durch Einzelfertigung oder Kleinserien. Die Standardisierung ist innerhalb der (Offshore)-Windenergie noch nicht sehr ausgeprägt. Die junge Branche sucht noch nach optimierten Problemlösungen.

Chancen

- **Starkes Marktwachstum**

Insbesondere in Großbritannien und mit Verzögerung auch in Deutschland, anderen europäischen Ländern und grundsätzlich auch in China und den USA wird mit stark wachsenden Märkten gerechnet. Die Angebotskapazitäten dafür sind bei weitem nicht ausreichend und es ergeben sich grundsätzlich große Marktchancen. In Großbritannien und Deutschland wird bis 2015 mit einem Ausbau auf zusammen 7,5 GW und mit Investitionen von insgesamt 28 Mrd. € gerechnet.
- **Hohe Wertschöpfungsanteile möglich**

Die deutsche Offshorewindwirtschaft kann durch die Position im Anlagenmarkt und durch die Entwicklung von Komplettangeboten hohe Wertschöpfungsanteile realisieren.
- **Marktzugang durch große Unternehmen**

Durch die Energieversorger (Projektbetreiber), die Anlagenhersteller und Komplettanbieter sind die Zugänge zu britischen und anderen internationalen Märkten relativ gut gegeben.

- **Hightech-Angebote für nationale und internationale Märkte**
Der Technologievorsprung bei den Windenergieanlagen und ihren Komponenten kann für die frühzeitige Entwicklung von leistungsfähigen Anlagen und Komponenten genutzt werden, wenn Referenzen und marktnahe Entwicklungen möglich sind.
- **Wettbewerbsfähige Offshorelogistik**
Der Aufbau eines „zweiten“ Offshoremarktes mit großem Heimmarkt und guten Zugängen zu internationalen Projekten und Märkten bietet eine neue Gelegenheit für die maritime Wirtschaft, relevante Marktanteile zu belegen. Es besteht allerdings grundsätzlich ein Wettbewerbsvorsprung in den „klassischen“ Offshoreländern.
- **Beschäftigung und Innovationen in strukturschwachen Regionen**
Die Offshorewindwirtschaft ist durch die Größe und das Gewicht der Anlagen relativ stark an Küstenstandorte gebunden. In zu meist strukturschwachen Regionen entsteht schon jetzt neue Beschäftigung in beachtlichem Ausmaß. Durch den Ausbau der Offshorewindenergie ist dieser Beschäftigungsaufbau abgesichert und könnte ausgedehnt werden.
- **Neue Technologie mit wenig Erfahrungen**
Die Offshore-Windenergie ist – insbesondere unter den spezifischen deutschen Bedingungen – eine relativ neue Technologie mit den entsprechenden Risiken. Erste Erfahrungen mit den Herausforderungen werden derzeit gesammelt.
- **Geringe Bereitschaft zu Projektfinanzierungen**
Aufgrund technischer Neuheit und fehlender Referenzen bleibt die Risikobewertung der Projekte relativ hoch. Weiterhin höhere Risikoaversion der Banken, Netzzusage und Finanzierung blockieren sich gegenseitig.
- **Zögerliche Netzanbindung**
Starke Zeitverzögerung und Finanzierungsprobleme durch die Kriterien für eine Netzzusage und die Umsetzungsdauer. Ohne einen weiteren Ausbau werden mittel- bis langfristig fehlende Kapazitäten der deutschen und europäischen Netze zu einem Hemmnis für eine umfassende Nutzung der Offshorewindenergie werden.
- **Wachsender Konkurrenzdruck**
In wesentlichen Marktsegmenten (Anlagenhersteller, Offshorekomponenten) wächst mittelfristig der Konkurrenzdruck für deutsche Anbieter. Technologischer Vorsprung, Heimmarkt, Qualitätsansprüche und hohe Transportkosten bieten einen gewissen Schutz. Mittel- bis langfristig ist eine Antwort auf den Preiswettbewerb zu finden.

Risiken

- **Konkurrenz durch bestehende Kraftwerkskapazitäten**

Derzeit sind große Energieversorgungsunternehmen international die wesentlichen Entwicklungstreiber. Grundsätzlich stehen diesen umfangreiche Kraftwerkskapazitäten mit verschiedenen Energiequellen zur Verfügung. Unternehmenspolitische Entscheidungen können den Ausbau der Offshorewindenergie beeinträchtigen.

- **Kapazitätsengpässe und Kostenentwicklung**

Engpässe bei Produktions-, Umschlags- und Installationskapazitäten sowie mittelfristig steigende Rohstoffpreise können bei einem dynamischen und parallelen Aufbau größerer Anlagenkapazitäten die Entwicklung verzögern und deutlich teurer werden lassen.

- **Verschiebung der Investitionen und des Marktes**

Aufgrund der relativ hohen Standortbindung und durch local content-Anreize besteht die Gefahr, dass Investitionen in internationalen Märkten getätigt werden und dort leistungs- und wettbewerbsfähige Kapazitäten entstehen. Insbesondere der stark forcierte Ausbau der britischen Offshorewindenergie ab Mitte des Jahrzehnts könnte bei fehlender inländischer Nachfrage die Verteilung neuer Standorte beeinflussen.

- **Fachkräftemangel**

Bei Ingenieuren, Projektentwicklern aber auch bei gewerblichen Fachkräften und insbesondere bei „Offshorepersonal“ wird bereits jetzt von einem Fachkräftemangel gesprochen. Die hohe Fluktuation von Fachleuten deutet ebenfalls darauf hin. Zukünftig droht insbesondere der Ingenieurmangel zu einem erheblichen Hemmnis für zusätzliches Wachstum zu werden.

Chancen und Risiken

Mit der Offshorewindenergie entsteht ein neuer substanzieller Markt in Europa. Derzeit werden die Kapazitäten für den Aufbau von Windparks stark ausgebaut. Für die mittlere und längere Zukunft sind hier sehr hohe Wachstumszahlen zu erwarten. So gehen 75 % der befragten Unternehmen von einem starken Anstieg der internationalen Umsätze und über 90 % von einem starken Anstieg der nationalen Umsätze aus. Gute Chancen bestehen auf nahezu allen Ebenen der Wertschöpfungskette, u. a. für Komplettanbieter, Anlagenhersteller oder Hersteller von Anlagenkomponenten.

Ein wesentliches Risiko liegt in der schwierigen Finanzierungssituation, die gerade Projektfinanzierungen deutlich erschwert. Diese ist den hohen Kosten der Technik in der deutschen Nordsee und den Folgen der Finanzkrise geschuldet. Ein weiteres mittel- bis langfristiges Risiko besteht in der fehlenden Netzinfrastruktur.

Ein gewisses Risiko für die deutsche Offshorewindwirtschaft und insbesondere für KMU liegt in dem schnellen Wachstum des englischen Marktes, der mit einem Kapazitätsausbau vor Ort einher geht.

Derzeit werden Investitionsentscheidungen getroffen, die die regionale Verteilung der neuen Produktionskapazitäten stark beeinflussen werden. Die Chancen, die sich aus einem neuen Markt für deutsche Unternehmen ergeben, überwiegen eindeutig die Risiken.

Stärken und Schwächen

Deutsche Unternehmen sind in den entstehenden Märkten relativ gut positioniert. Komplettanbieter, internationale Projektbetreiber, Projektentwickler und Anlagenhersteller sind die zentralen Akteure des Wertschöpfungs-systems und in Deutschland jeweils gut aufgestellt. Zudem besteht ein hohes technologisches Niveau bei den Anlagen, den Anlagenkomponenten, der Energietechnik, den Seekabeln und auch bei den Gründungsstrukturen sowie in vielen technischen Detailbereichen.

Marktstellung und technologisches Niveau sind die zentralen Stärken der deutschen Offshorewindwirtschaft. Schwächen liegen vor allem in der geringen Erfahrung mit der neuen Technik, die sowohl die Realisierung der Projekte als auch ihre Finanzierung erschwert.

Insgesamt sind die Stärken in der Offshorewindwirtschaft deutlich ausgeprägter als die Schwächen. Sie ist das einzige größere Feld der deutschen Meerestechnik, in dem ausgeprägte Systemkompetenzen und Systemintegratoren zu finden sind.

Langfristige Perspektiven

Für den Ausbau der erneuerbaren Energien und die langfristigen Ziele des Energiekonzepts – und damit für den Klimaschutz und die Energiesicherheit – ist der umfassende Ausbau der Offshorewindenergie grundlegend. Der gesellschaftliche Konsens über den Ausbau der Offshorewindenergie ist auch unter Berücksichtigung einzelner Herausforderungen relativ breit. Die Zielsetzungen für die Offshorewindenergie erfordern allerdings auch einen Ausbau der Netzinfrasturktur, für den die gesellschaftliche Akzeptanz verbessert werden muss.

Geht man von den bisherigen Zielsetzungen aus, so soll die Offshorewindenergie bis 2030 alleine in Deutschland Kapazitäten von etwa 25.000 MW erreichen. Dies würde in den Jahren nach 2020 noch einmal eine Beschleunigung des Ausbaus erfordern - wenn bis 2020 etwa 10.000 MW erreicht worden sind. Darüber hinaus planen viele andere europäische Länder und auch Staaten wie China, die USA oder Südkorea sehr erhebliche Kapazitätserweiterungen. Alleine in Großbritannien sind größere Ausbauten und Investitionen als in Deutschland bis 2030 in Planung bzw. bereits umgesetzt.

Die gute Ausgangsposition der deutschen Unternehmen in diesen Märkten ist ausführlich dargestellt worden. Insbesondere aufgrund der derzeitigen Marktposition und des technologischen Niveaus bestehen auch für eine langfristige dynamische Entwicklung der deutschen Offshorewindwirtschaft sehr gute Chancen.

Die technologische Entwicklung der Offshorewindenergie steht mittel- und langfristig vor weiteren Entwicklungsschritten, die insbesondere die Effizienz steigern sollen. Größere Anlagen mit geringerem spezifischem Gewicht, getriebelosen Anlagen, Verschleiß reduzierende Steuerungen, schwimmende Plattformen, neue Werkstoffe, aber auch Errichtungstechniken sind hier wichtige Entwicklungslinien.

Mit einem hohen technologischen Niveau sowohl bei Unternehmen als auch in der Forschung besteht hier eine sehr gute Ausgangsposition. Diese ist zu nutzen, um langfristig eine Position als Hightech-Anwender und -Lieferant an den Weltmärkten zu erhalten und auszubauen.

Ableitung der Aktionsbereiche

Durch eine systematische Strukturierung der vorangegangenen Ergebnisse der Stärken-Schwächen-Analyse der Offshoretechnik Wind können verschiedene Aktionsbereiche abgeleitet werden (vgl. Tabelle 12). In den Aktionsbereichen werden später die Empfehlungen zur Stärkung der Position der deutschen Offshoretechnik Wind im internationalen Wettbewerb definiert (vgl. Kapitel 12).

Stärken	Schwächen	Chancen	Risiken	Aktionsbereich
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Starke Marktstellung, teilweise Marktführer ▪ Hohe Kompetenzen und Erfahrungen in der Windenergie-technik ▪ Energieversorgungsunternehmen im Markt 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Relativ geringe Erfahrungen bei der Offshorelogistik ▪ Kostensituation, insb. relative Kosten 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Starkes Marktwachstum ▪ Hohe Wertschöpfungsanteile möglich ▪ Marktzugang durch große Unternehmen ▪ Hightech-Angebote für nationale und internationale Märkte ▪ Wettbewerbsfähige Offshorelogistik ▪ Beschäftigung und Innovationen in strukturschwachen Regionen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wachsender Konkurrenzdruck ▪ Kapazitätsengpässe (Häfen) und Kostenentwicklung ▪ Konkurrenz durch bestehende Kraftwerkskapazitäten ▪ Verschiebung der Investitionen und des Marktes 	<p>▶ Märkte und Strukturen</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hohes technologisches Niveau der Unternehmen ▪ Leistungsfähige Forschung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Serienfertigung und Standardisierung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sekundärnutzungen der neuen Bauwerke im Meer 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Neue Technologie ohne Erfahrung 	<p>▶ Forschung und Technologie</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ingenieurwissenschaftliche Kompetenzen und Humankapital 	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fachkräftemangel 	<p>▶ Qualifizierung</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Starke öffentliche Förderung der Offshorewindenergie 	-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Naturverträgliche Windparks 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geringe Bereitschaft zu Projektfinanzierungen ▪ Zögerliche Netzanbindung 	<p>▶ Finanzierung und rechtliche Rahmenbedingungen</p>

Tabelle 12: Ableitung der Aktionsbereiche aus der Stärken-Schwächen-Analyse der Offshoretechnik Wind

Quelle: Eigene Darstellung

5.3 Unterwassertechnik/Seekabel

Die Unterwassertechnik umfasst ein breites Spektrum an Technologien, Verfahren, Produkten und Systemlösungen zur Erforschung und Erschließung der weltweiten Unterwasserregionen. Die Unterwassertechnik findet Anwendung in der Wirtschaft, in der Forschung und Wissenschaft sowie beim Militär. Die vorliegende Studie konzentriert sich auf die wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Anwendungsbereiche der Unterwassertechnik.

**Anwendungsbereiche
Offshore Öl und Gas
sowie marine mineralische
Rohstoffe**

Etwa 70 % der Erdoberfläche werden von Meeren bedeckt. Es gilt als sicher, dass auf dem Meeresboden und darunter große Vorkommen an Öl und Gas sowie mineralischer Rohstoffe lagern. Bereits heute werden versuchsweise mineralische Rohstoffe mit Hilfe von Robotern abgebaut, Lagerstätten erkundet, vermessen und kartographisiert. Schätzungen gehen davon aus, dass allein im zentralen Pazifik etwa 34 Mrd. Tonnen Erz in Form von so genannten Manganknollen lagern, die eine Reihe weiterer für die Industrie wichtiger Metalle wie Kupfer, Eisen, Kobalt, Nickel u. a. enthalten. Große submarine Vorkommen von Öl und Gas wurden in den vergangenen Jahren exploriert und erschlossen. Während Öl und Gas aus Tiefen bis etwa 2000 Metern bereits heute weitestgehend rentabel gefördert werden können, müssen bei einer möglichen Förderung mineralischer Rohstoffe mit Tiefen bis zu 5000 Metern noch aufwändige und umfangreiche Abbausysteme entwickelt und getestet werden.

**Anwendungsbereich
Tauchen**

Unterwasserbereiche in größeren Wassertiefen sind für den Menschen nur begrenzt zugänglich und erfordern daher ausgefeilte Techniken, deren Aufwand mit zunehmender Tiefe überproportional ansteigt, um z. B. Tauchern ein sinnvolles Arbeiten zu ermöglichen.

Als ein weiteres Hindernis muss die Tatsache gesehen werden, dass die submarinen Ökosysteme noch nicht ausreichend erforscht sind, um Aussagen über die Wirkungen des großindustriellen Abbaus submariner Bodenschätze auf das Gesamtökosystem Meer machen zu können.

**Hohe Robustheit der
Systeme und Techno-
logien erforderlich**

Um sinnvolle, also ökologische, wirtschaftliche und gesellschaftlich akzeptierte Unterwassertechnik zu erforschen, herzustellen und zu nutzen, wird eine Vielzahl von Verfahren, Komponenten und Systemen benötigt. Die sehr hohe Komplexität bei der Erschließung submariner Ressourcen stellt besonders hohe Anforderungen an die Robustheit betreffender Systeme und Technologien.

Im Vordergrund stehen daher die Entwicklung und Herstellung leistungsfähiger, handhabbarer und nach Möglichkeit autonomer Unterwasserrobotik, robuster Unterwasserfahrzeuge (z. B. kabelgeführte Unterwasserfahrzeuge (engl.: ROV, Remotely Operated Vehicle) sowie multifunktionale und kabellose Unterwasserfahrzeuge (engl.: AUV, Autonomous Underwater Vehicles) sowie der zum Abbau von Lagerstätten notwendigen Unterwasserverfahrens- und Prozesstechnik (z. B. Pumpen- und Separationstechnik usw.). Die Einsatzgebiete von ROVs und AUVs sind heute noch sehr unterschiedlich.

ROVs werden vorwiegend zur Inspektion von Seekabeln und submarinen Einrichtungen (Pipelines etc.), zur Erkundung des Meeresbodens, für Arbeitseinsätze (Deepwater Horizon) und zur Bergung eingesetzt. AUVs werden heute im Wesentlichen zur autonomen Datenakquise und Erkundung submariner Gegebenheiten sowie für militärische Zwecke eingesetzt.

Zur Versorgung und zum Transport von Energie und Informationen sowie zum Transport und der Förderung von Bodenschätzen sind zudem geeignete Unterwasserbohr- und Verlegetechniken erforderlich (z. B. Bohrtechnik zur Förderung von Öl und Gas, Methoden und Techniken für die Installation, Wartung und Reparatur von Strom-, Telekommunikations- und Überwachungskabeln sowie für Versorgungsleitungen aller Art.

Ein weiteres Feld der Unterwassertechnik ist die effiziente und ökologisch verträgliche Unterwasser- oder tiefseetaugliche Überwachungs-, Steuerungs- und Automatisierungstechnik. Zusätzlich werden neue tiefseetaugliche Technologien zur Navigation und Kommunikation sowie zuverlässige Sensorik benötigt, mit denen eine echtzeitfähige und störungsfreie Zustandsüberwachung und Ferndiagnose zukünftiger submariner Fertigungsstätten gelingt. Hier sind auch Teleservicekonzepte gefragt, die eine Prozessplanung und -prognose unter der Berücksichtigung tiefseerelevanter Einflüsse erlauben. Eine drahtlose Kommunikation aus großen Tiefen oder über größere Distanzen ist aufgrund hoher Dämpfung elektromagnetischer Wellen im Wasser problematisch, daher sind gerade auf diesem Gebiet Innovationen von hoher Bedeutung.

Seekabel und HGÜ

Weiterhin befasst sich die Unterwassertechnik mit der Verlegung von Seekabeln. Neben Hochspannungswechselstromkabeln lohnt sich ab einer Entfernung von 50 Kilometern vom Land der Einsatz von Seean-schlüssen mit Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ, englisch HVDC). Im Gegensatz zu Wechselstrom geht bei der Übertragung von Gleichstrom weniger Energie verloren. HGÜ ermöglicht die Energieversorgung von Inseln und Öl- und Gasplattformen aus dem Stromversorgungsnetz vom Festland aus sowie den verlustarmen Transport elektrischer Energie von Offshorewindparks an die Küste. Leitungen verlaufen hierbei vom Umspannwerk des Offshorewindparks bis zu einem Offshorenetzknoten. Dieser wird über ein Hochspannungsseekabel mit einem Netzanschlusspunkt an Land verbunden.

Mit der Unterwasser- und Seekabeltechnik sind heute und zukünftig viele technologisch sehr anspruchsvolle und kostenintensive Projekte, Zulieferungen und Dienstleistungen verbunden.

5.3.1 Setting the Scene

Unterwasserroboter und autonome Unterwasserarbeitsgeräte von hoher Bedeutung

Für den internationalen Markt sind vor allem autonome und teilautonome Unterwasserfahrzeuge von Bedeutung.

Unterwasserroboter und autonome Unterwasserarbeitsgeräte (ROVs und teilweise auch AUVs) können selbstständig oder halbselfständig z. B. Reparaturen an Bohrin-seln, in Hafenbecken oder an defekten Meereskabeln ausführen (zur Reparatur muss das Seekabel zunächst submarin aufgetrennt und dann an Bord gehievt werden).

Darüber hinaus zeichnen diese Unterwasserfahrzeuge Umweltdaten auf, vermessen den Meeresboden oder sammeln Sedimentproben. Dafür werden sie zu Wasser gelassen, tauchen zur gewünschten Stelle und erledigen die anfallenden Aufgaben, manchmal nur für Stunden, manchmal über Monate hinweg. Die Anwender versprechen sich dadurch eine schnelle, kostensparende und wenig personalintensive Erledigung von Arbeiten. Batterien werden sowohl für Antrieb und Steuerung als auch für die Energieversorgung von Lampen, Kameras oder Sensoren an Bord der Geräte benötigt. Eine Unterscheidung zwischen Unterwasserrobotern (ROVs) und autonomen Unterwasserarbeitsgeräten (AUVs) wird, wie bereits erwähnt, hinsichtlich der jeweiligen Einsatzgebiete vorgenommen. ROVs werden typischerweise für aktive Prozesse u. a. auch "Intervention Works" eingesetzt - siehe Deepwater Horizon. Bei der Installation von Seekabeln und Pipelines werden ROVs z. B. für das sogenannte touch-down monitoring (TDM) oder zur Installation von abandonment and recovery arrangements (A&R) als auch für allgemeine Vermessungsaufgaben eingesetzt. AUV's werden derzeit fast ausschliesslich für passive bzw. einfachste und sich wiederholende Standardprozesse genutzt.

Beide Klassen von Unterwasserfahrzeugen stehen, abgesehen von militärischen und kommerziellen Anwendungen, auch im Dienste der Forschung. Die sogenannten ROVs (remotely operated vehicle) sind über ein Kabel mit einem Schiff (und einem Operator) verbunden und so personal- und kostenintensiver als AUVs. Letztere sind i. d. R energieautark. Tritt ein Fehler auf kann das u. U. sehr teure Gerät nicht mehr geborgen werden. Dies ist bei ROVs aufgrund der vorhandenen „Nabelschnur“ seltener der Fall.

International tätige Unternehmen aktiv

In der Unterwassertechnik sind etablierte, international tätige Unternehmen aktiv, die submarine Systeme wie ROVs und AUVs entwickeln und herstellen, und dazu wichtige Komponenten und Teilsysteme der Unterwassertechnik u. a. aus Deutschland beziehen. Hierzu werden Produkte entlang der Wertschöpfungskette z. B. aus der Komponentenebene über die Systemebene bei den Zulieferern bis hin zu den Systemintegratoren geliefert.

Ein wichtiger Indikator sind die aktuellen Entwicklungen der internationalen großen Player im Bereich der ROVs, AUVs sowie von tiefseetauglichen Maschinen und Anlagen. Verfolgt man die Aktivitäten und Strategien der jeweiligen Unternehmen, so ist vor allem bei den Systemlieferanten und den als Generalunternehmen tätigen Playern ein wachsendes technologisches Aufrüsten festzustellen.

Dieser Trend könnte eine Reihe von Aufträgen für die Unterwasser-technikindustrie Deutschlands nach sich ziehen und sorgt bei den deutschen Unternehmen für einen leichten Optimismus.

Nach Angaben der Studie World Robotics 2009 der International Federation of Robotics (IFR) und eigenen Recherchen¹³ sind unter den wichtigsten Akteuren folgende Hersteller zu nennen (vgl. Tabelle 13):

¹³ Interviews

Land	Unternehmen	Internetadresse	Produkte
USA	Bluefin	www.bluefinrobotics.com	AUV, UC, Services
	Deep Ocean	www.deeпоcean.com	ROV, Services
	Hydroid	www.hydroidinc.com	AUV, UC, Services
	Oceaneering	www.oceaneering.com	ROV, UC, Services
	Brooke-Ocean	www.brooke-ocean.com	ROV, UC, Services
	Phoenix International	www.phnx-international.com	AUV & ROV-Services
	Seabotix	www.seabotix.com	ROV, Services
	Seamore	www.seamor.com	ROV, Services
	Shark Marine	www.sharkmarine.com	ROV, UC, Services
	Schilling Robotics	www.schilling.com	UC für ROVs, Services
	Videoray	www.videoray.com	ROV, UC, Services
Großbritannien	Hydrovision	www.smdhydrovision.com	ROV, UC, Services
	Neuro Robotics	www.neurorobotics.co.uk	Robot-Arms, Services
	Perry Slingsby	www.perryslingsbysystems.com	ROV, UC, Services
	sub-Atlantic	www.sub-atlantic.co.uk	ROV, UC, Services
	BAE Systems	www.baesystems.com/Capabilities/Sea/Submarines	AUV, USV, UC
Kanada	Inuktun Services	www.inuktun.com	ROV, UC
	International Submarine Engineering Ltd.	www.ise.bc.ca	ROV, AUV, UC, Services
Frankreich	ECA HYTEC	www.hytec.fr/index-fr.htm	ROV, UC, Services
	Cybernetix	www.cybernetix.fr	AUV & ROV-Services
Dänemark	MacArtney	www.macartney.com	UC für ROVs, Services
	Maridan	www.maridan.atlas-elektronik.com	AUV, UC, Services
Schweden	Perrone Robotics	www.perronerobotics.se	AUV, Services
	Saab Seaeye	www.saabseaeye.com	AUV, ROV, Services
Deutschland	Mariscope	www.mariscope.de	ROV, UC, Services
Norwegen	Argus	www.argus-rs.no	ROV, UC, Services
Italien	Ageotec	www.ageotec.com/cms	ROV, UC, Services
Brasilien	i-Tech	www.interventionstechnology.com/en/services.php?id=20	ROV, Services

* UC: Komponenten und Ausrüstung für Unterwasserfahrzeuge und Submarine Anwendungen

Tabelle 13: Wichtige Hersteller in der Unterwassertechnik
Quelle: IFR 2009

Weitere Hersteller von Unterwasserfahrzeugen, Unterwasserausrüstung und -Technik sind zu finden unter:
<http://auvac.org/resources/organizations/manufacturers.php>
Eine Reihe von Herstellern entwickeln und bauen fast ausschließlich Unterwasserfahrzeuge für militärische Aufgaben.

Weltweit 5.000 Unterwasserfahrzeuge bis 2008

Insgesamt wurden bisher bis zum Ende des Jahres 2008 nach Erhebungen der IFR weltweit etwa 5.000 Unterwasserfahrzeuge verkauft. Im Jahr 2008 selber waren es etwa 115, im Zeitraum zwischen 2009 und 2012 erwartet die IFR einen Verkauf von etwa 700. Laut der Prognosen wird für ROVs und AUVs für rein kommerzielle Anwendungen ein Umsatz im gleichen Zeitraum von ca. 700 Mio. US\$ erwartet.

Nur wenige Unterwasserfahrzeuge in Europa

In Europa werden die Aktivitäten im Bereich Unterwasserfahrzeuge vom European Centre for Information on Marine Science and Technology (EurOcean) beobachtet (vgl. EurOcean, 07.05.2010). Danach gab es im Jahr 2005 in Deutschland für den Einsatz in der Forschung lediglich drei ROVs und ein AUV. Im Jahre 2007 wurden insgesamt 72 Unterwasserfahrzeuge eingesetzt. In Frankreich waren es 7 ROVs, 5 AUVs und 3 bemannte Unterwasserfahrzeuge. In England wurden 12 ROVs und 3 AUVs eingesetzt.

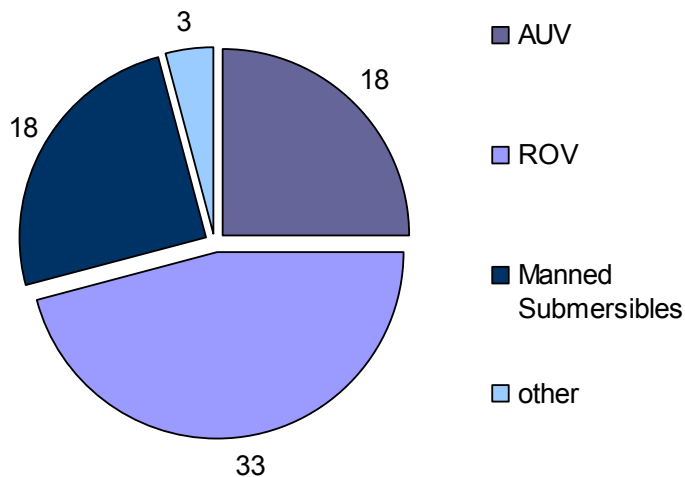


Abbildung 41: Unterwasserfahrzeuge in Europa gesamt 2007

Quelle: EurOcean 2007

Hohe Nachfrage nach Unterwasserfahrzeugen bis 2019

Der World AUV Market Report 2010 bis 2019 geht davon aus, dass für die Bereiche Öl und Gas, Forschung (Meeresforschung) und Marine in der kommenden Dekade etwa 1.144 AUVs verkauft werden können (vgl. Douglas Westwood 2009c). Es wird angenommen, dass davon etwa 394 große, 285 mittlere und 465 kleine AUVs benötigt werden. Die Studie schätzt den dabei möglichen Umsatz auf etwa 2,3 Mrd. US\$ wovon etwa 1,1 Mrd. US\$ für militärische Anwendungen ausgegeben werden könnten. Unter bestimmten Voraussetzungen könnte der Bedarf jedoch auf 1.870 Unterwasserfahrzeuge anwachsen, was einem Marktvolumen von ca. 3,8 Mrd. US\$ entspräche. Ausschlaggebend hierfür wären mögliche Aktivitäten im Bereich der Tiefseelagerstätten erkundung, des Aufbaus von Anlagen für die submarine Rohstoffgewinnung und -vorverarbeitung, der Meeresforschung und weitere.

Internationaler Markt derzeit nicht abzuschätzen

Die Zahlen der verschiedenen Studien ergeben kein einheitliches Bild. Aus heutiger Sicht kann nicht hinreichend schlüssig abgeschätzt werden wie sich der Markt für ROVs und AUVs entwickeln wird. Die Unterscheidung zwischen Unterwasserfahrzeugen für die Forschung und für den kommerziellen Einsatz und militärische Anwendungen ist je nach Quelle unscharf (vgl. Zimmer, U., 04.05.2010).

Auch die Aufteilung auf unterschiedliche Anwendungsbereiche sowie auf die Fahrzeugklassen AUV, ROV und sonstige lässt nur generelle Schlüsse zu.

Die zukünftigen Entwicklungen des Marktes werden auch von den großen internationalen Akteuren der Bereiche AUV und ROV unterschiedlich, insgesamt jedoch verhalten optimistisch gesehen.

Trotzdem gehen alle befragten Unternehmen von einem starken Wachstum des erreichbaren Marktes in England und Russland sowie von einem leichten Wachstum des Marktes in Nordamerika aus. Auch in den Ländern der EU wird eine Ausweitung des Marktes erwartet. Entsprechende Erwartungen werden auch durch die Studie der IFR bestätigt.

5.3.2 Ausgangslage in Deutschland

2010 etwa 30 Unternehmen der Unterwassertechnik

Für Deutschland konnten im Rahmen der Primärerhebungen der vorliegenden Studie 30 Betriebe dem Anwendungsfeld Unterwassertechnik zugeordnet werden. Diese Unternehmen sehen in der Unterwassertechnik ihr prioritäres Anwendungsfeld in der Meerestechnik. Die Bandbreite reicht von der Entwicklung spezieller tiefseetauglicher Schweißverfahren über submarine Kommunikationssysteme bis hin zum Bau von Komponenten für ferngesteuerte Unterwasserfahrzeuge, ROVs. Ein wachsender Bereich ist der HGÜ-Markt, der in Deutschland von zwei Großunternehmen dominiert wird. Im Vergleich hierzu sind jedoch auch internationale Akteure am Start um wichtige Bereiche des HGÜ-Marktes zu besetzen (u. a. Nexans Fr/N, Japanese Power Systems J, Viscas J).

Im Zusammenhang mit der Unterwassertechnik sind eine Vielzahl weiterer Technologien und Produkte von Bedeutung, die auch auf dem Wasser und an Land benötigt werden (IuK, Messtechnik, Sensorik, Mechatronik, Materialien, Anlagen- und Maschinenbau, etc.).

Neben den 30 Unternehmen, die die Unterwassertechnik als ihr prioritäres Anwendungsfeld sehen, geben weitere 21 Unternehmen die Unterwassertechnik als einen weiteren, aber nicht prioritären Schwerpunkt ihrer Tätigkeit an.

Unternehmen und Beschäftigte

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über wirtschaftliche Kennzahlen der deutschen Unterwassertechnik und Seekabel.

	Unterwassertechnik	Entwicklung 2008 gegenüber 2005 (jährlicher Durchschnitt)	Anteil an der gesamten Meerestechnik
Unternehmen	30	k. A.	6,67 %
Umsatz	916 Mio. €.	k. A.	8,13 %
Beschäftigte	3972	k. A.	15,13 %
Umsatz / Beschäftigte	230.614 €	k. A.	-

Tabelle 14: Wirtschaftliche Kennzahlen der deutschen Unterwassertechnik
Quelle: Eigene Darstellung

Die deutsche Unterwassertechnik als Teil der Meerestechnik wird mit knapp 70 % im Wesentlichen von kleinen und mittleren Unternehmen geprägt (vgl. Abbildung 42).

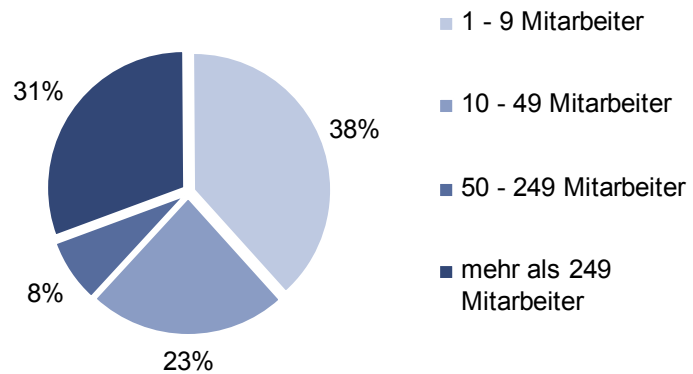


Abbildung 42: Größe der Unternehmen der Unterwassertechnik

Quelle: Eigene Darstellung

Knapp 4.000 Beschäftigte in der deutschen Unterwassertechnik

Die Anzahl der Unternehmen, die das Thema Unterwassertechnik als Hauptbetätigungsfeld ansehen, liegt an vierter Stelle, nach der Offshoretechnik Wind, Offshoretechnik Öl und Gas und dem Küsteningenieurwesen.

Insgesamt arbeiten in diesem Bereich knapp 4.000 Beschäftigte. Die Unternehmen der Unterwassertechnik sind vor allem in den Ballungsgebieten der Küste angesiedelt. Aber auch im Binnenland bzw. in den anderen Bundesländern gibt es wichtige Akteure dieser Branche. Gerade in den Informations- und Kommunikationstechnologien gibt es traditionell leistungsfähige Unternehmen und Forschungseinrichtungen u. a. in den Großräumen Stuttgart, München, Erlangen/Nürnberg und dem Ruhrgebiet.

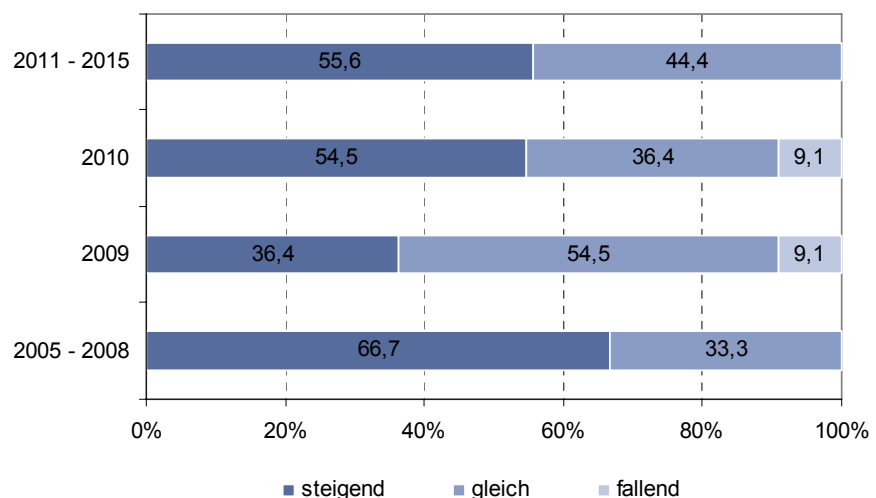


Abbildung 43: Entwicklung der Mitarbeiterzahlen in der Unterwassertechnik

Quelle: Eigene Darstellung

Die Beschäftigtenzahlen in den Unternehmen der Unterwassertechnik waren bis 2008 in rund zwei Dritteln der befragten Unternehmen steigend. Ein Stellenabbau in Folge der Wirtschaftskrise in den Jahren

2009 und 2010 hatten nur wenige Unternehmen zu verzeichnen. Bereits ab 2010 rechnen mehr als die Hälfte der Unternehmen mit steigenden Mitarbeiterzahlen (vgl. Abbildung 43). Von einem Arbeitsplatzabbau in der näheren Zukunft geht keines der befragten Unternehmen aus.

Positive Entwicklung des Umsatzes, deutsche Unternehmen gewinnen an Bedeutung

Der Umsatz der deutschen Unterwassertechnik betrug im Jahr 2008 etwa 916 Mio. Euro. Davon wurden etwa 42 % durch den Export von Unterwassertechnik für meeres-technische Anwendungen erzielt. Für das Jahr 2010 und für die nahe Zukunft bis 2015 wird von der überwiegenden Anzahl der befragten Unternehmen ein Wachstum vorausgesagt.

Als Gründe hierfür gelten vor allem die Erwartungen hinsichtlich der zukünftigen Nutzung submariner mineralischer Rohstoffe aber auch die zunehmende Nachfrage der Offshore Öl- und Gasindustrie. Ein weiteres Feld ist die Energiegewinnung (Offshore-Wind) sowie die erforderliche Übertragung der Energie an Land, z. B. mittels submariner HGÜ-Trassen (Super Grid, Desertec)¹⁴. Knapp drei Viertel der befragten Unternehmen gehen davon aus, dass ab 2011 ein steigender Umsatz zu verzeichnen sein wird (vgl. Abbildung 44).

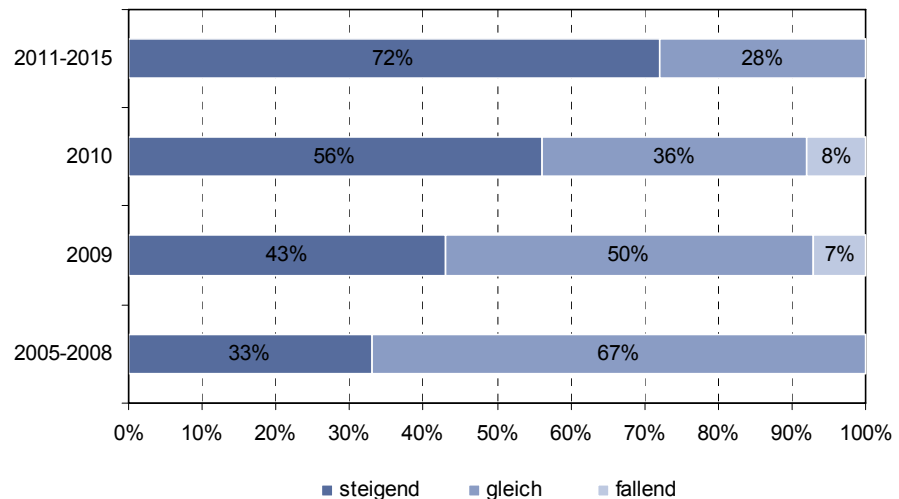


Abbildung 44: Umsatzentwicklung in der Unterwassertechnik

Quelle: Eigene Darstellung

Wertschöpfungskette gut abgedeckt

Die Wertschöpfungskette wird von den deutschen Unternehmen in der Unterwassertechnik insgesamt gut abgedeckt. Den größten Teil stellen dabei die Zulieferer von Komponenten und Systemen mit einem Anteil von ca. 36 % dar. Darunter sind auch Unternehmen, die spezielle Hardware wie z. B. Messsysteme, Greifer für Unterwasserfahrzeuge, Energieversorgung, Sonare zur Navigation und Kommunikation usw. entwickeln.

Etwa 27 % der befragten Unternehmen befassen sich mit der Integration von Komponenten und Teilsystemen, um die für einen Endanwender nutzbaren Systeme liefern zu können. Dies können z. B. submarine Messsonden zur Aufnahme von Temperatur, Strömung, Salzgehalt, Sauerstoffgehalt oder Erschütterungen durch Beben sein.

¹⁴ <http://de.mainstreamrp.com/pages/Supergrid.html> und www.desertec.org/de, zuletzt besucht am 10.10.2010

Andere submarine Systeme wie z. B. ROVs und AUVs sind jedoch kaum vertreten.

Bemerkenswert ist die Tatsache, dass etwa 10 % der befragten Unternehmen selbst Endanwender von Unterwassertechnik für meeres-technische Applikationen sind. Hier sind vor allem Unternehmen vertreten, die submarine Schweißarbeiten oder andere technische submarine Services anbieten. Etwa 9 % der Unternehmen befassen sich mit dem Bau von submarinen Komponenten zum Einsatz in der Forschung (Grundlagenforschung) und für submarine FuE-Dienstleister.

Hohe Nachfrage aus anderen Branchen der Meerestechnik

Unterwassertechnik wird aus nahezu allen Bereichen der Meerestechnik nachgefragt. Insofern kann die Unterwassertechnik als eine von der Meerestechnik genutzte Querschnittstechnologie bezeichnet werden.

Bei Betrachtung dieser Aufteilung der Nachfrage fällt auf, dass der Bereich Offshore Öl und Gas den größten Anteil stellt. Die zweitgrößte Nachfrage stammt aus der Unterwassertechnik selbst. Offshore Wind ist der Bereich der dritthäufigsten Nennungen, gefolgt von der Meeresforschungstechnik.

Bei der Nachfrage aus der Forschung sind in Deutschland vor allem die einschlägigen Institute, das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung AWI sowie das Leibniz-Institut für Meereswissenschaften IFM-GEOMAR, und einige Universitäten (u. a. Bremen und Hamburg) beteiligt. Diese nutzen eine Reihe von technischen Komponenten in der Meeresforschung, die hier der Unterwassertechnik zugeordnet werden.

Wachsender Export der Unterwassertechnik für die Meerestechnik

Die Exportquote deutscher Unternehmen in der Unterwassertechnik ist im Jahr 2008 mit etwa 42 % als moderat einzuschätzen. Ein Grund hierfür liegt darin, dass Komponenten bzw. Systeme hergestellt werden, die von Herstellern der Unterwassertechnik an in der Meerestechnik tätige deutsche Unternehmen geliefert und erst nach der Integration in übergeordnete Systeme weiter exportiert werden.

Für die Bedeutung der Unterwassertechnik in Deutschland sind vornehmlich Aufträge der deutschen und internationalen Offshorewindindustrie sowie Aufträge der Offshore Öl- und Gasindustrie aus England und dem außereuropäischen Raum verantwortlich (vgl. Abbildung 45).

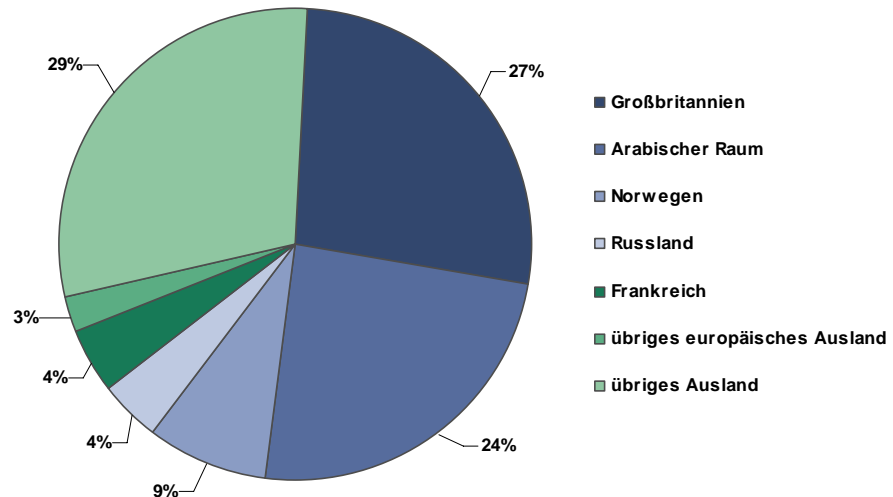


Abbildung 45: Auslandsumsätze der Unterwassertechnik 2008 – Anteile in Prozent

Quelle: Eigene Darstellung

Unterschiedliche Einschätzung der Nachfrage der Unternehmen

Wie bereits angedeutet, wird gerade in der Erschließung submariner mineralischer Rohstoffe sowie in der Offshoreförderung von Öl und Gas in den nächsten 10 Jahren ein erhebliches Wachstum vermutet. Aktuelle Diskussionen sowie die vielfältigen Anstrengungen in der vorlaufenden Forschung und Entwicklung für submarin einsatzfähige Technologien, Verfahren und Systeme sowie nicht zuletzt der „Run“ auf submarine Claims mineralischer Rohstoffe schüren die Erwartungen.

Die Entwicklung der daraus möglichen Nachfrage bis zum Jahr 2020 wird von den befragten Unternehmen je nach Ausprägung des jeweiligen Kerngeschäftes unterschiedlich gesehen.

Zusammengefasst für alle im Bereich der Unterwassertechnik prioritär tätigen Unternehmen ergibt sich daraus ein Bild für das Jahr 2020. Demnach geben die befragten Unternehmen an, dass die meisten Exporte mit einer Quote von jeweils rund 14 % nach England und Norwegen gehen. Lieferungen nach Frankreich und das übrige Europa werden zusammen mit etwa 19 % angegeben, 18 % der Exporte werden sich etwa zu gleichen Teilen auf die USA, den arabischen Raum und Russland verteilen. Die übrigen 5 % verteilen sich auf Asien und das restliche Ausland (vgl. Abbildung 46). Eine Exportquote von nahezu 70 % bis 2020 zeigt die Erwartungen der Branche aber auch die entstehenden Bedarfe und damit auch die Abhängigkeit vom internationalen Geschehen.

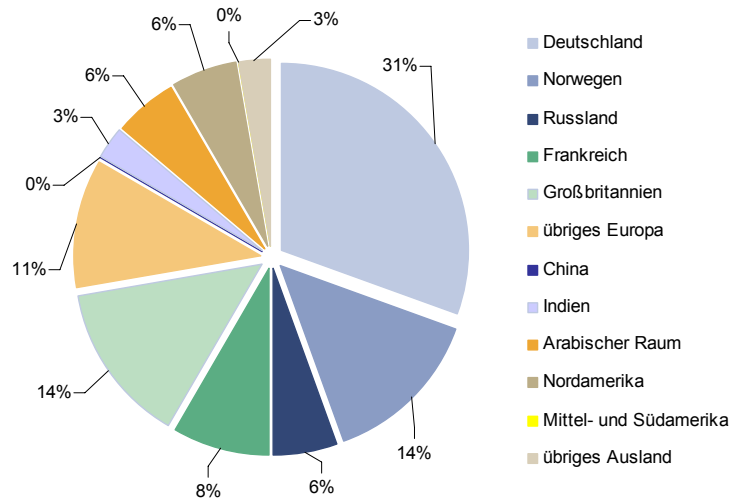


Abbildung 46: Absatzmärkte der Unterwassertechnik 2020

Quelle: Eigene Darstellung

Wichtige Technologien und Technikbereiche der Unterwassertechnik

Die Zuordnungen der wichtigsten technologischen Leitmärkte in der Unterwassertechnik orientieren sich im Wesentlichen an dem Marktgeschehen im Bereich der Offshore Öl- und Gas- und der Offshorewindindustrie. Ein weiterer Schwerpunkt ist der zunehmende Bedarf an technischen Einrichtungen und Systemen für die Erforschung der Tiefsee, vor allem aber der Exploration submariner Lagerstätten hinsichtlich einer in Zukunft wirtschaftlichen Abbaubarkeit. Gerade hier gibt es sowohl in Bezug auf die ökologische als auch ökonomische Machbarkeit einen wachsenden Forschungs- und Entwicklungsbedarf, der neben der Meeresforschungstechnik vor allem von der Unterwassertechnik bedient werden muss.

In der Befragung haben die Unternehmen diejenigen Technologien angegeben, die für die Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen in der Unterwassertechnik von besonderer Bedeutung sind (vgl. Abbildung 47).

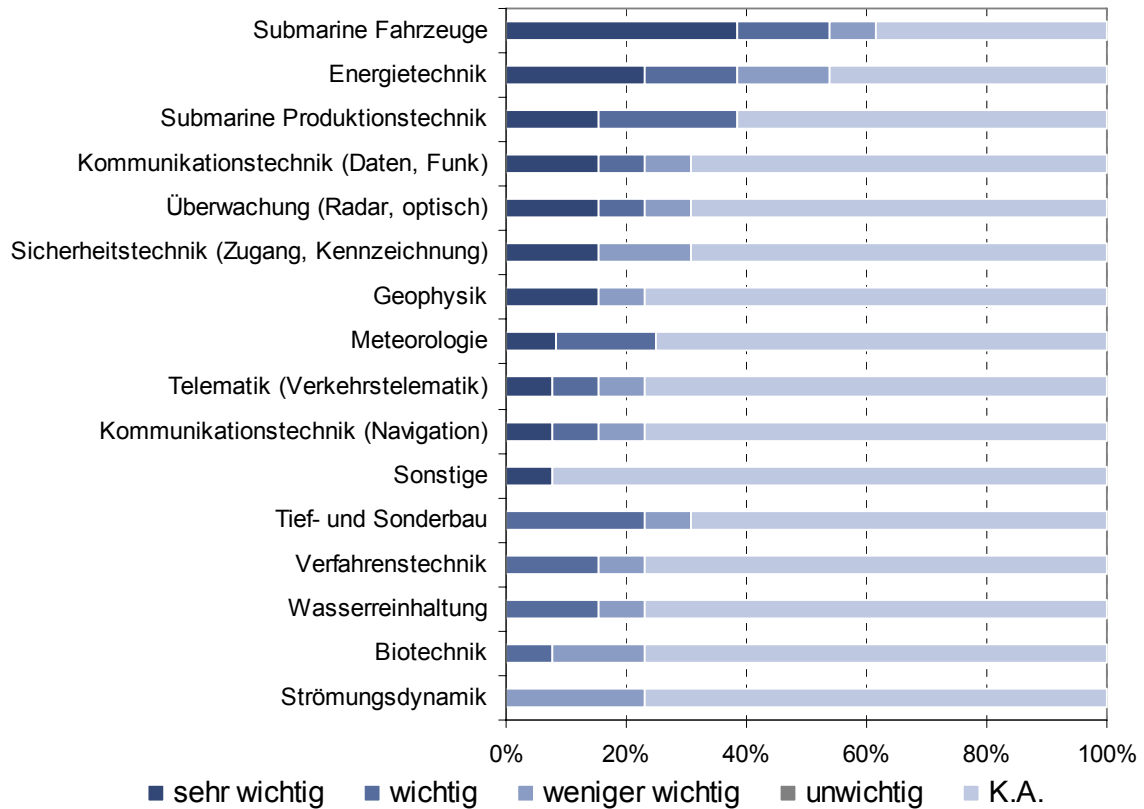


Abbildung 47: Technologiefelder und deren Bedeutung für die Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen für die Unterwassertechnik

Quelle: Eigene Darstellung

An erster Stelle stehen Unterwasserfahrzeuge. Hier sind all die Technologien und Komponenten wichtig, die direkt für den Aufbau von Unterwasserfahrzeugen dienen (Chassis, Gehäuse, Druckkammern, usw.). An zweiter Stelle wird Energietechnik genannt; hier sind es einerseits Komponenten und Technologien zur Versorgung von submarinen Fahrzeugen und Einrichtungen sowie Technologien im Zusammenhang mit submarinen Energieübertragungs- und Verteilsystemen. Zur Produktionstechnik zählen Technologien und Komponenten wie z. B. Mehrphasenpumpen, Schieber und Sperrventile, Rohrverlegeeinrichtungen, aber auch tiefwassertaugliche Mess- und Steuerungssysteme sind hier von Bedeutung. Für die Bereiche Überwachung, Sicherheitstechnik und Geophysik stehen insbesondere Technologien und Komponenten der Messtechnik, der Sensorik und der Kommunikationstechnik die im betreffenden systemischen Kontext agieren.

HGÜ-Markt / Seekabel

Neben dem submarinen Bergbau ist der HGÜ-Markt ein weiterer Schwerpunkt der Unterwassertechnik für die kommende Dekade. Zur Sicherstellung einer zukunftsfähigen gesamteuropäischen Energieversorgung u. a. basierend auf erneuerbaren Energien, wird eine stärkere Vernetzung von nationalen Stromnetzwerken erfolgen. Hierbei spielt der auf HGÜ-Technologie basierende verlustarme Transport von Strom in sog. „Stromautobahnen“, die sowohl über Land als auch mit Seekabeln zu realisieren sind, eine wesentliche Rolle. Neben der Herstellung geeigneter tiefseetauglicher HGÜ-Kabel ist für die Unterwassertechnik der HGÜ-Markt vor allem hinsichtlich geeigneter submariner

Verlege- und Anslusstechologien wichtig. Auf der Basis aktueller Planungen zu Offshorewindparks ist zumindest für Europa kalkulierbar, wie viele Kilometer Kabel verlegt werden müssen und welche Verlegetechnik im Gegensatz zu konventionellen Kommunikations- und Hochspannungswechselstromkabeln angewendet werden muss.

North Seas Countries' Offshore Grid Initiative: Planungen für ein Offshorenetz

Am 7.12.2009 haben Vertreter aller EU-Nordseeanrainerstaaten und Irlands mit einer politischen Erklärung eine Nordsee-Offshore-Initiative ("North Seas Countries' Offshore Grid Initiative") ins Leben gerufen. Für Deutschland hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie als treibende Kraft an dieser Vereinbarung mitgewirkt. Erstmals arbeiten damit alle EU-Nordseeanrainer-Staaten gezielt zum Thema Netzanbindung von Offshore-Anlagen zusammen (vgl. BMWi, 24.02.2010). Ziele der Initiative sind unter anderem ein intensivierter Informationsaustausch über die Offshore-Ausbauziele und -politiken der Teilnehmerstaaten, eine stärker koordinierte Weiterentwicklung der Strominfrastruktur sowie die Schaffung eines friktionslosen politischen und regulatorischen Rahmens für die internationalen Offshore-Ausbaupläne in der Nordsee. Für Ende des Jahres 2010 ist die Unterzeichnung eines Memorandum of Understanding geplant, in dem das weitere Vorgehen festgelegt wird.

Vorteile eines Offshorenetzes: Einsparung von Baukosten

Die Netzanbindung jedes einzelnen Windparks macht rund 20 % bis 30 % der Baukosten aus. Durch ein Offshorenetz könnten diese Kosten deutlich reduziert werden

Erhöhung der Planungssicherheit für die Hersteller von Offshorewindparks

Darüber hinaus kann ein Offshorenetz in der Nordsee dazu beitragen, die Planungssicherheit für die Hersteller von Offshorewindanlagen zu erhöhen. Zwar sind die Netzbetreiber gesetzlich verpflichtet Windparks anzuschließen, aber sie verlangen für eine Anschlussgarantie häufig, dass die Finanzierung für das Windparkprojekt bereits steht. Banken dagegen verlangen von Investoren, dass die Anschlussgarantie steht, bevor sie Geld zuschießen. Ein europäisches Stromnetz würde dieses Dilemma beheben und damit den Bau großer Offshoreparks beschleunigen.

Lastmanagement für Erneuerbare Energien

Eine Vernetzung von Wind-, Wasser- und Gezeitenkraft hat den Vorteil, die regenerative Energieerzeugung beständiger zu machen. Durch das geplante Netz in der Nordsee erhielten Länder wie Deutschland, die viel Windkraft erzeugen, Zugang zu den Speicherkraftwerken Skandinaviens, Österreichs und der Schweiz. Eine staatsübergreifende Vernetzung bietet so die Möglichkeit, Unregelmäßigkeiten der Energieeinspeisung auszugleichen.

Unternehmen

Den Markt für HGÜ teilen sich zurzeit nur sehr wenige Unternehmen, da die Markteintrittsbarrieren sehr hoch sind. Zu nennen sind hier Nexans Fr/N, Prysmian I, ABB S, Japanese Power Systems J und Viscas J. ABB Asea Brown Boveri Ltd gibt an, mit über 51 % Marktanteil der Marktführer in der HGÜ-Technologie zu sein. Siemens beziffert den eigenen Anteil am Weltmarkt in diesem Segment mit 35 % bis 40 %. Diese beiden Unternehmen verfügen auch über die modernere Technologie „HVDC light“ (ABB) und „HVDC Plus“ (Siemens). Üblich ist eine Leistungsübertragung von 400 MW.

Die neueste HVDC Light-Generation ermöglicht Leistungsübertragungen von bis zu 1.100 MW über zwei parallele Kunststoffkabel mit einer Gleichspannung von +/- 300 kV (vgl. ABB, 23.02.2010). Voraussichtlich im Jahr 2015 wird eine Leistungsübertragung von 2.000 MW als technisch üblich erwartet.¹⁵

Auch in China gibt es bereits Unternehmen, die HGÜ-Technologie beherrschen. Weitere Unternehmen im Mittelspannungsbereich sind nkt cables und norddeutsche Seekabelwerke.

Marktvolumen HGÜ

Für das Jahr 2009 wird der weltweite Markt für HGÜ auf rund drei Milliarden Euro beziffert bei einem durchschnittlichen Wachstum von über zehn Prozent jährlich. Erwartet wird ein Anstieg auf fünf bis acht Milliarden bis 2020 (vgl. cleanthinking.de, 24.02.2010).

In den für diese Studie durchgeführten Interviews wird von einem weit höheren Marktvolumen ausgegangen. Allein aufgrund des geplanten Ausbaus von Offshorewindkraftanlagen in der Nordsee wird von einem Marktvolumen für den Netzanschluss in der Nordsee von 11 bis 14 Milliarden bis 2015 ausgegangen, das hauptsächlich auf HGÜ-Technologie entfallen wird.¹⁶ Für das Offshorenetz in der Nordsee wird von Kosten in Höhe von gut 30 Milliarden Euro ausgegangen (vgl. Lubbadah, J.,Schultz, S., 24.02.2010).

Siemens als deutsches Unternehmen realisiert zurzeit den größten Teil seiner Wertschöpfung in Deutschland. ABB realisiert circa 20 % der Wertschöpfung in Deutschland, was vor allem auf Installation, Betrieb und Wartung zurückzuführen ist, da die Kabel in Schweden und die Leistungselektronik in der Schweiz produziert wird. Damit ist davon auszugehen, dass knapp die Hälfte des Marktvolumens auf Deutschland entfallen kann.

Marktposition deutscher Unternehmen

Nach den vorangegangenen Ausführungen zur Einschätzung der deutschen Unternehmen der Unterwassertechnik stellt sich nun die Frage, in welcher Position sich die deutschen Unternehmen im internationalen Markt der Unterwassertechnik sehen.

¹⁵ Ergebnis aus den Interviews

¹⁶ Ergebnis aus den Interviews

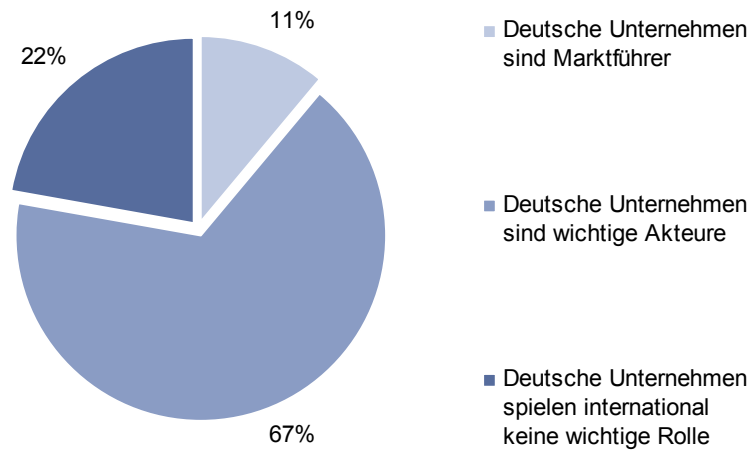


Abbildung 48: Internationale Marktposition deutscher Unternehmen der Unterwassertechnik

Quelle: Eigene Darstellung

Immerhin elf Prozent der Unternehmen sehen deutsche Unternehmen als Marktführer auf ihrem Tätigkeitsgebiet an. Rund zwei Drittel der befragten Unternehmen geben zudem an, dass deutsche Unternehmen wichtige Akteure in der Unterwassertechnik sind (vgl. Abbildung 48). Hier spielen im Wesentlichen Produkte und Dienstleistungen eine Rolle, die hinsichtlich ihres Preis-Leistungsverhältnisses oder hinsichtlich der geforderten Funktionalitäten ein Alleinstellungsmerkmal besitzen. Allerdings ist auch ein wichtiger Wettbewerbsvorteil gegeben, wenn trotz höherer Preise effektive bilaterale Zusammenarbeit und hohe Qualität sichergestellt werden können. Dies ist ein wichtiger Vorteil gegenüber aufstrebenden Playern, z. B. aus China und anderen Nationen.

Aufgrund der guten Positionierung deutscher Unternehmen schauen die befragten Unternehmen optimistisch in die Zukunft. Über die Hälfte geht von einem starken internationalen Wachstum aus, knapp 30 % erwarten einen leichten Anstieg. Für Deutschland wird von etwas weniger als der Hälfte mit einem starken Marktwachstum gerechnet, alle übrigen erwarten einen leichten Anstieg (vgl. Abbildung 49).

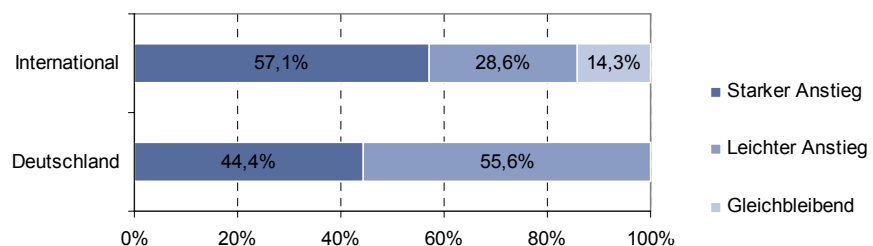


Abbildung 49: Erwartetes Wachstum in der Unterwassertechnik bis 2020

Quelle: Eigene Darstellung

**Entwicklungsaktivitäten
in der Unterwasser-
technik**

Für die Jahre 2005 bis 2008 haben etwa 40 % der befragten Unternehmen kontinuierlich eigene Entwicklungen durchgeführt. Betreffende Unternehmen agieren im Wesentlichen als Systemlieferanten, teilweise auch als Systemintegratoren. Weitere 40 % gaben an, gelegentlich Entwicklungsarbeiten durchgeführt zu haben, etwa 20 % entwickelten nach eigenen Angaben nicht. Diese Unternehmen sind häufig Dienstleister, die vorhandene Technologien und verfügbare Technik nutzen.

Im Vergleich zur gesamten Meerestechnik liegt die Unterwassertechnik etwa 2 % über dem Anteil der befragten Unternehmen die zwischen 2005 und 2008 kontinuierlich eigene Entwicklungsarbeiten durchgeführt haben.

Insgesamt wird ein moderates Wachstum der Entwicklungstätigkeiten bis 2015 angenommen. Etwa 39 % der anwortenden Unternehmen gehen von steigenden FuE-Ausgaben aus, der überwiegende Teil, etwa 61 %, will die anteiligen Ausgaben für FuE auf dem gleichen Niveau halten wie die letzten drei Jahre.

Die Aufwendungen für FuE innerhalb der letzten 3 Jahre führten bei etwa 46 % der befragten Unternehmen zu neuen oder merklich verbesserten und damit marktfähigen Produkten und Dienstleistungen im Bereich der Meerestechnik. Bei etwa 31 % der Unternehmen haben die FuE-Aufwendungen auch zu unternehmensintern verbesserten oder neuen Prozessen und/oder Verfahrensentwicklungen geführt. Hierdurch hat sich die Marktfähigkeit betreffender Unternehmen verbessert.

Zur Sicherung des technologischen Vorsprungs werden in der Unterwassertechnik umfangreiche Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten beobachtet. Etwa 40 % der Unternehmen geben an, kontinuierlich FuE-Arbeiten durchzuführen (Gesamtwirtschaft: 12 %).

Etwa zwei von drei Unternehmen haben in den vergangenen drei Jahren neue Produkte oder Verfahren eingeführt. Dabei überwiegen die Produktinnovationen (60 %) die Prozessinnovationen (40 %) um ca. 20 %. Die Innovationsquote liegt mit 70 % deutlich über dem gesamtdeutschen Vergleichswert von 47 % der Innovationsquote der Meerestechnik insgesamt.

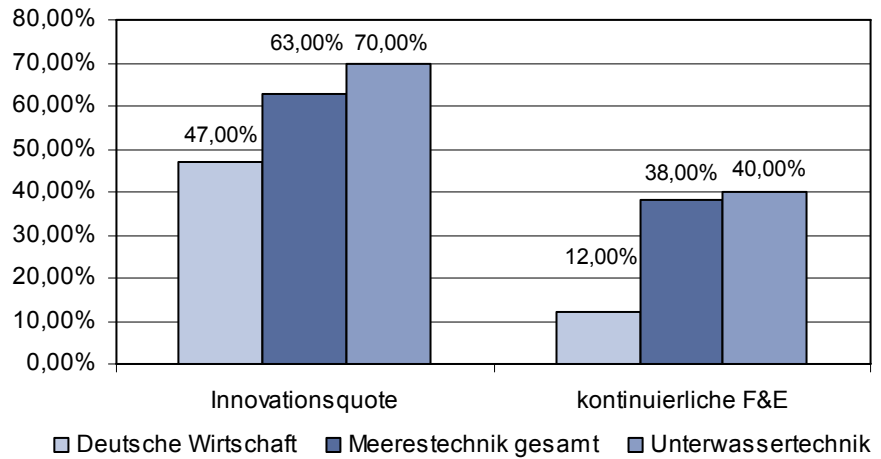


Abbildung 50: Innovationsquote und FuE-Aktivitäten in der Unterwassertechnik

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis der Befragungsergebnisse

Aus- und Weiterbildung von Fachkräften

Wie in vielen technologiedominierten Branchen gibt es auch bei den Unternehmen der Unterwassertechnik einen erheblichen Bedarf an Fachkräften unterschiedlicher Fachgebiete.

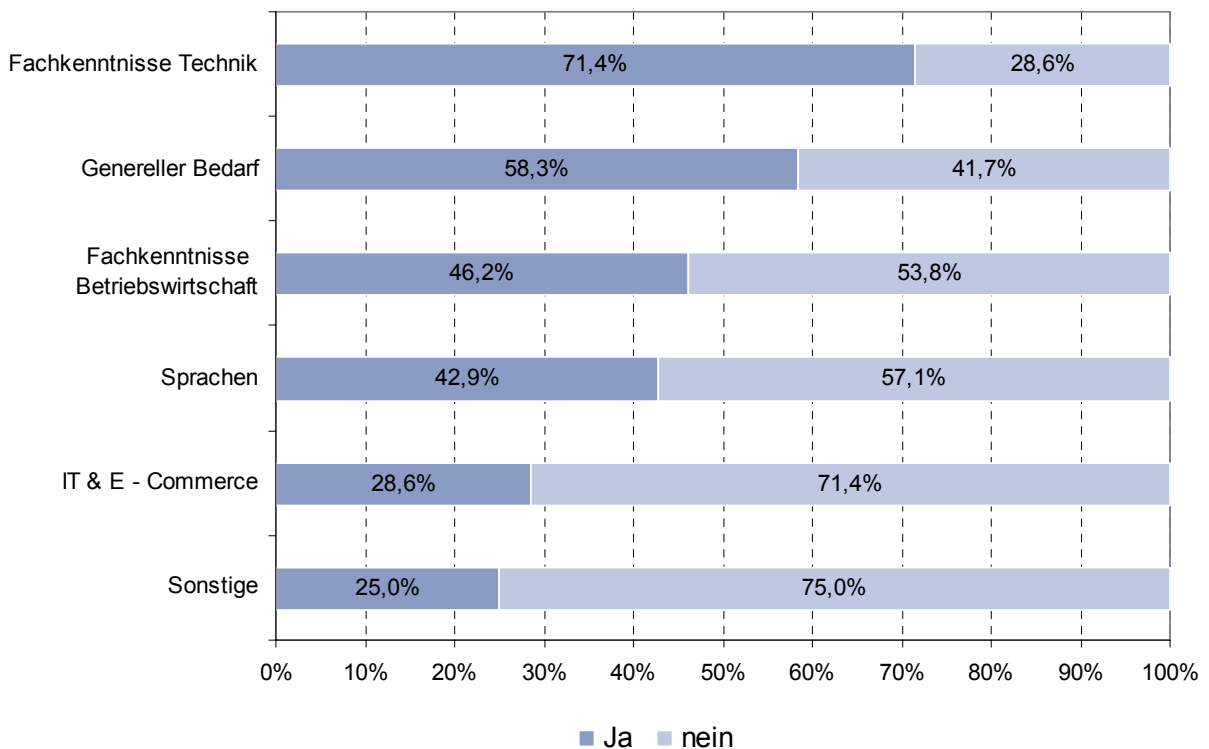


Abbildung 51: Spezifischer Bedarf an Weiterbildung in der Unterwassertechnik

Quelle: Eigene Darstellung

Ein Drittel der Unternehmen bildet aus

Die befragten Unternehmen haben jeweils ihren individuellen Bedarf für die in Abbildung 51 aufgeführten Gruppen von Fachkräften angegeben. Technische Fachkenntnisse stehen hier für die technologische Konkurrenzfähigkeit, Sprachen für das Agieren am internationalen Markt.

Etwa ein Drittel der befragten Unternehmen hat im Jahre 2008 Mitarbeiter ausgebildet. Aktuell bildet etwa die Hälfte der Unternehmen intern weiter, 25 % der befragten Unternehmen lassen extern ausbilden, der Rest der Unternehmen führt keine Weiterbildungsmaßnahmen durch.

Die von den Ausbildungseinrichtungen zukünftig benötigten Fachkräfte sind in der nachfolgendem Abbildung 52 aufgelistet.

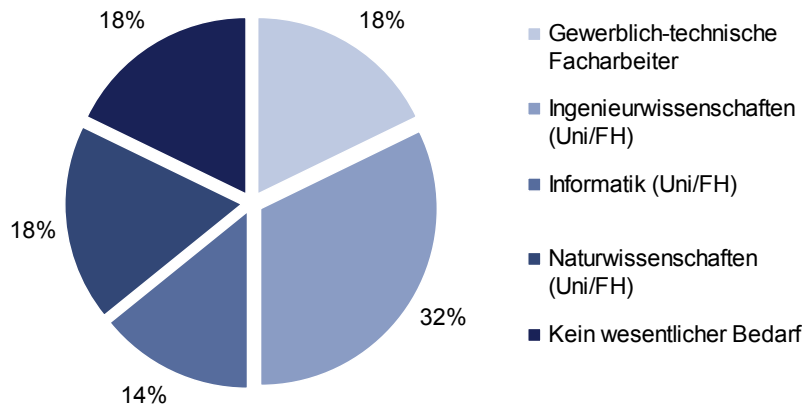


Abbildung 52: Zukünftiger Bedarf an Fachkräften in der Unterwassertechnik

Quelle: Eigene Darstellung

Wie schon bei der Evaluierung des spezifischen Bedarfs festgestellt, wird vom überwiegenden Teil der befragten Unternehmen angegeben, zukünftig Absolventen der Ingenieurwissenschaften (Universität oder Fachhochschule) zu benötigen.

Verfügbarkeit von Ingenieuren ist problematisch

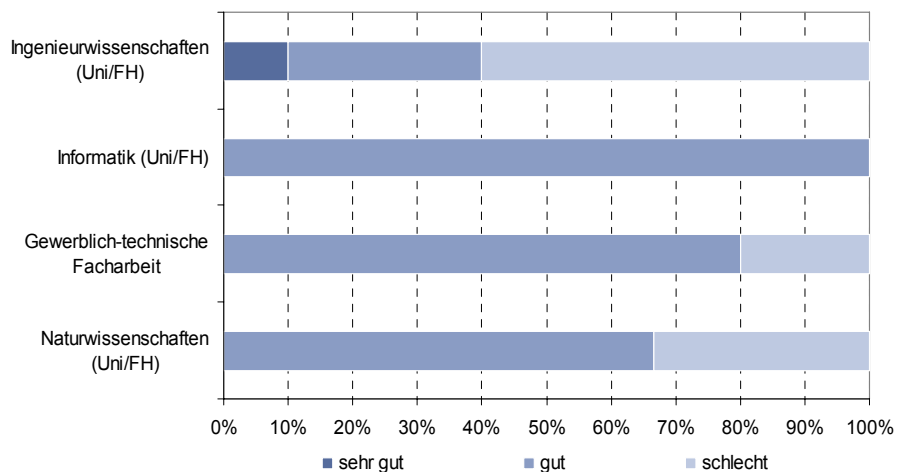


Abbildung 53: Einschätzung der Verfügbarkeit von Fachkräften für die Unterwassertechnik

Quelle: Eigene Darstellung

Problematisch scheint allerdings gerade die Verfügbarkeit bei den Ingenieurwissenschaften (vgl. Abbildung 53). Ohne geeignete Maßnahmen, so die Vermutung der Befragten, kann der Bedarf zukünftig nur teilweise gedeckt werden.

Die Branche weist bisher ein vergleichsweise hohes Qualifikationsniveau auf. Nachgefragt werden insbesondere gewerblich-technische Fachkräfte (Facharbeiter der technischen Berufe) sowie Ingenieure aus Maschinenbau und Elektrotechnik. Insbesondere in diesen Bereichen droht sich der Fachkräftemangel künftig weiter zu verstärken. Ausbildung und Qualifikation entwickeln sich daher zu Schlüsselfaktoren für weiteres Wachstum.

Innovationshemmnisse Die Unternehmen der Unterwassertechnik zielen zukünftig mit ihren Produkten und Dienstleistungen überwiegend auf den internationalen Markt. Die Konkurrenzsituation lässt heute für viele Bereiche der Unterwassertechnik nur wenig Spielraum um Schlüsselpositionen zu besetzen. So werden in Deutschland außer prototypischen Ausnahmen keine ROVs und AUVs für den Einsatz in der Tiefsee gebaut. Gerade in diesem technologisch höchst anspruchsvollen Bereich können deutsche Unternehmen und Forschungseinrichtungen jedoch hohe Kompetenzen aufweisen. Namhafte Robotik-Unternehmen und -Forschungseinrichtungen (KUKA Roboter GmbH, Reis Robotics, Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Deutsches Forschungszentrum für künstliche Intelligenz DFKI, etc.) haben prinzipiell das Potenzial, den Maschinen- und Anlagenbau sowie die Robotik für Anwendungen in der Tiefsee zu deklinieren. Teilweise existieren innovative Konzepte bei einigen der in der Unterwassertechnik tätigen Playern. Um diese durchaus vielversprechenden Voraussetzungen für die Unterwassertechnik marktfähig zu machen, ist zukünftig eine Reihe von Hürden zu überwinden.

Die befragten Unternehmen haben aufgrund eigener Einschätzung die wesentlichen Innovationshemmnisse klassifiziert.

An erster Stelle werden fehlende Finanzierungsmöglichkeiten genannt. Diese werden gefolgt von dem hohen wirtschaftlichen Risiko und den mit den Entwicklungen einhergehenden Kosten für FuE. An dritter Stelle rangiert die Konkurrenzsituation. Hier kann auch auf ein Motivationsproblem geschlossen werden, das die Unternehmen daran hindert, z. B. bestimmte Entwicklungen in der Unterwasserrobotik voranzutreiben. Die Möglichkeit eines Verdrängungswettbewerbs gibt es kaum, jedoch könnte eine kooperative Zusammenarbeit durchaus den Weg in den internationalen Markt verbreitern, wobei der Zugang zum internationalen Markt gerade für kleine und mittlere Unternehmen schwierig ist.

Als ein mittleres Hemmnis wird überwiegend der Mangel an Fachpersonal und technischem Know-how angesehen. An dieser Stelle stehen die Forderungen, das in Deutschland verfügbare Know-how besser verfügbar zu machen und für eine qualifizierte Ausbildung zu sorgen (vgl. Abbildung 54).

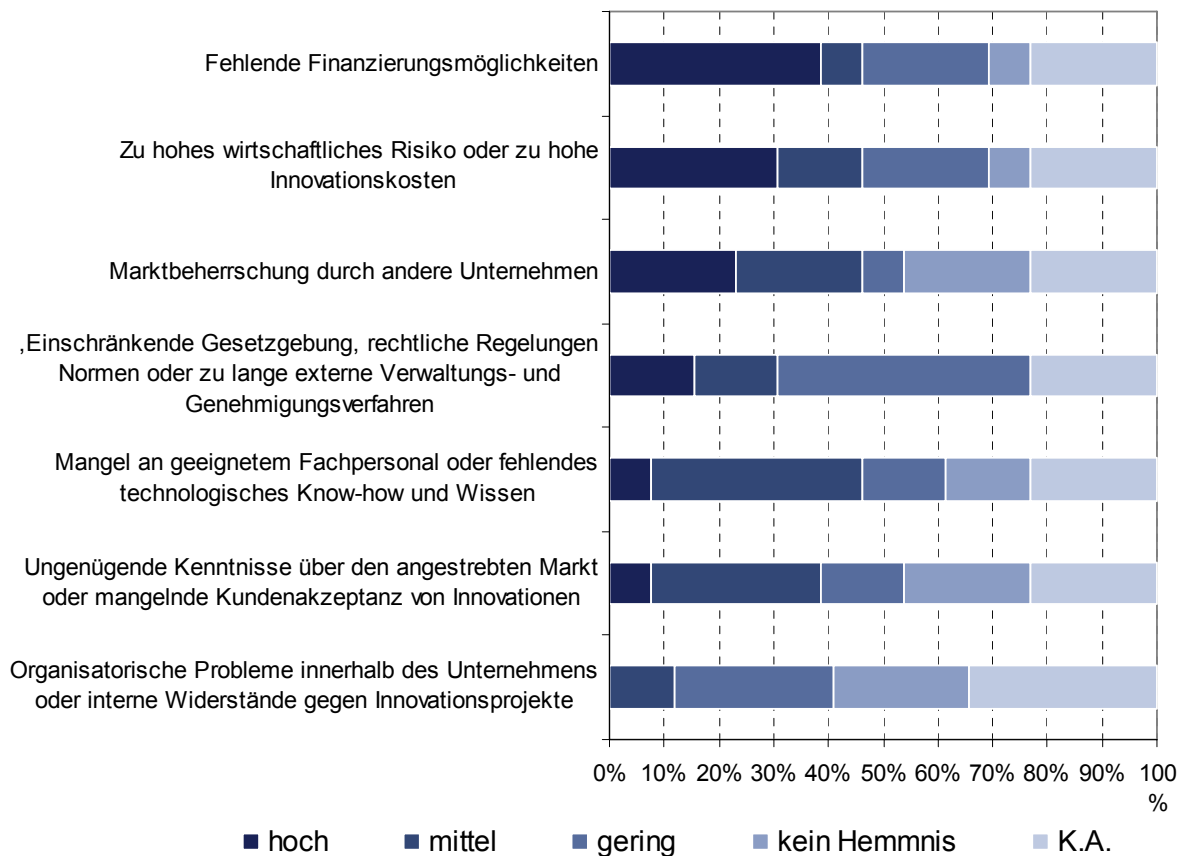


Abbildung 54: Innovationshemmnisse in der Unterwassertechnik

Quelle: Eigene Darstellung

FuE und Innovationen

Um den technologischen Wettbewerbsvorsprung deutscher Unternehmen zu sichern, bedarf es stetiger Investitionen in Forschung und Entwicklung. FuE bildet die Basis für Innovationen und ist ein wesentlicher Bestandteil, um mit neuen Produkten auf dem internationalen Markt konkurrenzfähig zu bleiben. Es ist insbesondere wichtig, das in Deutschland erarbeitete Know-how nachhaltig zu etablieren um zukünftigen Anforderungen gerecht zu werden. Bis auf wenige Bereiche der Meerestechnik, wie z. B. Offshore Wind und Küsteningenieurwesen müssen alle anderen Bereiche und insbesondere die Unterwassertechnik ihre Attraktivität vor allem im internationalen Markt beweisen.

Hierzu wurden in der Vergangenheit Forschungsprojekte durchgeführt, die wesentlich zur Verbesserung der Einsatzfähigkeit von Unterwassertechnik beitragen. Im Projekt C Manipulator wurde ein autonomes, modulares und duales Unterwasser manipulatorsystem entwickelt, welches als Zusatznutzlastsystem an verschiedene existierende und zukünftige Unterwasserfahrzeuge angebracht werden kann (vgl. DFKI, 18.08.2010). Aktuell werden Arbeiten zum Projekt DNS durchgeführt (vgl. PTJ, 18.08.2010). Es befasst sich mit der Konstruktion und dem Aufbau druckneutraler Komponenten für die maritime Tiefseetechnik, der druckneutralen Testplattform „DNS Pegel“ sowie der erfolgreichen Erprobung dieses druckneutralen Unterwasserfahrzeugs für Tiefsee-

anwendungen bis zu 6.000 Meter Wassertiefe. Trotz vieler Ideen und Initiativen (z. B. Marit - Maritime Intelligente Technologien; vgl. Kirchner, 28.08.2010) muss der Tatsache Rechnung getragen werden, dass der Zugang zu den Meeren in Deutschland aufgrund der wenigen Küsten begrenzt ist. Dadurch ist die Nutzung und Einsatzfähigkeit eigener Innovationen auf dem deutschen Markt gering. Umso mehr müssen die Unternehmen ihre Aufmerksamkeit auf den internationalen Markt lenken.

Technologische Potenziale

Wesentlich für die Unterwassertechnik ist die Entwicklung leistungsfähiger submariner Systeme. In den Interviews wurde daher dem Thema Unterwasserrobotik besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Im Verlauf von Diskussionen wurde der Terminus „Unterwasser-Robotik“ aufgrund der allgemeinen und speziellen Anforderungen im maritimen Bereich Offshore und Submarin in „maritime Robotik“ umbenannt.

Aus den Diskussionen entstanden mit Hilfe der Strukturlegetechnik (vgl. Kapitel 3.2) drei Strukturdiagramme (vgl. Abbildung 102 bis Abbildung 104) mit jeweils unterschiedlichen Schwerpunkten. In diesen Strukturdiagrammen werden technologische, ökonomische und kontextuelle Aspekte identifiziert und strukturiert. Dabei wird ersichtlich, dass die Bereiche Umwelt, Rohstoffe, Energie und Aquakultur bedeutende Betätigungsfelder für submarine robotische Systeme sind.

Betätigungsfeld Rohstoffe und Umwelt

Wie bereits aufgezeigt, ist in der internationalen Unterwassertechnik bis zum Jahr 2020 eine stetige Marktentwicklung zu erwarten. Da es für deutsche Unternehmen z. B. noch keinen signifikanten Markt für den submarinen Bergbau gibt, kann angenommen werden, dass im Tätigkeitsfeld Unterwassertechnik hauptsächlich diejenigen Bereiche enthalten sind, die Technologien, Verfahren, Komponenten und Systeme für vielfältige Anwendungen im Zusammenhang mit submarinem Bergbau im weitesten Sinne bereitstellen möchten. Die dafür erforderlichen technologischen Entwicklungen und „Emerging Options“ wurden im Rahmen von Befragungen ermittelt.

Den Ergebnissen der geführten Interviews folgend wird die maritime Robotik (Offshore und Submarin) im Bereich Rohstoffe und Umwelt bei der Rohstoffgewinnung und bei der Unterstützung zur Feststellung umweltrelevanter Sachverhalte in der Zukunft eine wesentliche Rolle spielen.

Die submarine Exploration der genauen Position von Lagerstätten, der Qualität von Rohstoffen sowie der Beurteilbarkeit geeigneter Abbaumöglichkeiten und der dadurch entstehenden Umwelteinflüsse ist dabei grundlegende Voraussetzung.

Ist die Lagerstätte beurteilbar und es kommt ein Abbau in Frage, müssen die Voraussetzungen hierfür geschaffen werden.

Wesentlich sind dabei Einrichtungen für den Transport der Rohstoffe (Submarin -> Offshore und/oder Onshore). Ein weiterer Punkt ist die eigentliche Förderung der Rohstoffe (Abbau) und deren Vorverarbeitung. Notwendig hierzu ist eine leistungsfähige technische und logistische Infrastruktur (Prozesse und Hardware). Zur Installation dieser Infrastruktur, der Förderung und Vorverarbeitung sowie dem Transport der Rohstoffe werden robotische Systeme benötigt.

Eigenschaften und Merkmale für das Betätigungsfeld Rohstoffe und Umwelt

Die erforderlichen Eigenschaften und Merkmale für das Betätigungsfeld Rohstoffe und Umwelt lassen sich aus der Abbildung 102 (im Anhang 2) ablesen. Im Vordergrund stehen für ihre Aufgaben spezialisierte ROVs, die sich zukünftig zu „teilautonomen“ AUVs entwickeln werden. Teilautonom deshalb, weil die Kommunikation mit dem Menschen noch erforderlich sein kann und zwar auf einem niederen Level, z. B. der Austausch von Positions- und anderen Daten wie Temperatur, Trübung, Salzgehalt, Strömungsrichtung und Geschwindigkeit etc., die keine hohe Datenrate erfordern. Für die Installation von submarinen Verarbeitungsplattformen und Einrichtungen sind geeignete interaktive submarine Serviceroboter hilfreich, die hochgenaue und leistungsfähige Greifsysteme zur Montage besitzen. Dabei können zukünftig durchaus nicht-konventionelle Kinematiken zum Einsatz kommen (mit Seilen geführte Mehrfach-Greifsysteme die einen großen Arbeitsraum, z. B. 100 x 100 m, bedienen können). Hochsensible Positions- und Gewichtsausgleichssysteme ermöglichen dabei präzises Arbeiten unter Wasser.

Manche Arbeiten können dabei von miteinander agierenden Robotern (Schwärme) unterstützt werden. Diese sind hierbei als submarine und schwimmende Systeme nützlich, wenn beispielsweise bestimmte Wartungs-, Kontroll- und Montageaufgaben zu erledigen sind, insbesondere wenn zeitkritisches, energieeffizientes und effektives gemeinsames Agieren notwendig ist.

Entscheidende Voraussetzung zur Darstellung der für die jeweiligen Anwendungsfelder nötigen Technologiefeldmerkmale sind sog. Enabling Technologies, deren Ergebnisse im Rahmen multidisziplinärer FuE hierzu einen wesentlichen Beitrag leisten.

Enabling Technologies im Bereich Rohstoffe und Umwelt

Für die maritime Robotik in den Bereichen Rohstoffe und Umwelt sind dies eine Reihe von querschnittlichen Themenfeldern wie die Sensorik, Aktorik, Prozesstechnik, Sensorfusion, die submarine drahtlose Kommunikationstechnik, mechatronische Themen zur Entwicklung geeigneter tiefseetauglicher genauer und robuster Greifsysteme sowie effiziente marinetauglicher Mensch-Maschinen-Schnittstellen (HMI).

Letztlich wird es auch darauf ankommen, negative umweltrelevante Einwirkungen als Folge des Agierens auf und unter Wasser möglichst auszuschließen. In diesem Sinne ist ein Großteil der für die Gewinnung von Rohstoffen erforderlichen Technologien und Systeme ebenso für den Umweltschutz von submarinen Küstenbereichen wie der Tiefsee nutzbar.

Nicht-technische Einflussfaktoren, die ihrerseits als Barrieren oder Beschleuniger für die Etablierung betreffender Anwendungsfelder sowie der damit verbundenen Technologien angesehen werden können, wurden in der Befragung eher pauschal beantwortet. Als Vorteil wird die mögliche Rückkonversion von militärischen Entwicklungen in zivile Anwendungen (Dual Use) angesehen. Auch können einschlägige Player durch die Bearbeitung wichtiger maritimer Bereiche (z. B. Off-shore Wind) entscheidend zur Etablierung maritimer Robotik beitragen. Hemmnisse und Barrieren sind u. a. darin zu sehen, dass bestimmte Bereiche bereits durch internationale Player mit hoher Marktmacht besetzt sind. Auch fehlende staatliche Unterstützung bei der Initiierung wichtiger Vorhaben wurden in den Interviews genannt. Ein weiteres Thema ist zumindest hinsichtlich bestimmter Anwendungen die internationale Patentsituation, die einerseits Konkurrenz erschwert und andererseits u. U. Anreiz zu neuen Entwicklungen bietet, wenn damit auch Marktchancen erreichbar werden.

Enabling Technologies im Bereich Energie und Aquakultur

Betätigungsfeld Energie und Aquakultur

Die Verfahren und Systeme sowie die erforderlichen Enabling Technologies sind analog zu den Anwendungsfeldern Umwelt und Rohstoffe hier gleichermaßen erforderlich (vgl. Abbildung 103 im Anhang 2). Insofern wird klar, dass die oben beschriebenen Technologien für meeres-technische Anwendungen der Unterwassertechnik insgesamt eine sehr hohe Bedeutung haben. Energie ist insbesondere für den Betrieb von submarinen Robotern entscheidend. Die mögliche Standzeit, also die Zeit in der ein Roboter seine Arbeit verrichten kann, richtet sich nach der Leistungsfähigkeit der Batterie, sofern es sich um autonome Systeme handelt. Für geringere Tiefen oder wenn der flächige Aktionsradius sehr klein ist wird heute vielfach eine Nabelschnur genutzt, über die sowohl die Energie als auch die Kommunikation übertragen wird. Reißt das Kabel an einer Felskante, ist das teure System meist für immer verloren.

Wird nun ein autonomes System benötigt, muss bisher jedes Mal aufgetaucht werden um die Batterie zu laden. Submarine Ladestationen scheiterten bisher am Aufwand, an technologischen Problemen (tiefseetauglicher Ladestecker) und an der Zuverlässigkeit.

Hinsichtlich des Anwendungsfeldes Aquakultur wird in der Unterwasserrobotik eine Chance für möglichst ökologisches Vorgehen gesehen (z. B. beim Abernten von Muschelbänken, bei der Fischzucht, u. v. m.). Diese Möglichkeit wird von Unternehmen, die im Bereich der Aquakultur tätig sind, noch nicht diskutiert.

Betätigungsfeld maritime Robotik

Im Betätigungsfeld maritime Robotik haben viele Verfahren, Komponenten und Systeme das Laborstadium bisher noch nicht überwunden. Es fehlt schlichtweg der marktwirksame Einsatzfall. Hinzu kommt, dass es im Bereich tiefseetauglicher Robotiksysteme kaum eine Serienfertigung gibt. Vielfach sind es Einzelstücke mit Systempreisen von bis zu mehreren Mio. Euro.

Um robuste und tiefseetaugliche Robotik entwickeln zu können, müssen noch viele grundlegende Probleme gelöst werden (vgl. Abbildung 104 im Anhang 2). Aktuell sind vor allem in den Enabling Technologies Fortschritte zu verzeichnen. Dabei können entscheidende Entwicklungen vor allem aus nicht meerestechnischen Bereichen kommen, die dann für submarine Applikationen adaptiert werden müssen.

Wesentliche Voraussetzung für die Schaffung leistungsfähiger und robuster Unterwassersysteme sind die sichere drahtlose Unterwasserkommunikation, leistungsfähige Energieträger und autonome Energieversorgungssysteme, autonomes Agieren (Navigation, 3D-SLAM-Fähigkeit "simultaneous localisation and mapping"¹⁷.), intelligente Antriebssysteme u. a. zum Kraftausgleich im Schwebetrieb, leistungsfähige, sensible und präzise Greifsysteme, die Fähigkeit kontextbasierte Entscheidungen zu treffen und vor allem die nahe Umgebung sicher erkennen und beurteilen zu können.

Diese Fähigkeiten werden teilweise im Rahmen von Forschungsarbeiten für robotische Systeme gezeigt, die an Land operieren. Die sog. „DARPA Challenge¹⁸“ zeigte, dass ein autonomes Fahrzeug in einem unbekanntem und unstrukturierten Gelände erfolgreich navigieren kann. Greifoperationen oder -manipulationen werden dabei nicht benötigt. In der Tiefsee ist diese Aufgabe ungleich anspruchsvoller und wird bisher nur als „Remote Controlled Operation“ ausgeführt.

Ausblick und Zusammenfassung

Den Prognosen der in der Studie befragten Experten folgend können in der maritimen Robotik zukünftig gute Marktchancen erwartet werden. Hier muss jedoch berücksichtigt werden, dass es in Deutschland kein einziges Unternehmen gibt, das robotische Systeme, z. B. AUV mit autonomer submariner Umgebungserfassung und Navigation (z. B. zur Lagerstätten erkundung) in Auftrag geben würde. Entsprechende Unternehmen, die der Offshore-Öl und -Gasindustrie oder der Tiefseebergbauindustrie zugerechnet werden können, sind im Ausland (USA, Kanada, England usw.) angesiedelt. Die Anzahl der Aufträge für entsprechende robotische Systeme ist weltweit eher gering und wird zudem nahezu vollständig von ausländischen, vor allem von US-Unternehmen durchgeführt (vgl. IFR Studie Servicerobotik 2009).

Andererseits gibt es in Deutschland eine sehr hohe technische Kompetenz und einen breiten Erfahrungsschatz aus der Industrierobotik sowie allen dafür nötigen Technologien. Das könnte zum Aufbau von submarinen Einrichtungen und Systemen unter Berücksichtigung der zu erfüllenden maritimen Anforderungen genutzt werden.

Eine Reihe von vorwiegend kleinen und mittleren Unternehmen aber auch wissenschaftlichen Einrichtungen ist hier bereits im maritimen Bereich tätig.

¹⁷ Slam: Ein Roboter erkundet ohne Vorwissen seine Umgebung und soll diese anhand von Sensordaten kartieren (mapping). Eine genaue Karte kann allerdings nur dann erstellt werden, wenn die jeweilige aktuelle Position des Roboters in der Welt genau bekannt ist (localization).

¹⁸ Wettbewerb für unbemannte Landfahrzeuge der Technologieabteilung Defense Advanced Research Projects Agency des US-amerikanischen Verteidigungsministeriums zur Förderung der Entwicklung vollkommener autonom fahrender Fahrzeuge.

Für die Unterwasserrobotik wird es erforderlich sein, das vorhandene Know-how viel stärker im Rahmen von international angelegter Akquise zu demonstrieren. Zwar gelten deutsche Systeme (z. B. das Tsunami-Frühwarnsystem) als technologisch führend, sind jedoch, wie auch in diesem Fall, eher als Einzelstücke anzusehen. Es ist zwingend erforderlich den Markt mit deutschen Produkten und Dienstleistungen auch auf dem Gebiet der technologischen Zulieferkomponenten für die maritime Robotik zu erreichen. Letztlich kann oder muss dies in partnerschaftlicher Zusammenarbeit mit den in diesem Feld aktiven großen Unternehmen und Nationen geschehen. Bisher stellt sich für Deutschland die maritime Robotik eher als Nischenmarkt dar. Dies gilt auch dann, wenn manche Produkte ein internationales Spitzenniveau erreicht haben.

Fazit

Die submarine Robotik, speziell ROV's und AUV's, wird von wenigen international agierenden Hauptakteuren dominiert. Auch mit verbesserter Technologie wäre dieser Markt aus heutiger Sicht von deutschen Unternehmen langfristig nicht zu erreichen.

Anders verhält es sich mit Komponenten und Teilsystemen für die maritime Robotik. Hier könnte sich durchaus der Markt für deutsche Unternehmen vergrößern, wenn es gelänge, vorhandene Kompetenzen in attraktive Angebote zu bündeln. Dies scheint aus heutiger Sicht weniger ein technologisches Problem zu sein; vielmehr müssen geeignete wirtschaftsstrategische Maßnahmen gefunden werden.

5.3.3 Stärken-Schwächen-Analyse Unterwassertechnik / Seekabel

Im Folgenden wird eine Betrachtung der gegenwärtigen Stärken und Schwächen sowie der zukünftigen Chancen und Risiken der deutschen Unterwassertechnik vorgenommen, die auf schriftlichen und mündlichen Befragungen sowie Recherchen im Rahmen der Studie aufbaut.

Stärken

- **Zentrale Akteure mit starker Marktstellung im Bereich der Robotik und hohem Ansehen auf dem Weltmarkt vorhanden**

Die in Deutschland vorhandene Industrie des Anlagen- und Maschinenbaus, insbesondere die Industrierobotik, nimmt im internationalen Vergleich eine Spitzenposition ein.

- **Forschungslandschaft für viele Bereiche der Unterwassertechnik, insbesondere für die Robotik mit internationalem Renommee**

Die in Deutschland vorhandenen Forschungseinrichtungen sind prinzipiell auf die Anforderungen der Unterwassertechnologie und der Unterwasserrobotik vorbereitet. Viele Einrichtungen (z. B. das DFKI) beschäftigen sich heute bereits mit Fragen zukünftiger Unterwassersysteme.

- **Hohe Kompetenz in den Bereichen Energietechnik, Seekabel, IuK, Engineering Ingenieurwesen?, Anlagen und Maschinenbau**

Im Bereich der Seekabel nehmen Unternehmen in Deutschland bereits heute eine internationale Spitzenposition ein. Hier teilen sich ABB und Siemens den Markt. Die Technologieführerschaft von Siemens bei der erforderlichen Stromrichtertechnik und der dazu nötigen Halbleiterkomponenten ist unbestritten. Auch im Bereich der Wartung, Reparatur und Installation von Seekabeln nimmt Deutschland einen Spitzenplatz ein.

- **Überwiegend kleine und mittlere Unternehmen mit hoher Reaktionsfähigkeit hinsichtlich spezifischem Entwicklungsbedarf, schnelle Reaktion auf Kundenanforderungen**

Im Bereich der Unterwassertechnik bzw. der Lieferanten wesentlicher Komponenten dafür ist die Industrielandschaft überwiegend von kleinen und mittleren Unternehmen geprägt. Diese haben im Gegensatz zu ihren internationalen Konkurrenten aus der Großindustrie den Vorteil, schnell auf technologische Anforderungen aus der Unterwassertechnik reagieren zu können.

- **Gut ausgeprägte ingenieurwissenschaftliche Kompetenzen und Humankapital**

Die Ausbildung deutscher Fachkräfte in der Unterwassertechnik liegt auf sehr hohem internationalem Niveau.

- **Sehr großes Know-how beim Bau bemannter Unterseeboote mit teilweiser Technologieführerschaft**

Deutsche Unternehmen (Atlas Elektronik, HDW, Nordseewerft) sind bei der Entwicklung und dem Bau bemannter U-Boote in einer internationalen Spitzenposition. Die Übertragung dieses Know-how auf zukünftige Herausforderungen (z.B. AUV's zur Wartung, Kontrolle und Exploration Erforschung? submariner Anlagen und Areale) ist gegeben.

Schwächen

- **Finanzierungsengpässe bei neuen Entwicklungen, Finanzierungen unsicher, weiter geringe Bereitschaft der Banken zu großen Krediten**

Die konservative Vergabep Praxis von Krediten und anderen Finanzierungsmöglichkeiten durch die Banken, Venture-Capital-Gesellschaften, den Staat etc. hindert die meist kleinen und mittleren Unternehmen an der Weiterentwicklung eigener Technologien und erschwert dadurch den Marktzugang.

- **Verfügbarkeit der Fachkräfte geringer als der Bedarf**
Die Verfügbarkeit von Fachkräften ist nicht ausreichend. Die Durchführung wichtiger Entwicklungen kann durch die verzögerte Besetzung von Stellen daher nicht in der erforderlichen Geschwindigkeit erfolgen. Auch die erforderlichen Sprachkenntnisse zur Durchführung von Aufträgen mit internationalen Partnern sind oft nicht ausreichend.
- **Meist Einzelfertigung mit hohen Produktionskosten**
Durch die meist einzeln gefertigten Produkte entstehen hohe Produktionskosten. Durch die hohe Intensität und Belastung bei der Durchführung entsprechender Aufgaben bleibt wenig Raum um sich über den jeweiligen Auftrag hinaus mit dem Markt zu befassen. Eine Vervielfältigung der Produkte und des damit verbundenen besseren Return on Investment ist daher kaum möglich.
- **Hoher internationaler Konkurrenzdruck bei neuen Entwicklungen, die gute Marktchancen versprechen**
Entwicklungen, die gute Marktchancen versprechen, können aufgrund der geringen Marktmacht von deutschen Unternehmen in der Unterwassertechnik kaum akquiriert werden. Insbesondere Serviceleistungen wie z. B. die Betreuung vor Ort (auf See) oder die Bereitstellung von Applikationsingenieuren zur Optimierung des Kundenwunsches ist kaum möglich.
- **Systemführer sind in Deutschland nicht vorhanden**
Deutsche Unternehmen sind bislang im Wesentlichen als Lieferanten für Komponenten und Technologien für die Unterwassertechnik sichtbar.
- **Wichtige Technologien wurden noch nicht für die Unterwassertechnik qualifiziert**
Zur Umfelderkennung sind robuste Sensoren, Technologien und Verfahren erforderlich. Auch Greiftechniken müssen hierbei einbezogen werden. Diese Technologien müssen ihre Tiefseetauglichkeit unter Beweis stellen können. Die Übertragbarkeit der an Land verfügbaren Technologien auf die Bedingungen der Tiefsee stellt hier die größte Herausforderung dar.
- **Sicherung von erarbeitetem Know-how wird oft zugunsten von Aufträgen vernachlässigt, die Nachhaltigkeit des Know-hows ist dadurch gefährdet**
Entwicklungen, die gute Marktchancen versprechen, werden meist durch große internationale Unternehmen aufgegriffen. Für den Fall der Urheberschaft bei KMU ist die nachhaltige Sicherung eigener Intellectual Property (IP) schwierig und oft nicht möglich, da die Unternehmen auf das Geschäft angewiesen sind. Aufgrund des wirtschaftlichen Drucks müssen daher wichtige Entwicklungen oft unter Preis verkauft werden. Die Unternehmen agieren dann wie Ingenieurbüros. Die Sicherung eigenen Know-hows ist dann kaum noch möglich.

Chancen

- **„Buy German“ ist nicht angesagt**

Die Marktmechanismen werden wesentlich von der Verfügbarkeit geeigneter Technologien und dem zugehörigen Preis bestimmt. Auch wenn es deutsche Produkte geben sollte, sind deutsche Unternehmen vielfach darauf angewiesen, ausländische Produkte zu kaufen.
- **Technologische Mainplayer in Deutschland besser in FuE-Aktivitäten einbinden**

Mit der Einbeziehung von wichtigen Akteuren aus dem Zulieferbereich der Unterwassertechnik sowie einer stärkeren Unterstützung industrieller Entwicklungen durch die Wissenschaft und Forschung könnten trotz internationaler Konkurrenz wichtige Bereiche besetzt werden (z. B. Greifertechniken, Sensoren zur Umfelderkennung, Montagesysteme, Unterwasserkommunikation, druckneutrale Systeme u. a.).
- **Den Trend zu größeren Tiefen nutzen**

Deutschland hat bereits bewiesen, dass Systeme die mittels drahtloser Kommunikation schwer oder nicht erreicht werden können, trotzdem zuverlässig und völlig autonom arbeiten können (Raumfahrt, Marsmission). Systeme in der Tiefsee stellen ähnliche und zum Teil höhere Anforderungen. Auf der Basis verfügbaren Know-hows und aufgrund des noch offenen Marktes hat die Schaffung neuer AUVs zur Kontrolle von Einrichtungen (Seekabel, Pipelines, submarinen Anlagen, etc.) und die Exploration unbekannter Umgebungen gute Erfolgchancen, sofern hierzu entsprechende nationale Kooperationen, bestehend aus Unternehmen und Einrichtungen, gebildet werden.
- **Polarregionen als Chance**

Da in der nächsten Dekade die Nutzung submariner Rohstoffe (vorwiegend Öl und Gas) in der nördlichen Polarregion zu erwarten ist, entsteht auch hier ein Bedarf an geeigneten submarinen Technologien, die sowohl die erforderlichen Randbedingungen des Umweltschutzes erfüllen, als auch den nötigen Grad an Autonomie für das Agieren unter der Eisdecke erreichen. Auch hier könnten sich neue AUVs für eine Reihe von Aufgaben gegenüber konventionellen ROVs als vorteilhaft erweisen.
- **Export von Hightech-Produkten und Dienstleistungen**

Ein Erfolg der o. g. Technologien (z. B. Greifertechniken, Montagesysteme, Unterwasserkommunikation u. a.) könnte zu einem vermehrten technologisch orientierten Export von Hightech-Produkten und Dienstleistungen führen. Hierfür ist es notwendig eigene Marken zu entwickeln.

- **Kooperationen auf Projektbasis zusammen mit den internationalen Mainplayern**

Wichtige internationale Projekte können besser in einer kooperativen als in einer abhängigen Zusammenarbeit umgesetzt werden. Hier können projektbezogene Kooperationen zusammen mit den internationalen Mainplayern deutschen Unternehmen die Chance zu einer partnerschaftlich ausgerichteten Geschäftsbeziehung auf Projektbasis verschaffen.

- **Den Anteil der Wertschöpfung und Systemkompetenz nachhaltig erhöhen**

Gelingt diese Kooperation mit internationalen Mainplayern auf Projektbasis gibt es auch eine Chance zur Verbesserung der Systemkompetenzen deutscher Unternehmen und der Wertschöpfung.

Risiken

- **Fachkräftemangel bei Ingenieuren, Projektentwicklern, gewerblichen Fachkräften kann nicht ausgeglichen werden, Kosten für Neuentwicklungen sind sehr stark von der Kompetenz der Fachkräfte abhängig**

Dieses internationale Problem macht sich besonders im Tiefwasserbereich bemerkbar. Hier fehlen Spezialisten, die sich mit den schwierigen Gegebenheiten der Tiefsee und den damit einhergehenden Herausforderungen auskennen und somit das Gefahrenpotenzial deutlich verringern. Es genügt nicht, eine funktionsfähige Entwicklung von Onshore auf submarine Anwendungen in der Tiefsee zu übertragen.

- **Technische Machbarkeit ist von vielen Randbedingungen abhängig und muss zur Darstellung der Marktfähigkeit in einem „Proof of Concept“ dargestellt werden**

Insbesondere bei eigenen Entwicklungen ist der „Proof of Concept“ Voraussetzung für einen Markterfolg. Vielfach wird dieser Nachweis erst in Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber und weiteren Akteuren erreicht. Oft können betreffende Unternehmen auf diese Weise ihre IP nicht mehr ausreichend schützen - die sog. Inertialkosten sind zu hoch um wirtschaftlich erfolgreich agieren zu können.

- **Der Einsatz von submarinen Systemen z. B. zum Abbau von Rohstoffen unterliegt u. U. Regulierungen zu Umweltfragen und anderen ordnungspolitischen Rahmenbedingungen**

Neu entstehende Rahmenbedingungen können u. U. von den Unternehmen nicht in geeigneter Weise und auch nicht rechtzeitig in eigene Entwicklungen einbezogen werden. Das Antizipieren und Reagieren auf neue oder sich ändernde Rahmenbedingungen ist eher eine Fähigkeit von großen und international agierenden Unternehmen.

- **Entwicklungssprünge in Ländern mit hohen staatlichen Subventionen, Subventionswettbewerb zwischen (europäischen) Regionen insbesondere bei der Entwicklung und dem Bau von ROVs, AUVs, Maschinen und Anlagen für den submarinen Einsatz**

Im Falle einer protektionistischen Förderung von im weiteren Verlauf möglichen wirtschaftlichen Entwicklungen der Unterwassertechnik könnten insbesondere in Frankreich, England und anderen europäischen Staaten bisherige Vorteile ausgebaut werden, ohne dass in Deutschland ein signifikanter Effekt erzielt werden kann. Daher ist ein koordiniertes Vorgehen in der Subventionspolitik notwendig. Stärken ausbauen und Chancen realisieren.

Fazit SWOT Unterwassertechnik / Seekabel

Die Industrielandschaft der Unterwassertechnik ist von überwiegend kleinen und mittleren Unternehmen geprägt, die sich durch eine hohe technische Kompetenz und zudem durch eine hohe Reaktionsfähigkeit auf Anforderungen des Weltmarktes auszeichnen. Dem gegenüber steht ein hoher Bedarf an Fachkräften, die sich auch auf dem internationalen Parkett weitgehend frei bewegen können. Problematisch ist die bislang wenig ausgeprägte oder teilweise fehlende Fähigkeit zur überregionalen Kooperation um international ein breiteres Angebot platzieren zu können. Die Szene ist im Wesentlichen von technischen- oder von Ingenieurdienstleistungen geprägt. Um eine bessere Sichtbarkeit zu gewährleisten, müssen jedoch auch innovative Produkte den Markt erreichen. Hier sind unter anderem Systeme erforderlich, die in Eis- und Polarregionen, aber auch in der Tiefsee agieren können. Gerade auf diesem Gebieten muss die Sichtbarkeit der in Deutschland vorhandenen Akteure verbessert werden. Dazu sind mehr qualifizierte Fachkräfte, eine bessere Ausstattung mit Eigenkapital, eine intensivere Zusammenarbeit der Akteure aus Industrie und Forschung und die intensive Einbeziehung der bisher im Wesentlichen in marinen Anwendungen (U-Boote, Marine, etc.) tätigen Großindustrie erforderlich. Hierzu könnten international sichtbare und anwendungsorientierte Projekte beitragen, die sich an realen Szenarien orientieren und daher eine bestimmte Größe haben müssen, um erfolgreich d. h. nachhaltig zu sein.

Ableitung der Aktionsbereiche

Durch eine systematische Strukturierung der vorangegangenen Ergebnisse aus der Stärken-Schwächen-Analyse der Unterwassertechnik/Seekabel können verschiedene Aktionsbereiche abgeleitet werden (vgl. Tabelle 15). Die Aktionsbereiche kennzeichnen die Bereiche, in denen die Empfehlungen zur Stärkung der Position der deutschen Unterwassertechnik/Seekabel im internationalen Wettbewerb definiert werden (vgl. Kapitel 12).

Stärken	Schwächen	Chancen	Risiken	Aktionsbereich
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Überwiegend kleine und mittlere Unternehmen mit hoher Reaktionsfähigkeit hinsichtlich spezifischem Entwicklungsbedarf, schnelle Reaktion auf Kundenanforderungen ▪ Zentrale Akteure mit starker Marktstellung im Bereich der Robotik und hohem Ansehen auf dem Weltmarkt vorhanden 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Systemführer sind in Deutschland nicht vorhanden ▪ Hoher internationaler Konkurrenzdruck bei neuen Entwicklungen, die gute Marktchancen versprechen. ▪ Buy German ist nicht angesagt 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Polarregionen als Chance ▪ Export von High-tech-Produkten und Dienstleistungen ▪ Technologische Mainplayer in Deutschland besser in FuE-Aktivitäten einbinden, Kooperationen auf Projektbasis zusammen mit den internationalen Mainplayern 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entwicklungssprünge in Ländern mit hohen staatlichen Subventionen, Subventionswettbewerb zwischen (europäischen) Regionen insbesondere bei der Entwicklung und dem Bau von ROVs, AUVs, Maschinen und Anlagen für den submarinen Einsatz 	<p style="text-align: center;">▶ Märkte und Strukturen</p>
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Den Anteil der Wertschöpfung und Systemkompetenz nachhaltig erhöhen 		<p style="text-align: center;">▶ Image und Öffentlichkeit</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hohe Kompetenz in den Bereichen Energietechnik, Seekabel, LuK, Engineering Anlagen und Maschinenbau. Sehr großes Know-how beim Bau bemannter Unterseeboote mit teilweiser Technologieführerschaft ▪ Forschungslandschaft für viele Bereiche der Unterwassertechnik, insbesondere für die Robotik mit internationalem Renommee 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wichtige Technologien wurden noch nicht für die Unterwassertechnik qualifiziert 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Den Trend zu größeren Tiefen nutzen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Technische Machbarkeit ist von vielen Randbedingungen abhängig und muss zur Darstellung der Marktfähigkeit in einem „Proof of Concept“ dargestellt werden 	<p style="text-align: center;">▶ Forschung und Technologie</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gut ausgeprägte ingenieurwissenschaftliche Kompetenzen und Humankapital 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verfügbarkeit der Fachkräfte geringer als der Bedarf 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fachkräftemangel bei Ingenieuren, Projektentwicklern, gewerblichen Fachkräften kann nicht ausgeglichen werden, Kosten für Neuentwicklungen sind sehr stark von der Kompetenz der Fachkräfte abhängig 	<p style="text-align: center;">▶ Qualifizierung</p>

Stärken	Schwächen	Chancen	Risiken	Aktionsbereich
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Finanzierungsengpässe bei neuen Entwicklungen, Finanzierungen unsicher, weiter geringe Bereitschaft der Banken zu großen Krediten. ▪ Meist Einzelfertigung mit hohen Produktionskosten ▪ Sicherung von erarbeitetem Know-how wird oft zugunsten von Aufträgen vernachlässigt, die Nachhaltigkeit des Know-hows ist dadurch gefährdet 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Der Einsatz von submarinen Systemen z. B. zum Abbau von Rohstoffen unterliegt u. U. Regulierungen zu Umweltfragen und anderen ordnungspolitischen Rahmenbedingungen 	<p style="text-align: center;">▶ Finanzierung und rechtliche Rahmenbedingungen</p>

Tabelle 15: Ableitung der Aktionsbereiche aus der Stärken-Schwächen-Analyse Unterwassertechnik /Seekabel

Quelle: Eigene Darstellung

5.4 Maritime Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik

Definition - Der Sicherheitsbegriff

Als Sicherheit bezeichnet man eine Sachlage, bei der das Risiko nicht größer als ein identifiziertes Grenzkrisiko ist. Subjektiv ist Sicherheit das sich immer wieder bestätigende Gefühl, von bestimmten negativen Ereignissen nicht getroffen zu werden. Im Deutschen werden unter dem Begriff „Sicherheit“ die beiden im angloamerikanischen Sprachgebrauch differenzierten Teilbereiche „Safety“ im Sinne von „Betriebssicherheit“ und „Security“ im Sinne von „Angriffssicherheit“ gemeinsam beschrieben. Produkte und Dienstleistungen für Sicherheitsanwendungen sind allerdings vielfach nicht trennscharf dem Bereich Safety oder dem Bereich Security zurechenbar, sondern besitzen Eigenschaften, die sowohl die Betriebssicherheit als auch die Angriffssicherheit erhöhen.

Safety bezieht sich letztlich auf die Zuverlässigkeit eines Systems, speziell in Bezug auf dessen Ablauf- und Ausfallsicherheit („technische Sicherheit“). Security bezeichnet dagegen den Schutz eines Systems vor beabsichtigten Angriffen („innere Sicherheit“). Betrachtet man die Abgrenzung aus dem Blickwinkel der mathematischen Spieltheorie, so wird Safety als Spiel gegen den Zufall beschrieben, während Security von einem planmäßig handelnden Opponenten ausgeht.

Maritime Verkehrsleit- und Überwachungstechnik als Querschnittsaspekt

Die Organisation und Abwicklung maritimer Prozesse sowie die Verringerung von Sicherheitsrisiken und die Einhaltung von Sicherheitsstandards erfordern den Einsatz komplexer technischer Systeme.

Das Spektrum der maritimen Verkehrsleit- und Überwachungstechnik umfasst die Verkehrssicherheit auf offener See, auf Seewasserstraßen sowie in Hafenanlagen (ohne die dafür erforderliche Schiffsausstattung) aber auch auf Offshore-Plattformen jeder Art. In der Studie wird dieser Teil als Meerestechnik im engeren Sinne betrachtet.

Im weiteren Sinne gehören zur maritimen Verkehrsleit- und Überwachungstechnik auch die Sicherheit auf den Schiffen in Bezug auf Ladungssicherung, Schutz der Passagiere und Besatzung wie auch die Gewährleistung risikoarmer Arbeitsabläufe. Diesem Anwendungsfeld ist auch die Abwehr von Piraterie, Sabotage und terroristischen Angriffen zuzuordnen. Dieser Teil wird im Rahmen der Studie nicht unter Meerestechnik im engeren Sinne sondern unter „meerestechniknahe Technologie bzw. Unternehmen“ subsumiert.

Produkte, Komponenten, Ausrüstungstechnisches Equipment und zugehörige Dienstleistungen in diesem Anwendungsfeld sind:

- Technische Verkehrsleit- und Überwachungssysteme (VTS = Vessel Traffic Service, VTMISS = Vessel Traffic Management and Information Service),
- Radarketten, insbesondere Identifizierungssysteme zur Bahnverfolgung (tracking) und Kollisionsvermeidung (AIS = Automatic Identification Systems),
- Unfallmanagementsysteme,
- Leuchttürme, Leuchtfeuer und Bojen,
- Sensoren und deren Vernetzung sowie
- Informations-, Telekommunikations- und Navigationslösungen.

Die Ausrüstung von Schiffen mit sicherheitsrelevanten Komponenten wie Schiffsdatenschreibern oder integrierten Brückensystemen mit elektronischer Seekarte wird nicht betrachtet.

Die Aktivitäten im Bereich sicherheitsrelevanter Dienstleistungen befassen sich des Weiteren u. a. mit der bedarfsgerechten Weiterentwicklung maritimer Vorschriften und Verordnungen, HAZOP-Studien (= Hazard and Operability) für Offshorewindparks und PSSA-Untersuchungen (= Port / Ship Security Assessment) für die terroristische Gefahrenabwehr.

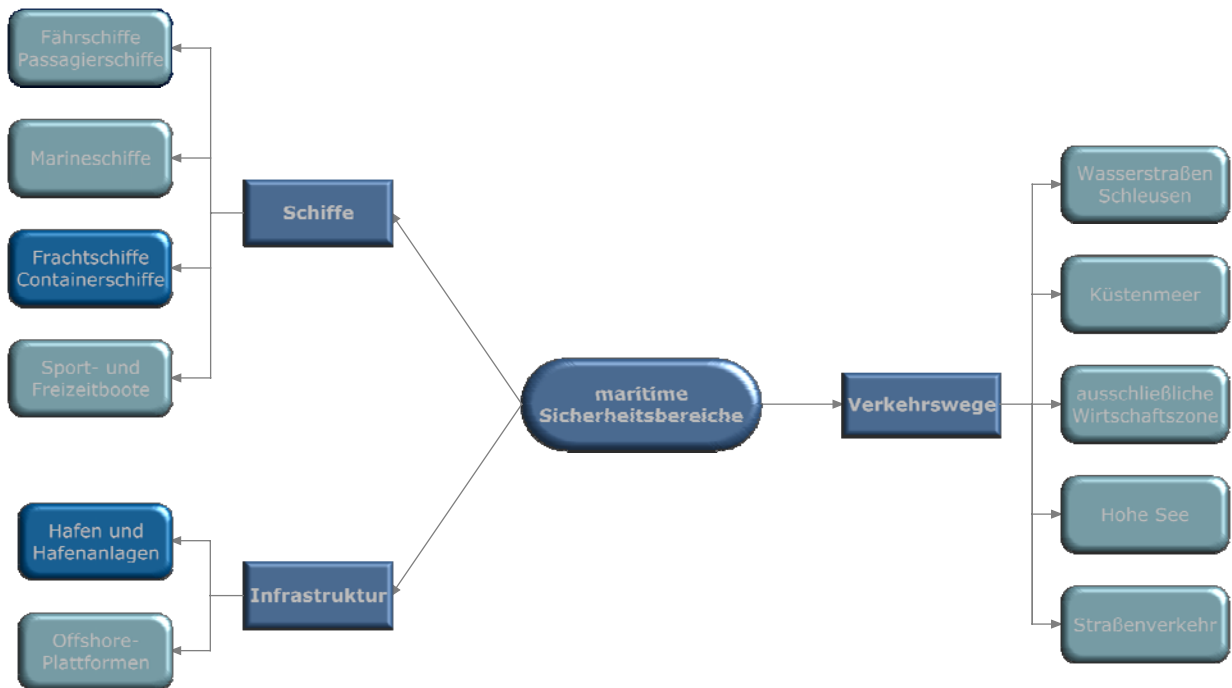


Abbildung 55: Maritime Sicherheitsbereiche

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an dsn/MC 2007

5.4.1 Setting the Scene

Endkunden - hoheitlich und gewerblich

Die Endkunden für die maritime Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik teilen sich in öffentliche und gewerbliche Kunden.

Es gibt ein breites Portfolio hoheitlicher Sicherheitsaufgaben im maritimen Bereich. Dazu zählen beispielsweise (Reihenfolge ohne Wertung):

- die Überwachung der Schifffahrtswege auf Einhaltung der „Verkehrsregeln“,
- der Zoll und die Abwehr von Schmuggel,
- der Grenzschutz und Schutz vor illegaler Immigration,
- die Terrorismusabwehr,
- die Rettung Schiffbrüchiger oder auch
- der Küstenumweltschutz.

**Maritime Sicherheit
in der 200sm-
Wirtschaftszone**

Diese Aufgaben werden durch alle Küstenanrainerstaaten weltweit in unterschiedlichem Umfang wahrgenommen. Sehr verbreitet dafür sind die unter der Bezeichnung „Küstenwache“ oder „Coast Guard“ gefassten Lösungen. Die amerikanische, niederländische oder schwedische „Coast Guards“ unterscheiden sich allerdings auch in Bezug auf ihre Aufgabenstellungen ganz erheblich voneinander. Gemeinsam ist all diesen Organisationen allerdings, dass sie zwei unterschiedliche Aufgabenbereiche zu erfüllen haben, die im Allgemeinen mit Safety und Security beschrieben werden (vgl. Deutscher Marinebund 2010).

Der zweite, größere Bereich sind gewerbliche Endkunden, die entsprechende Ausstattungen für ihre Schiffe oder meerestechnischen Anlagen erwerben (müssen). Die erforderlichen Ausstattungen für Schiffe und meerestechnische Anlagen unterscheiden sich nur in Teilaspekten und bieten ein großes Synergiepotenzial im Sinne einer Konvergenz.

Die am Markt verfügbaren landgestützten Sicherheits- und Überwachungssysteme decken nach heutigem Stand der Technik primär die 30sm-Zone vor der Küste gut ab. Die Überwachung der 200sm-Zone ist bis jetzt nur mit hohem Aufwand (durch Flugzeuge) bzw. stark zeitversetzt (Satelliten) möglich. Der Bedarf für Sicherheitslösungen für diesen äußeren Bereich wächst aber stark.

Neu aufkommende Risiken und Herausforderungen sind dabei nur teilweise originär der Meerestechnik zuzuordnen, gleichwohl aber im Sinne der Durchgängigkeit zu berücksichtigen:

- Immer mehr Offshore-Plattformen (Öl, Gas, Wind) und damit zusammenhängende Strukturen wie Verdichter- oder HGÜ-Transformatorstationen werden außerhalb der 30sm-Zone errichtet.
- Der Schiffsverkehr auf Hauptrouten (Maritime Highways) wächst und sollte stärker überwacht werden (Safety).
- Die illegale Fischerei nimmt zu und umfasst heute 30 % des Gesamtfangs.

Mit der zunehmenden Nutzung der 200sm-Wirtschaftszone einher gehen Fragen nach dem rechtlichen Rahmen beim Einsatz maritimer Technologien in diesem Bereich. So ist die Verantwortung für die Sicherheit von Offshorewindkraftanlagen – i. d. R. als Gruppe von Einzelanlagen als Windkraftparks – noch wenig geregelt. Der Handlungsbedarf erstreckt sich hier von der Festlegung von Regeln für den Schiffsverkehr im Umfeld der Parks über Safety-Vorschriften bis hin zum Schutz vor unbefugtem Betreten.

Eine weitere Herausforderung stellt die Entwicklung von erweiterten Rettungskonzepten für die 200sm-Zone dar.

**Maritime Technologien
bedürfen angepasster
Sicherheitsmodelle**

Während bei Schiffen eine relativ eindeutige, historisch gewachsene Rechtslage (basierend auf internationalem Seerecht und hoheitlichem Recht) herrscht, ist bei Plattformen die Situation komplexer. Deutlich wird das beim Arbeitsschutz (Safety): Solange sich ein Monteur auf einem Schiff befindet, gelten für ihn die Sicherheitsregeln des Schiffsverkehrs; betritt er eine Windkraftanlage oder eine Ölplattform, greifen die Vorschriften der BG Energie bzw. BG Chemie.

Auch das Haftungsrecht und die Verantwortung für die Sicherheit von Offshore-Plattformen sind noch nicht vollständig ausgestaltet. Aktuelle Tendenzen weisen den Betreibern eine wesentliche Verantwortung zu; dieses dürfte letztlich zu einer Art „Offshore-Wachschutz“ führen und damit auch Sicherheitsdienstleistern neue Betätigungsfelder eröffnen.

Bewertung typischer Sicherheitsrisiken für die verschiedenen Bereiche der Meerestechnik

Nachfolgend wird die Bedeutung typischer Sicherheitsrisiken für verschiedene Bereiche der Meerestechnik betrachtet. Im Gegensatz zur Marktbetrachtung werden hierbei auch Einsatzbereiche berücksichtigt, die im Rahmen der Studiendefinition ausgeklammert worden sind (z. B. Seetransport von Personen und Gütern).

Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Bewertung der Sicherheitsrisiken aus Sicht der wichtigsten meerestechnischen Anwendungsfelder. Die Offshore-Gewinnung von Öl und Gas unterliegt besonders hohen Sicherheitsrisiken. Deshalb wurden hier auch schon vielfältige Vorschriften erlassen. Da dieses Feld bereits eine gewisse Entwicklung genommen hat, können gewonnene Erfahrungen für neu aufkommende Anwendungsszenarien der Meerestechnik wie die Offshorewindparks ausgewertet und als „Good-practice“-Vorbild genutzt werden.

	Extremwetter	Umweltschäden	Technisches Versagen	Kollision mit Fahrzeugen Dritter	Kollision bei Montage/Wartung	Terrorismus
Offshore-Wind	☹	0	0	0	☹☹	☺
Offshore Öl und Gas	☹	☹☹	☹	☹	☹☹	☹☹
Meeresenergie	0	☺	☺	☺...☹	☺☺	☺
Unterwassertechnik/Seekabel	☺☺	☺	0	☺...☹	☹	☹
Eis- und Polartechnik	☹	☹	☺	☺	☹	☺☺
Küsteningenieurwesen/Maritimer Wasserbau	☹	☹	☺	☺	☹	0
Maritime Mess- und Umwelttechnik	0	☺☺	☹	0	0	☺
Aqua-/Marikultur	☹	☹☹	0	☺...☹	0	☺☺
Offshore-Rohstoffgewinnung (untermeerisch)	0	0	☹☹	☺	☹	☺☺

Tabelle 16: Bewertung der Sicherheitsrisiken in wichtigen meerestechnischen Anwendungsfeldern (☺☺ - sehr geringes Risiko bis ☹☹ - sehr hohes Risiko)
Quelle: Eigene Darstellung

Einsatzbereich Offshore-Öl und -Gas

Offshore-Öl und -Gas ist der Bereich der Meerestechnik mit den höchsten Sicherheitsrisiken. Diese reichen vom technischen Versagen mit katastrophalen Umweltschäden – der aktuelle Fall der BP-Bohrinsel zeigt das in aller Deutlichkeit – bis hin zum terroristischen Missbrauch von Tankschiffen als fahrende Bombe.

Offshore-Öl- und Gasförderung ist keine neue Technologie. Zunehmend dringt man aber in größere Wassertiefen vor, bei denen Anforderungen an die Plattformtechnologie und die Sicherheitsaspekte wachsen. Die Förderfirmen bauen immer größere Anlagen, doch auch die Risiken steigen. Spezielle Sicherheitssysteme hätten möglicherweise die Auswirkungen der Katastrophe auf der Plattform "Deepwater Horizon" am 20.04.2010 verringern können.

Mit in die Betrachtung des Sicherheitsmarktes einzubeziehen ist der stark wachsende Markt der Erdgasverflüssigung (liquid natural gas – LNG) und die sich anschließende Transportkette. Ein Beispiel hierfür ist das Gorgon-Projekt in Australien. Hier bestehen besondere Sicherheitsrisiken bei der Verflüssigung, die auf speziellen Plattformen offshore erfolgt und beim Transport. Dieser Markt spielt vor allem in Asien eine wichtige Rolle; in Europa wird das Pipelinenetz auch zukünftig primärer Transportweg bleiben.

Bohrinseln und andere Plattformen der Offshore-Öl- und Gasförderung sind fest installierte Objekte, die meist in Gruppen angeordnet sind. Sie sind problemlos zu orten und auch in entsprechenden Dokumenten kartographiert. Die größten Risiken bestehen hier in der Kollision mit Überwasserfahrzeugen, technischem oder witterungsbedingtem Versagen sowie gezielten Angriffen.

Bei der Kollision mit Überwasserfahrzeugen ist zu unterscheiden zwischen Vorfällen mit der „normalen“ Schiff- und Luftfahrt (Navigationsfehlern im weitesten Sinne) und Kollisionen mit Fahrzeugen, die der Errichtung, Wartungsarbeiten oder ähnlichen Aufgaben dienen.

Zur Vermeidung von Navigationsfehlern an Plattformen sind diese – vergleichbar mit anderen natürlichen oder künstlichen Hindernissen – in entsprechenden Unterlagen zu erfassen (z. B. Navigationsunterlagen) und mit Warn- und Hinweiseinrichtungen auszustatten (Investitionen in die technische Sicherheit). Diese Ausstattung kann durchaus in Abhängigkeit nationaler Gesetzgebungen variieren. Hier erscheint eine Standardisierung wünschenswert.

Eine wesentlich größere Herausforderung stellen die Risiken von Kollisionen im normalen Betrieb bei Errichtungs- oder Wartungsarbeiten dar. Öl- und Gasplattformen werden meist nicht an Ort und Stelle errichtet, sondern vorgefertigt an den endgültigen Standort geschleppt und können auch später wieder umgesetzt werden. Diese Schleppvorgänge und auch die Verankerung stellen hohe technologische Anforderungen und haben hohe Sicherheitsrisiken; die Baugruppen sind meist deutlich schwerer als im Bereich Offshore-Wind. Dazu kommen die permanenten Risiken durch Feuer- und Explosionsgefahr.

**Einsatzbereich
Offshorewindenergie**

Offshore-Öl- und Gasförderanlagen stellen ein attraktives Ziel für kriminelle Angriffe (Erpressung, Terrorismus) dar, da die mediale Sichtbarkeit gesichert ist und die Folgeschäden sehr hoch liegen können. Dieses macht eine entsprechende präventive Absicherung unabdingbar.

Auf Offshorewindkraftanlagen treffen die meisten Sicherheitsaspekte zu, die auch für die Offshore-Öl- und Gasindustrie gültig sind.

Da es sich häufig um Gebiete mit vielen Einzelanlagen handelt, erscheint hier eine entsprechende geschlossene Behandlung solcher Windkraftparks (einschließlich Transformatorstationen) sinnvoll. So kann beispielsweise das Verbot des Befahrens solcher Parks mit Wasserfahrzeugen ab einer gewissen Größenklasse ausgesprochen werden. Dieses kann im Interesse der Sicherheit auch die Risiken von Folgeschäden eines technischen Versagens¹⁹ mindern.

Eine besondere Herausforderung stellen die Risiken von Kollisionen im Rahmen von Errichtungs- oder Wartungsarbeiten dar, da hier in unmittelbarer Umgebung der Anlagen – auch im Vergleich mit Öl- und Gasplattformen – komplexe Manöver (einschließlich des Einsatzes von Kränen etc.) erforderlich sind. Gerade bei Wartungs- und Reparaturarbeiten ist dabei eine Beschränkung auf ideale Witterungsverhältnisse unrealistisch. Hier entsteht ein völlig neuer Markt für Lösungen.

Die Gefährdung einzelner Windkraftanlagen oder Parks durch kriminelle Angriffe (Terrorismus) ist sicherlich gegeben. Es ist aber insgesamt einzuschätzen, dass die terroristischen Risiken eher gering sind; die mediale Wirksamkeit wäre begrenzt, die Folgen auf die Versorgungssicherheit zumindest bei vorhandenen Reservekapazitäten kaum spürbar – hier sind die Übertragungsleitungen zwischen den Offshore-Windkraftparks und dem Festland deutlich „attraktivere“ Ziele. Die Risiken durch Schäden infolge Witterung, technischen Versagens oder Kollisionen im Rahmen von Arbeiten an der Windkraftanlage werden als signifikant höher eingeschätzt.

**Einsatzbereich
Unterwassertechnik /
Seekabel**

Der Bereich Unterwassertechnik / Seekabel umfasst im Wesentlichen die Infrastruktur zur Vernetzung von Offshore-Anlagen untereinander, mit Transformatorstationen und dem Festland. Hier gelten die Feststellungen aus den entsprechenden Einsatzbereichen analog. Es wird daher auf die beiden vorherigen Abschnitte verwiesen.

Gegenüber den über der Wasseroberfläche liegenden Offshore-Anlagen ist die Erreichbarkeit deutlich erschwert, was die Risiken krimineller Angriffe verringert.

**Einsatzbereiche
Meeresforschungstechnik
sowie Eis- und Polartechnik**

Vor dem Hintergrund der begrenzten Anteile der Einsatzbereiche Meeresforschungstechnik sowie Eis- und Polartechnik bezogen auf den gesamten Meerestechnik-Markt und der ähnlichen Risikostruktur werden diese beiden Einsatzbereiche gemeinsam betrachtet.

¹⁹ Es sind in der Vergangenheit mehrere Fälle aufgetreten, in denen größere Teile von Windkraftanlagen abgestürzt oder ganze Anlagen umgestürzt sind. Vor dem Hintergrund möglicher Wetterextreme, nicht nur in den deutschen Küstengewässern, sondern auch Exportzielregionen mit hohen Sturmrisiken, sollten solche Fälle keinesfalls ausgeschlossen werden.

**Einsatzbereich Küsten-
ingenieurwesen und
maritimer Wasserbau**

Zu verzeichnen sind hier vor allem Safety-Risiken, da Geräte und Ausrüstung häufig unter extremen Bedingungen betrieben werden, und Umweltrisiken infolge Agierens in sehr sensiblen Ökosystemen.

Die Arbeiten im Küsteningenieurwesen und Wasserbau betreffen in der Regel Objekte, die dem Schutz des Festlandes (Deiche, Sperrwerke) dienen oder dem Ausbau von Schifffahrtsrouten.

Die größten Risiken bestehen hier in der Kollision mit Überwasserfahrzeugen, technischem Versagen unter extremen Witterungsbedingungen sowie gezielten Angriffen.

Da solche Baustellen häufig den Ort wechseln, sind sie ggf. nicht in entsprechenden Dokumenten kartographiert. Zur Vermeidung von Navigationsfehlern sind entsprechende Dokumente zu pflegen – Online-Kartensysteme und integrierte Echtzeit-Navigationsunterstützungssysteme bieten Ansätze zur Vermeidung von Unfällen. Die Ausstattung mit Warn- und Hinweisinrichtungen ist selbstverständlich (Investitionen in die technische Sicherheit).

Die Gefährdung von Wasserbauten durch kriminelle Angriffe (Terrorismus) ist dann gegeben, wenn sie großes mediales Aufsehen oder hohe Folgeschäden zu versprechen scheinen. Die Risiken durch Schäden infolge von Witterung oder Kollisionen sind insgesamt höher einzustufen.

**Einsatzbereich
Fischereitechnik**

Die Fischerei selbst ist kein Gegenstand der Studie. Aus der Sicht der integrativen Betrachtung des Sicherheitsthemas stellt die Überwachung der Fischerei aber einen wichtigen Teilmarkt für den Einsatz maritimer Sicherheitstechnik dar. Vorsichtig geschätzt sind weltweit etwa 30 % des Fischfangs nicht rechtlich abgesichert bzw. illegal. Das ist umso kritischer zu bewerten, da die Nahrungsressource Fisch begrenzt ist und Überfischung ein erhebliches Risiko für die nachhaltige Versorgung der Menschheit ist.

Als Märkte sind vor allem die Staaten mit großen Fischfanggründen wie Kanada zu nennen, aber auch die Entwicklungs- und Schwellenländer mit großem Fischfangpotenzial, die gegenwärtig noch nicht in der Lage sind, Raubfischerei nachhaltig zu überwachen und zu bekämpfen.

Technologisch und methodisch handelt es sich hier vor allem um die Erfassung und Verfolgung von unautorisierten oder untypischen Schiffsbewegungen in der gesamten Wirtschaftszone des jeweiligen Küstenstaates.

**Stand der Technik:
Vessel Traffic Service**

Die Verkehrssicherheit in Küstengewässern und Häfen ist eine hoheitliche Aufgabe; die offene See unterliegt ausschließlich internationalem Recht. Die klassische Seefahrt hat dazu über Jahrzehnte ein ausgeklügeltes Regelwerk und differenzierte technologische Lösungen für die Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik entwickelt.

Diese Kompetenzen bilden eine wesentliche technologische und wirtschaftliche Grundlage für die zukünftige Entwicklung übergreifender Vessel Traffic Services – VTS (z. B. für Offshore-Applikationen). Beispielsweise ist eine Offshore-Plattform aus der Safety-Betrachtung heraus ein feststehendes gefährliches Hindernis.

**Exkurs:
Verkehrsleit- und
Sicherheitstechnik
im maritimen Trans-
portwesen**

Die Betreiberseite zukünftiger VTS einschließlich damit verbundener Leistungen (von der einfachen Boje bis zu Galileo-Diensten) ist ein Kernelement der maritimen Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik. Die Ausstattung der Schiffe wird in der vorliegenden Studie nicht betrachtet.

Über 90 % des gesamten Welthandels, fast 95 % des Außen- und über 40 % des Binnenhandels der EU sowie nahezu 70 % des deutschen Im- und Exports werden ausschließlich über See abgewickelt (vgl. dsn/MC, 2007). Das weltweite Transportvolumen wird u. a. aufgrund des zu erwartenden Anstiegs der Pro-Kopf-Einkommen asiatischer Schwellenländer deutlich wachsen: Der World Business Council for Sustainable Development erwartet weltweit bis zum Jahr 2030 ein durchschnittliches jährliches Wachstum der Gütertransportleistungen gemessen in Tonnenkilometern von 2,5 % (vgl. Berenberg Bank, HWWI, 2006).

„Wenn der Suezkanal oder die Straße von Malakka (...) durch einen terroristischen Akt unpassierbar würden, wäre fast jedes europäische, am Welthandel beteiligte Unternehmen betroffen“. [... Daher] „wird Sicherheit nicht mehr nur in den Lagezentren der Militärs oder der Politik diskutiert, sondern auch in den Vorstandsetagen internationaler Unternehmen.“

(Fregattenkapitän der Reserve Ludolf Baron von Löwenstern).

Der Vermeidung von Havarien, Verkehrsgefährdungen und Unfällen kommt bereits seit vielen Jahren ökologisch wie ökonomisch eine hohe Bedeutung zu. In den großen Handelshäfen ist die Gewährleistung der Sicherheit von Anlagen, von sicheren und effizienten Abläufen und die Überwachung der Integrität von Waren (i. d. R. auf der Ebene von Containern) ein wichtiger Standort- und Wettbewerbsvorteil (Maritime Safety). Triebfeder für die Entwicklung von Sicherheitskonzepten und -systemen sowie den zugehörigen Technologien sind internationale Regularien für die Sicherheit oder auch das Automatische Schiffsidentifizierungssystem (AIS). Angesichts der ökonomischen Relevanz des maritim-basierten Welthandels erhalten Sicherheit, Robustheit gegenüber Störungen und die Sicherstellung von reibungsfreien, effizienten Prozessen eine enorme Bedeutung für den maritimen Sektor weltweit.

Etwa seit dem Jahr 2000 hat die nachhaltige Implementierung von Security in Häfen und im Seetransport eine immer wichtigere Rolle übernommen. Beispielhaft ist hier die flächendeckende Einführung des „International Ship and Port Facility Security Code“ (ISPS) (vgl. IMO, 2002) und weiterer Regelwerke zu nennen, die zur Bildung entsprechender legislativer Märkte führten. Die ISPS- und EU-Regelungen bilden den rechtlichen Schwerpunkt zur Erhöhung der Sicherheit im Hafenbereich und damit nicht zuletzt einen wichtigen markttreibenden Faktor.

**Verkehrssicherheit in
Küstengewässern als
Markt**

Bereits heute sind Verkehrsleitsysteme für die Schifffahrt (VTS) ein wichtiger Markt. Sie nutzen meist küstengestützte Sensorsysteme und können damit einen etwa 20-30sm breiten Küstenbereich erfassen. Der geschätzte Weltmarktumfang liegt gegenwärtig unter Berücksichtigung der Abgrenzungsprobleme bei etwas mehr als 200 Mio. Euro. Nach ersten vorsichtigen Schätzungen werden VTS-Systeme für plattformbasierte maritime Wirtschaftszweige (Öl/Gas, Wind) bis 2020 auf etwa 20 % des gesamten VTS-Marktes anwachsen.

Dynamische Entwicklung der maritimen Sicherheitstechnik – IMO-Vorschriften als Markttreiber

Angesichts der zunehmenden Relevanz sicherheitstechnischer Anwendungen im internationalen Seeverkehr entwickelt sich die maritime Sicherheitstechnik sehr dynamisch. Das hohe Nachfragepotenzial nach sicherheitstechnischen Systemen und Dienstleistungen basiert besonders auf internationalen Regelwerken wie den Sicherheitsvorschriften der IMO (International Maritime Organisation), den Erweiterungen des SOLAS-Abkommen (International Convention for the Safety of Life at Sea) sowie der Einführung des ISPS-Code. Darüber hinaus erfordern zunehmende Schiffsgrößen, erhöhte Navigationsrisiken wie auch steigende Umweltschutz- und Energieeffizienzanforderungen den Einsatz modernster technologischer Sicherheitslösungen.

Prognoserisiko - Entwicklung der globalen Sicherheitslage

Einen erheblichen Einflussfaktor auf den betrachteten Markt stellt die internationale Sicherheitslage dar. Da insbesondere neuartige Bedrohungsszenarien in einem 10-Jahres-Horizont schwer vorhersehbar sind, haben alle Prognosen zu Security-relevanten Aspekten erhebliche Unsicherheiten zu verzeichnen.

Da die in der Studie betrachteten Segmente der maritimen Wirtschaft lokal oder regional verortete Aktionsbereiche haben, ist die Sicherheitslage vom Standort unmittelbar abhängig. Beispielsweise ist die Sicherheitslage einer Ölplattform in der Nordsee anders zu bewerten als eine solche vor der nigerianischen Küste.

Piraterie auf See kann Märkte verschließen

Die Vorfälle der letzten beiden Jahre rücken das Problem der Sicherung von Schiffen samt Ladung sowie Besatzung und Passagieren vor Piraten, Entführern oder Terroristen in das öffentliche Bewusstsein. Seit 1992 meldete das IMB Piracy Reporting Center in Kuala Lumpur offiziell ca. 4.000 erfasste Vorfälle – die Dunkelziffer beläuft sich allerdings wohl auf das Dreifache – und sagt eine gewaltige Steigerungsrate solcher Übergriffe für die nächsten 10 - 20 Jahre voraus. Schiffe, gerade auch Spezialschiffe wie Öl-, Chemikalien- und Flüssiggastanker, bieten zahlreiche Angriffsflächen für Gefährdungen. Gleiches gilt für Offshore-Öl- und Gasförderanlagen und in eingeschränktem Maße auch für Windparks.

Das ICC International Maritime Bureau (IMB) ist eine spezialisierte Abteilung der International Chamber of Commerce (ICC). Das IMB ist eine 1981 gegründete Non-profit-Organisation, die Kriminalität auf See bekämpft. Sie erfasst weltweit alle Fälle von Piraterie auf See und entsprechende Versuche. Diese werden auf einer Karte im Internet veröffentlicht. Weiterhin wurde durch die Bundespolizei eine Karte zu den gefährdetsten Gebieten publiziert.

In der Konsequenz ist festzustellen, dass auf Grund einer kritischen Sicherheitslage bestimmte Exportmärkte für maritime Technologien ggf. nicht oder nur mit hohen Zusatzkosten erschlossen werden können.

Gesamtmarkt nicht verlässlich abschätzbar

Bedingt durch Abgrenzungsprobleme, die bereits in den wenigen vorliegenden Studien zum zivilen Sicherheitsmarkt deutlich werden, ist eine verlässliche Angabe des Gesamtweltmarktes nicht sinnvoll. Das Wachstum des Marktes liegt demgegenüber relativ übereinstimmend bei 5 % bis 10 % pro Jahr. Der Anteil Deutschlands an diesem Markt beträgt nach Expertensicht ebenfalls etwa 5 % bis 10 %.

Konvergenz Safety + Security + Anwendung

Bereits im Ergebnis der Studie „Marktpotenzial von Sicherheitstechnologien und Sicherheitsdienstleistungen“ (vgl. VDI/VDE-IT, 2010; nachfolgend BMWi-Sicherheitsstudie) wird eine Konvergenz zwischen Safety und Security festgestellt, in Teilen gilt das auch für den „Defence“-Markt. Der Kampf gegen die internationale Piraterie auf hoher See macht letzteres deutlich. Eine Studie der Firma ECORYS für die Europäische Kommission stellt die Veränderung und Konvergenz des Sicherheitsmarktes grafisch sehr anschaulich dar (siehe nachfolgende Abbildung) (vgl. ECORYS et al., 2009).

In many cases, the division between security and safety is blurry to nonexistent (i.e. in power plants and in the maritime environment). (vgl. ESRIF, 2009)

Weiterhin ist eine Konvergenz zwischen Sicherheitsmarkt einerseits und verschiedenen Anwendungen andererseits festzustellen. Dazu gehören die Verkehrsleittechnik (im Teil hier betrachtet), die Logistik oder auch die Umwelttechnik (z. B. Offshore-Wind, Küsteningenieurwesen). Marktteilnehmer aus diesen Branchen erwarten ein „Mehr an Sicherheit“ - als „Abfallprodukt“ neuer Technologien und Prozesse in ihrem Kerngeschäft. Die Einführung neuer Sicherheitslösungen für diese wichtigen Branchen in der maritimen Wirtschaft ist mit Mehrwerten für das Kerngeschäft gut motivierbar.

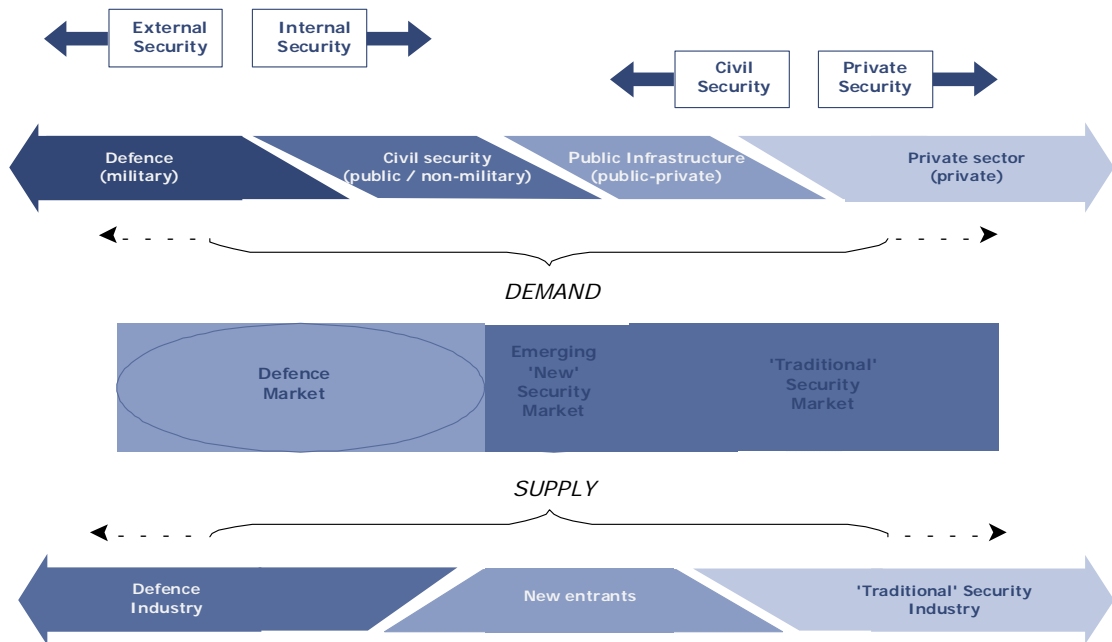


Abbildung 56: Einordnung des „neuen“ Sicherheitsmarktes

Quelle: ECORYS et al., 2009

5.4.2 Ausgangslage in Deutschland

Abhängigkeit des Marktes von Vorschriften und Sicherheitslagen

Die Marktentwicklung in der maritimen Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik wird von der Entwicklung der verschiedenen maritimen Anwendungen, des Seeverkehrs, der Entwicklung der Sicherheitslage sowie der Verfügbarkeit neuer Technologien geprägt. Es besteht eine erhebliche Abhängigkeit von internationalen Entwicklungen wie Vorschriften der IMO.

Unternehmen, Umsatz und Beschäftigte

In Deutschland sind 28 Unternehmen in der maritimen Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik identifiziert worden. Diese beschäftigen insgesamt 1.647 Mitarbeiter und erwirtschafteten 2008 einen Umsatz von rund 395 Mio. Euro. Weitere 20 Unternehmen adressieren die maritime Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik als zweites und 14 Unternehmen als drittes Standbein. Diese Zahlen werden auch für den Prognosezeitraum bis 2020 unverändert genannt.

Nach Angaben der befragten Betriebe wird der Umsatz in der Branche bis 2015 jährlich um 6,6 % steigen. Dieses entspricht für die zivile Sicherheit (Security) den Ergebnissen der BMWi-Sicherheitsstudie und der ECORYS-Sicherheitsstudie. Vor dem Hintergrund der wachsenden Systemintegration kann das auch auf das Gesamtfeld übertragen werden.

	Maritime Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik	Entwicklung 2008 gegenüber 2005 (jährlicher Durchschnitt)	Anteil an der gesamten Meerestechnik
Unternehmen	28	k. A.	6,3 %
Umsatz	394,7 Mio. €	+ 6,9 %	3,5 %
Beschäftigte	1.647	+ 2,2 %	6,3 %

Tabelle 17: Wirtschaftliche Kennzahlen zur Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik

Quelle: Eigene Darstellung

Unternehmensgrößen

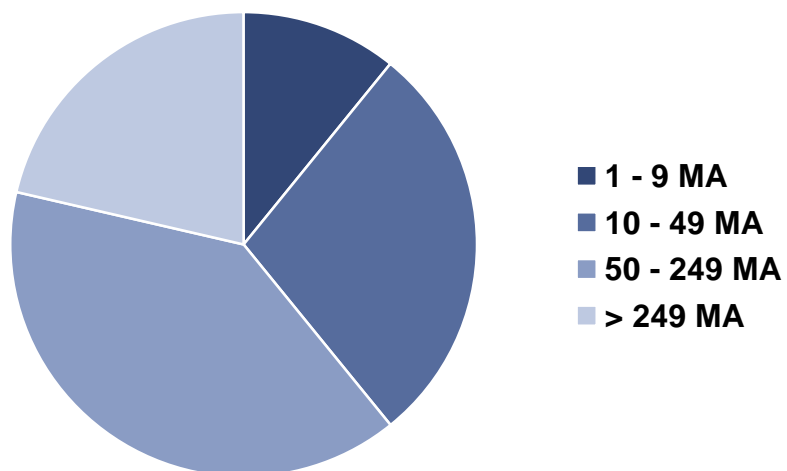


Abbildung 57: Verteilung der Unternehmensgrößen in der Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik

Quelle: Eigene Darstellung

Norddeutschland ist das Zentrum der Maritimen Sicherheit, der Schwerpunkt liegt in der Metropolregion Bremen-Oldenburg

Die Branche ist stark industriell geprägt. Die meisten größeren Unternehmen sind in der norddeutschen Küstenregion angesiedelt. Der wichtigste regionale Kern ist die Metropolregion Bremen-Oldenburg. Da viele Zulieferer offensichtlich stark universell aufgestellt sind, sind sie entsprechend der Methodik der Studie (keine Erfassung von universellen Zulieferern) hier nicht erfasst.

Die wichtigsten Marktteilnehmer in den Teilssegmenten kommen aus betroffenen Staaten

Nur in bestimmten Teilaspekten der maritimen Sicherheit spielen deutsche Unternehmen eine wichtige Rolle.

Insgesamt ist eine Korrelation zwischen der Stärke der Unternehmen aus einzelnen Ländern und deren Betroffenheit durch einzelne Sicherheitsaspekte zu finden. Dieses kann beispielsweise für die illegale Fischerei (Stärken in Großbritannien, Frankreich, Kanada) oder die Ölförderung (Stärken in Norwegen und Großbritannien) konstatiert werden.

Im Bereich der VTS-Systeme stellt Deutschland mit der ATLAS MS den Weltmarktführer. Hier besteht ein Zusammenhang zwischen der Beherrschung der komplexen Verhältnisse in der Deutschen Bucht und der hohen Kompetenz Deutschlands in der Logistik.

Breite Systemintegrationskompetenz - Hoher Anteil nichtbranchenspezifischer Zulieferer

In Deutschland sind nahezu alle Elemente der Wertschöpfungskette vertreten: Auffällig ist, dass sich mehr als die Hälfte der befragten Unternehmen als Systemintegratoren sehen (siehe Grafik).

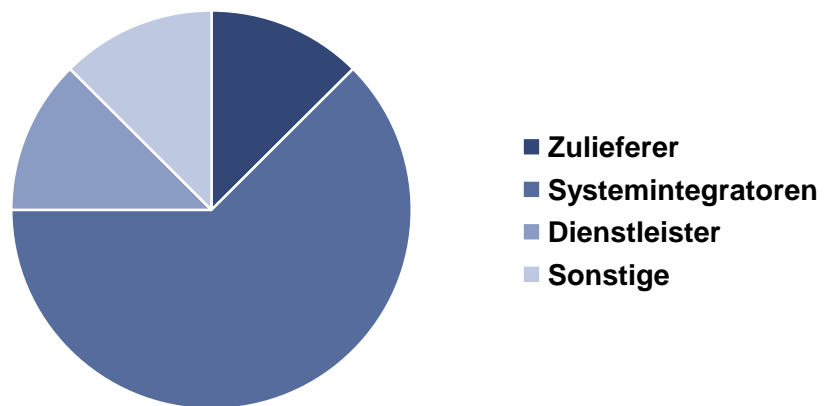


Abbildung 58: Verteilung der Unternehmensgrößen in der Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik

Quelle: Eigene Darstellung

Da in der vorliegenden Studie eine enge Branchenabgrenzung zugrunde liegt, wurden lediglich Zulieferer mit Offshore-spezifischem Komponentenangebot in die Untersuchung aufgenommen. Es ist davon auszugehen, dass ein hoher Anteil an Zuliefererkomponenten nicht erfasst ist, da diese nicht speziell für maritime Anwendungsfälle hergestellt werden, sondern multivalent nutzbar sind. Dazu gehören beispielsweise die auch in Süddeutschland stark vertretenen Branchen Sensorik und IuK-Technik.

Marktstrukturen

Es gibt verschiedene Modelle der Beschreibung der Marktstrukturen. Das vertikale Modell wie es im Rahmen des EU-PASR-Projektes STACCATO verwendet wurde, stellt die Zuliefer- und Endkundenstrukturen in den Mittelpunkt. Für die Marktquantifizierung hätte diese Methode aber zu Überlappungen und damit Doppelerfassungen geführt.

Das horizontale Modell wie es in der BMWi-Sicherheitsstudie benutzt wurde, orientiert sich stark an Endkundenszenarien und der Einordnung in präventive und reaktive Lösungen.

Vertikales Marktmodell der Sicherheitswirtschaft aus dem EU-Projekt STACCATO

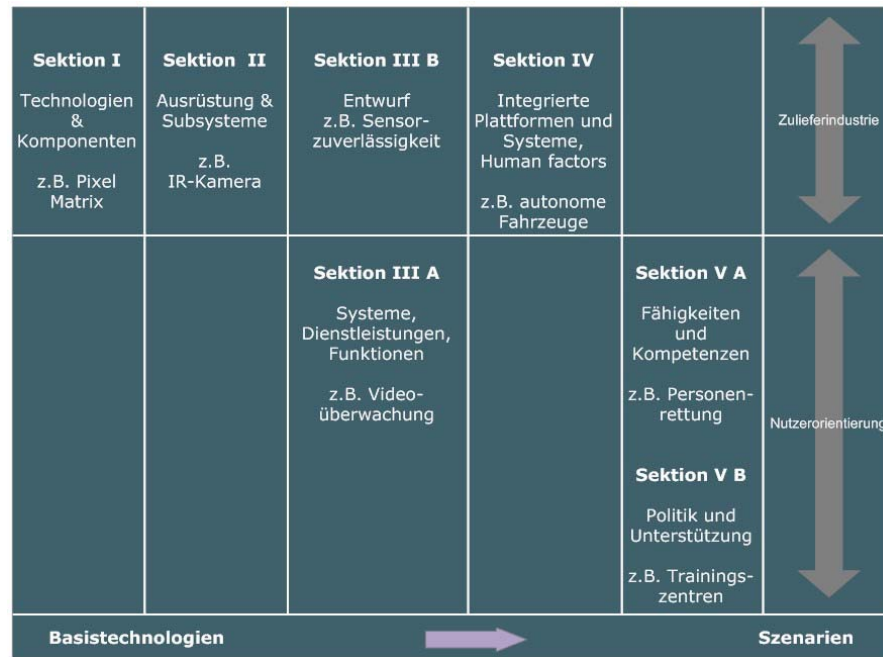


Abbildung 59: Vertikales Marktmodell der Sicherheitswirtschaft

Quelle: Janssen, M., Söderlind, G. (o. J.)

Horizontales Marktmodell der Sicherheitswirtschaft aus der BMWi-Sicherheitsstudie

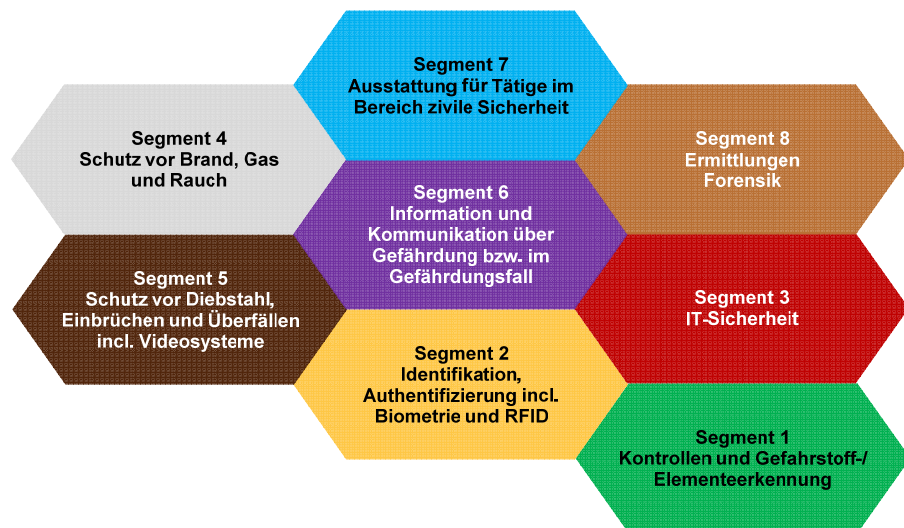


Abbildung 60: Horizontales Marktmodell der Sicherheitswirtschaft

Quelle: VDI-VDE-IT, 2010

Maritime Sicherheit ist ein wachsender, aber umkämpfter Markt

Ausgehend vom prognostizierten jährlichen Wachstum von 6,6 % wird bei den Erwartungen der einzelnen Unternehmen deutlich, dass das Marktpotenzial stärker im Export liegt. Dabei stehen die Unternehmen vor großen Herausforderungen bei der Adressierung der wachsenden Märkte.

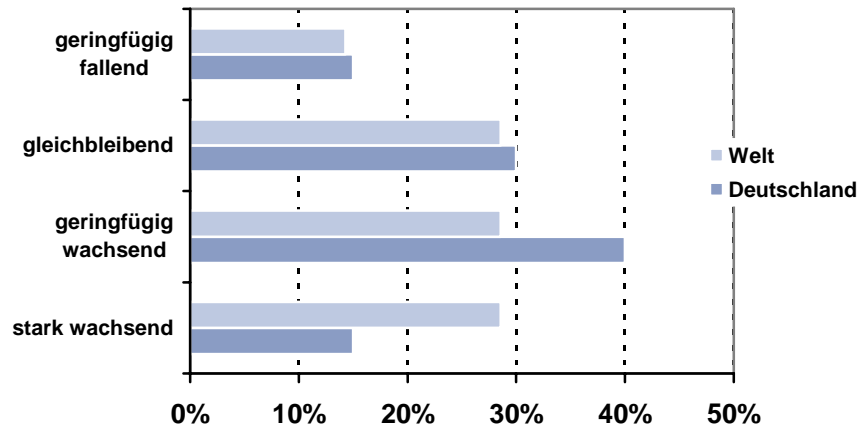


Abbildung 61: Erwartete Entwicklung des Marktwachstums deutscher Unternehmen in der Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik bis zum Jahr 2020

Quelle: Eigene Darstellung

FuE und Innovationen

Um den technologischen Wettbewerbsvorsprung deutscher Unternehmen zu sichern, bedarf es stetiger Investitionen in Forschung und Entwicklung (FuE). Technologische Schwerpunkte liegen dabei in der Sensorik, IuK-Technik sowie Raumfahrt. Bei der Themenauswahl öffentlich geförderter FuE ist besonders auf die Mehrwerte für das Kerngeschäft der Endanwender zu achten; Sicherheit allein wird von gewerblichen Kunden meist als Kosten- und Störfaktor wahrgenommen.

Die Ergebnisse der Betriebsbefragung zeigen, dass die Maritime Sicherheitswirtschaft erhebliche Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten betreibt. Fast 90 % der Unternehmen leisten eigene FuE-Aktivitäten (Gesamtwirtschaft: 23 %). Bei 22 % der Unternehmen erfolgen FuE-Arbeiten kontinuierlich. Die FuE-Intensität (Anteil der FuE-Aufwendungen als Anteil am Gesamtumsatz) liegt mit 2,6 % im deutschen Industriedurchschnitt (2,5 %). Diese Kennzahlen beweisen eine kontinuierlich wachsende innovationsorientierte Branche.

Fast 90 % der Unternehmen haben in den vergangenen drei Jahren neue Produkte oder Verfahren eingeführt. Dabei überwiegen die Produktinnovationen deutlich gegenüber den Prozessinnovationen.

Anteil der Betriebe,
die FuE betreiben

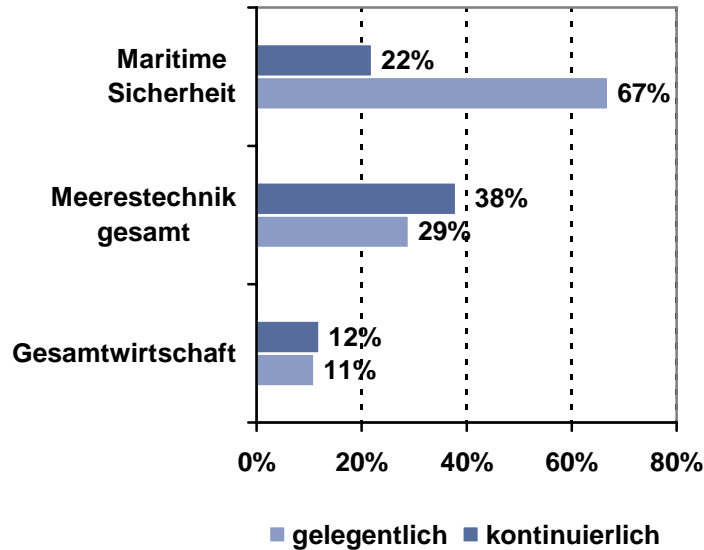


Abbildung 62: Anteil der Betriebe, die im Zeitraum 2005 bis 2008 kontinuierlich oder gelegentlich Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in der maritimen Sicherheitstechnik durchgeführt haben

Quelle: Eigene Darstellung

Nationale Ressortforschung zu Anwendungsfeldern blinden Thema teilweise aus

Die maritime Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik wird in den bestehenden FuE-Förderprogrammen in unterschiedlicher Weise adressiert. In der nationalen maritimen Forschungsförderung des BMWi (vgl. BMWi, 2009) und des BMVBS wird es nicht als Schwerpunkt benannt und nur stark indirekt (z. B. Telematikanwendungen) aufgegriffen. Technologieoffene Förderprogramme wie das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) lassen es implizit als Thema zu.

Maritime Sicherheit ist ein wichtiges europäisches FuE-Thema mit Potenzial für Deutschland

In der zivilen Sicherheitsforschung spielt das Thema im Rahmen der Sicherheit von Verkehrs- und Logistikinfrastrukturen eine wesentliche Rolle. Das gilt für das nationale Sicherheitsforschungsprogramm der Bundesregierung und noch mehr für das 7. Forschungsrahmenprogramm der EU. Im Abschlussbericht des European Security Research and Innovation Forum (ESRIF) wird das Thema maritime Sicherheit insbesondere im Zusammenhang mit der Sicherheit von Transportketten explizit herausgearbeitet (vgl. ESRIF, 2009). Die technologischen Aspekte reichen von der Sensorik über geodatenbasierte Lösungen bis hin zu Systemkonzepten. Letztere werden im 7. Forschungsrahmenprogramm der EU in sogenannten Demonstrationsprojekten adressiert.

Das Maritime Sicherheitszentrum (MSZ) – Vorläufer und Prototyp der Systemintegration

Am 1. Januar 2007 hat das Gemeinsame Lagezentrum See (GLZ-See) in Cuxhaven seinen Betrieb aufgenommen. Das GLZ-See ist der operative Kern des MSZ, einer flexiblen und schlagkräftigen Organisation für die Seeraumüberwachung, zur Verbesserung der Gefahrenabwehr und des Unfallmanagements. Im GLZ-See arbeiten die operativen Kräfte des Bundes und der Küstenländer für maritime Sicherheit unter einem Dach eng zusammen:

- Maritimes Lagezentrum des Havariekommandos
- Leitstellen der Bundespolizei
- Zoll

- Fischereiaufsicht
- Leitstelle der Wasserschutzpolizeien der Küstenländer
- Wasser- und Schifffahrtsverwaltung einschließlich des Internationalen Kontaktpunktes (PoC) (vgl. BMVBS, o. J.).

Diese Darstellung verdeutlicht die von der öffentlichen Hand bereits unternommenen Schritte zur Systemintegration in der maritimen Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik. Derartige Leitstellen dürften von der Ausstattung her etwa einem Lagezentrum der Innenministerien der Länder entsprechen.

Qualifizierung

Die Herstellung maritimer Sicherheitslösungen und Komponenten einschließlich der Wartung und des Betriebs erfordert qualifiziertes Fachpersonal.

Die Branche weist ein vergleichsweise hohes Qualifikationsniveau auf. Nachgefragt werden insbesondere gewerblich-technische Fachkräfte sowie Ingenieure aus dem Maschinenbau und der Elektrotechnik. In diesen Bereichen und noch verschärft in der Systemintegration droht sich der Fachkräftemangel künftig weiter zu verstärken. Ausbildung und Qualifikation entwickeln sich daher zu Schlüsselfaktoren für weiteres Wachstum.

Zwei Drittel der Betriebe in der maritimen Sicherheit (66 %) bilden eigene Fachkräfte aus. Das ist im Vergleich zum Bundesdurchschnitt der Gesamtwirtschaft (24 % im Jahr 2006) eine außerordentlich hohe Ausbildungsbeteiligung (Berufsbildungsbericht 2008). Dieses korreliert mit der Stärke der Systemintegratoren im Themenfeld und weist auf eine überdurchschnittliche Betriebsgröße hin.

Allerdings wird dabei weder die Zahl der Auszubildenden noch die Zahl der Beschäftigten berücksichtigt. Die tatsächliche Ausbildungsleistung spiegelt sich daher in der Ausbildungsquote, als Anteil der Auszubildenden an den Gesamtbeschäftigten, wider.

In der beruflichen Weiterbildung führen neun von zehn der befragten Betriebe Weiterbildungsmaßnahmen durch, die zu gleichen Teilen intern und extern erbracht werden. Trotz des im Vergleich zum Bundesdurchschnitt (69,5 %) und auch zur maritimen Wirtschaft (80,3 %) überdurchschnittlichen Anteils wird von 90 % der befragten Unternehmen weiterer Bedarf signalisiert. Nach berufsfachlichen Kenntnissen sind hier vor allem betriebswirtschaftliche Kenntnisse und Sprachen nachgefragt; IKT und weitere Themen weniger.

5.4.3 Stärken-Schwächen-Analyse der deutschen maritimen Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik

Im Folgenden wird eine Betrachtung der gegenwärtigen Stärken und Schwächen sowie der zukünftigen Chancen und Risiken der deutschen Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik vorgenommen, die auf der schriftlichen und mündlichen Befragungen sowie den Recherchen im Rahmen der Studie aufbaut. Die Reihenfolge der genannten Aspekte stellt in gewissem Maße eine Wertung dar. Herausragende Einzelaspekte, sind aber nicht zu verzeichnen, vielmehr sind die genannten Argumente miteinander verzahnt.

Stärken

- **Hohe Systemfähigkeit der deutschen Industrie**

Die in Deutschland mit ihren Zentralen oder zumindest Kernbereichen ansässigen Großunternehmen mit Bezug zur zivilen Sicherheit sind in der Lage komplexe Sicherheitslösungen „system-of-systems“ anzubieten und zu implementieren. Solche Lösungen sind vor allem in aufstrebenden Märkten gefragt.

- **Hohe Technologiefähigkeit im Mittelstand**

Die Systemintegratoren können sich am Standort Deutschland auf einen leistungsfähigen technologieorientierten Mittelstand stützen. Dabei werden für die maritime Sicherheit häufig multivalente Technologien / Produkte eingesetzt. Dadurch kommen Synergieeffekte mit anderen Branchen zur Geltung. Kleinere und mittelständische Unternehmen haben den Vorteil einer schnellen Reaktionsfähigkeit auf neue technologische Anforderungen.

- **Erfahrung mit hoher Seeverkehrsdichte und komplexen Gewässergeographien**

Die Deutsche Bucht und die Ostsee sind Gewässer, in denen nahezu alle maritimen Technologien hoher Relevanz (Öl-/Gasförderung, Windparks) zum Einsatz kommen, wobei es sich in vielen Teilen um sensible Ökosysteme handelt. Die Seeverkehrsdichte ist sehr hoch, wobei komplexe Gewässergeografien mit engen Fahrrinnen vorherrschen.

- **Bestehende Cluster und Netzwerke**

Im Bereich der maritimen Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik existieren vor allem in der Küstenregion, aber nicht nur dort, eine Reihe von Clustern und Netzwerken. Diese stellen gerade für KMU einen wichtigen Katalysator und ein wichtiges Unterstützungselement im internationalen Wettbewerb und bei der Einführung neuer Technologien dar. Einige dieser Netzwerke sind Mitglied der Initiative Kompetenznetze Deutschland des BMWi, die die exzellenten deutschen Netzwerke und Cluster vereint.

- **Gut ausgeprägte ingenieurwissenschaftliche Kompetenzen und Humankapital**

Die Ausbildung deutscher Fachkräfte mit Kompetenzen für die maritime Sicherheit liegt auf sehr hohem internationalem Niveau. Dabei handelt es sich teilweise um Studiengänge, die dieses Thema nicht explizit adressieren.

Schwächen

- **Zersplitterung nationaler Verantwortlichkeiten in Deutschland bremst Systemintegration**

Bedingt durch das föderale System sind die Zuständigkeiten gerade in der maritimen Sicherheit sehr zersplittert. Die Spanne reicht hier vom Zoll über die Küstenanrainerländer bis hin zu den Berufsgenossenschaften.

- **Etablierung von internationalen Standards und Normen bei Security-Themen unterdurchschnittlich**

In der zivilen Sicherheit besteht (gegenüber der technischen Sicherheit) ein Nachholbedarf bei der Implementierung von Normen und Standards. Gleichzeitig treffen hier verschiedene normsetzende Akteure (nationale, europäische, supranationale) aufeinander. Normen können Märkte wesentlich gestalten. International abgestimmte Normen sind im Interesse der Exportfähigkeit wünschenswert.

- **Bestimmte maritime Technologiebranchen werden nicht in deutschen Küstengewässern angewendet**

Das betrifft beispielsweise den unterseeischen Bergbau. Damit ist es nicht möglich, entsprechende nationale Referenzobjekte für die maritime Sicherheit dieses Segmentes zu schaffen.

Chancen

- **Wachsende Märkte im Bereich Offshore-Wind mit entsprechendem Sicherheitsbedarf**

Der Bereich Offshore-Wind gehört zu den stärksten Wachstumsmärkten der maritimen Wirtschaft. Die damit verbundenen neuen Sicherheitsanforderungen beim Aufbau und Betrieb (Wartung) sowie im Seeverkehr der umliegenden Gewässer erfordern entsprechende Lösungen.

- **Verfügbarkeit nationaler Referenzsysteme bei Windparks**

Sobald nationale Windparks verfügbar sind, können sie mit ihrem Umfeld auch zur Erstellung von Referenzlösungen der maritimen Sicherheit dienen.

- **Nutzung von Synergie- und Konvergenzeffekten mit der Sicherheit in der Seeschifffahrt**

Das Thema Konvergenz und Synergie in der Sicherheit wurde bereits in der BMWi-Sicherheitsstudie als Wachstumsmotor und Mehrwert (auch im Hinblick auf die Akzeptanz) hervorgehoben. Neue Sicherheitslösungen sollten gleichzeitig das Kerngeschäft verbessern.

- **Technologievorsprung im Komponentenbereich**

Die maritime Sicherheit setzt auf eine Zulieferindustrie, die mehrheitlich verschiedene Branchen adressiert und deshalb nicht in der vorliegenden Studie erfasst wurde. Dazu gehören beispielsweise die Kompetenzen in Sensorik, autonomen Systemen sowie Steuerungs- und Leittechnik.

- **Lernen aus der Luftfahrt – Vorteil für die Logistik**

Während in der Luftfahrt eine lückenlose Navigationsunterstützung und Verkehrsleitung zumindest auf der nördlichen Hemisphäre Stand der Technik ist, beschränken sich vergleichbare Konzepte in der maritimen Verkehrsleittechnik auf küstennahe Regionen und Hafenzufahrten. Hier bietet die berth2berth-Navigation neue Möglichkeiten und auch Mehrwerte für die Logistik (effiziente Zeit- und Routenplanung).

- **Standardisierung und Vernetzung im IKT-Bereich**

Mit der Initiative zur Einrichtung elektronischer Systeme für den Seeverkehr („e-maritime“) bieten sich neue Chancen. Sämtliche Schiffe auf See und auf Binnenwasserstraßen der EU sollen einbezogen werden. Darüber hinaus soll „e-maritime“ zur Schaffung des „Ein-Schalter“-Konzepts für alle Verwaltungsvorgänge beitragen.

- **Nutzung von luft- und weltraumgestützten Lösungen**

In Deutschland gibt es viele Akteure, die sich mit luft- und weltraumgestützten Lösungen für die maritime Sicherheit beschäftigen bzw. über die notwendigen Kompetenzen verfügen. Dazu gehören die im Netzwerk MARISSA vereinigten Akteure der Metropolregion Bremen-Oldenburg, die Partner des SEA GATE-Projektes in Rostock und das Kompetenznetz bavAIRia.

- **Wettbewerbsfähige Offshore-Kompetenzen in der maritimen Wirtschaft entwickeln und international vermarkten**

Die verfügbare technologische Kompetenz in der maritimen Sicherheit und den damit verbundenen Technologien kann ein wichtiger Wettbewerbsfaktor bei der internationalen Vermarktung sein. Maritime Sicherheit kann dabei integraler Bestandteil von kompletten Systemlösungen (z. B. Windparks) sein.

Risiken

- **Zersplitterte nationale Gesetzgebung zur Sicherheit (local content Regulierungen) erfordert länderspezifische Sicherheitskonzepte und -ausstattung bei maritimen Systemen (z. B. Windparks)**

Gerade im historisch stark national geprägten Sicherheitssektor dominieren nationale Normen und Regularien. Das gilt weniger für die hier mitbetrachtete Sicherheit der klassischen Seefahrt, sondern mehr für die Sicherheit aller anderen maritimen Segmente, deren Sicherheitsregelwerk dem Betrieb auf dem Festland entlehnt ist.

- **Thema steht als „Sicherheitsforschung“ im Fokus der FuE-Förderung, wird aber in anderen Themen (z.B. Logistik) nicht mitgedacht**

Während das Sicherheitsforschungsprogramm auf der Basis der Szenarien die verschiedenen Einsatzfelder und deren Akteure in die Projekte aktiv mit einbezieht, wird das Thema Sicherheit in der stark technologieorientierten nationalen und europäischen FuE-Förderung teilweise nicht mit berücksichtigt. Eine besondere Rolle spielen dabei nicht-technische Aspekte („human factor“) als integrale Elemente von Sicherheitskonzepten.

- **Indirekte Auswirkung auf andere Felder: Einzelne Märkte wegen kritischer Sicherheitslagen nicht adressierbar**

Die aktuelle Sicherheitslage in einer Reihe für die maritime Wirtschaft attraktiver Regionen sorgt dafür, dass diese für maritime Anwendungen nicht oder nur unter starken Einschränkungen und Sicherheitsvorkehrungen als Märkte erschließbar sind.

- **Sicherheit wird primär als Kostenfaktor gesehen**

Zivile und auch technische Sicherheit wird von Unternehmen häufig primär als Kostenfaktor wahrgenommen, da eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung problematisch ist (Zielstellung: „nichts passiert“). Dadurch haben neue Sicherheitsanforderungen hohe Akzeptanzprobleme, besonders wenn diese „local content“ sind.

- **Fachkräftemangel bei Ingenieuren kann nicht ausgeglichen werden**

Dieses Problem ist nicht unmittelbar segmentspezifisch. Besondere Anforderungen stellt der wünschenswerte hohe Systemintegrationsgrad, der teilweise mit den immer spezialisierteren Studiengängen im Widerspruch steht.

Ableitung der Aktionsbereiche

Durch eine systematische Strukturierung der vorangegangenen Ergebnisse der Stärken-Schwächen-Analyse der maritimen Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik können verschiedene Aktionsbereiche abgeleitet werden (vgl. Tabelle 18). Die Aktionsbereiche kennzeichnen die Bereiche, in denen die Empfehlungen zur Stärkung der Position der deutschen maritimen Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik im internationalen Wettbewerb definiert werden (vgl. Kapitel 12).

Stärken	Schwächen	Chancen	Risiken	Aktionsbereich
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bestehende Cluster- und Netzwerkstrukturen ▪ Hohe Systemfähigkeit der deutschen Industrie 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zersplitterung nationaler Verantwortlichkeiten in Deutschland bremst Systemintegration ▪ Etablierung von internationalen Standards und Normen bei Security-Themen unterdurchschnittlich ▪ Bestimmte maritime Technologiebranchen werden nicht in deutschen Küstengewässern angewendet 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verfügbarkeit nationaler Referenzsysteme bei Windparks ▪ Nutzung von Synergie- und Konvergenzeffekten mit der Sicherheit in der Seeschifffahrt ▪ Wachsende Märkte im Bereich Offshore-Wind mit entsprechendem Sicherheitsbedarf ▪ Wettbewerbsfähige Offshore-Kompetenzen in der maritimen Wirtschaft entwickeln und international vermarkten ▪ Standardisierung und Vernetzung im IKT-Bereich 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Indirekte Auswirkung auf andere Felder: Einzelne Märkte wegen kritischer Sicherheitslagen nicht adressierbar USA setzt per Gesetz de-facto-Standards 	<p>▶ Märkte und Strukturen</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erfahrung mit hoher Seeverkehrsdichte und komplexen Gewässergeographien 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lernen aus der Luftfahrt – Vorteil für die Logistik 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sicherheit wird primär als Kostenfaktor gesehen 	<p>▶ Image und Öffentlichkeit</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hohe Technologiefähigkeit im Mittelstand 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Technologievorsprung im Komponentenbereich ▪ Nutzung von luft- und weltraumgestützten Lösungen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Thema steht als „Sicherheitsforschung“ im Fokus der FuE-Förderung, wird aber in anderen Themen (z. B. Logistik) nicht mitbedacht 	<p>▶ Forschung und Technologie</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gut ausgeprägte ingenieurwissenschaftliche Kompetenzen und Humankapital 			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fachkräftemangel bei Ingenieuren kann nicht ausgeglichen werden 	<p>▶ Qualifizierung</p>
			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zersplitterte nationale Gesetzgebung zur Sicherheit (local content Regulierungen) erfordert länderspezifische Sicherheitskonzepte und -ausstattung bei maritimen Systemen (z. B. Windparks) 	<p>▶ Finanzierung und rechtliche Rahmenbedingungen</p>

Tabelle 18: Ableitung der Aktionsbereiche aus der Stärken-Schwächen-Analyse der maritimen Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik

Quelle: Eigene Darstellung

5.5 Maritime Mess- und Umwelttechnik

Gemeinsamer Nenner: Eigenschaften und Vorgänge im Meer messen

Im Verlauf der Untersuchung hat sich herausgestellt, dass die Felder „Maritime Umwelttechnik“, „Meeresforschungstechnik“ und „Hydrographie“ kaum voneinander zu trennen sind. Insbesondere die Zuordnung der Unternehmen hat starke Überschneidungen ergeben. Bei genauerer Betrachtung der Unternehmensprofile zeigt sich, dass ein sehr großer Anteil damit beschäftigt ist, Eigenschaften, Phänomene und Vorgänge des Meeres und der Meeresböden zu erfassen, die gewonnenen Daten und Informationen zu verarbeiten und die entsprechende technische Ausrüstung dafür (weiter) zu entwickeln. Die Unternehmen liefern die Informationsgrundlagen und wichtige Beratungsdienstleistungen für die Meerestechnik und für andere Bereiche der Maritimen Wirtschaft. Der Grundlagencharakter zeigt sich auch in den – neben dem Hauptfeld der Betätigung – weiteren Anwendungsfeldern, denen sich die Betriebe zugeordnet haben: Hier sind sämtliche meeres-technischen Felder vertreten.

Die **maritime Umwelttechnik** umfasst die Entwicklung und den Einsatz von Techniken für die Vermeidung und die Bekämpfung der Meeresverschmutzung. Moderne, effizienzsteigernde Umweltschutztechniken können darüber hinaus einen Vorteil im internationalen Wettbewerb darstellen, sofern eine entsprechende Erprobung in einem regulierten Heimatmarkt erfolgen kann. Grundsätzlich ist in den nächsten Jahren sowohl national als insbesondere auch international von einer stärkeren Berücksichtigung ökologischer Belange der Meeresumwelt auszugehen (vgl. Meyer 2009). Die Verständigung auf maritime Umweltschutzaufgaben im Rahmen von MARPOL ist dabei als eine der bedeutenden Entwicklungslinien zu betrachten.

Die **Meeresforschungstechnik** befasst sich generell mit Technologien und Methoden zur Erforschung der Meere. Hierbei sind die Schnittstellen der Ozeane zum Meeresboden, der Lithosphäre, zu den Landmassen, Küstenregionen und der Biosphäre, zu den Polargebieten und zur Atmosphäre eingeschlossen. Diese Bereiche sind durch enge Wechselwirkungen miteinander verbunden, deren Verständnis nach wie vor erhebliche Lücken aufweist. Wichtige Hilfsmittel sind neben einer Vielfalt von technischen Messsystemen, Komponenten und Dienstleistungen für die Messung und Überwachung relevanter Daten auch Technologien zur Modellierung und Simulation maritimer Prozesse. Dazu zählen sowohl Einzelkomponenten als auch komplexe Systeme wie langzeitstabile chemische und biologische Sensoren, Oberflächenmesssysteme, wartungsfreie Unterwasserstationen und Driftkörper.

Die **Hydrographie** umfasst die Erhebung, Verarbeitung und Bewertung von Informationen über Gewässer – die Wassersäule, die Gewässerböden sowie die Grenzflächen zur Atmosphäre. Sie ist damit eine wesentliche Grundlage für unterschiedliche Nutzungen der Meere: die Schifffahrt, die Hafenwirtschaft, die Ressourcengewinnung und für den Schutz der Meeresumwelt. Wesentliche Anwendungsfelder sind Vermessungs- und Erkundungsdienstleistungen bei der Exploration von Gas- und Ölvorkommen, Vermessungsleistungen bei Seekabelverbindungen (Kommunikation und Energie) sowie die „Hoheitliche Vermessung“.

Aufgrund ihrer grundlegenden Querschnittsfunktion für alle anderen Felder der Meerestechnik werden die genannten Bereiche unter der „Maritimen Mess- und Umwelttechnik“ zusammengefasst.²⁰ Damit ist auch eine ausreichende Stichprobengröße für die Auswertung der Befragung gesichert. Auf spezifische Entwicklungen der einzelnen Felder wird an jeweils geeigneter Stelle eingegangen.

5.5.1 Setting the Scene

Internationale Märkte

Die Maritime Messtechnik ist aus internationaler Perspektive ein relativ kleiner Bereich der Maritimen Wirtschaft. Für das Jahr 2004 hat Douglas Westwood den internationalen „market value“ des Bereichs „ocean survey“, der der hier definierten Maritimen Mess- und Umwelttechnik am ehesten entspricht, mit gut 2 Mrd. € beziffert (DW 2005). Für den Zeitraum von 2005 bis 2009 wurde der globale Markt auf 10 Mrd. € geschätzt. Dieser Bereich ist eines der kleinsten Segmente der Maritimen Wirtschaft (Offshore Oil & Gas: 476 Mrd. €, Shipbuilding: 155 Mrd. €).

Wichtigste internationale Märkte sind Nordamerika und Westeuropa, in Europa dabei vor allem Großbritannien und Norwegen als Länder mit langen Küstenlinien und einer ausgeprägten Öl- und Gasindustrie. Auf der Angebotsseite sind außerdem niederländische Akteure marktprägend.

Aktuell beträgt der internationale Markt für die Maritime Mess- und Umwelttechnik nach konservativen Expertenschätzungen zwischen 2 und 2,5 Mrd. Euro. Der deutsche Anteil liegt etwa bei 3,5 %. Grundlage für diese Schätzung sind die auf Basis von Expertenurteilen validierten Befragungsergebnisse.

Internationale Marktentwicklungen

Die Meeresumwelt ist infolge der zunehmenden ökonomischen Nutzung der Meere als Verkehrsweg und Ressourcenlieferant verschiedenen ökologischen Gefährdungspotenzialen ausgesetzt. Diese resultieren aus der Gewinnung von Energie und Rohstoffen, wie die aktuelle Ölkatastrophe im Golf von Mexiko zeigt, sowie dem illegalen oder unfallbedingten Eintrag schädlicher Stoffe und der Verwendung stark umweltgefährdender Treibstoffe in der Seeschifffahrt. Aufgrund des steigenden ökologischen Bewusstseins sind in den letzten Jahrzehnten diverse internationale Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt erarbeitet worden. Das MARPOL-Übereinkommen stellt diesbezüglich das wichtigste internationale Regelwerk dar. Dabei nimmt die Internationale Seeschifffahrtsorganisation (IMO) eine federführende Stellung ein. Als Folge der Implementierung internationaler Umweltschutzrichtlinien steht die maritime Umwelttechnik unmittelbar vor der Herausforderung technologische Lösungen anzubieten, die den gesetzten Standards genügen und eine Verringerung bzw. Behebung der Umweltbelastung bewirken. Konkret bezieht sich dies z. B. auf die Implementie-

²⁰ Die GMT hat in ähnlicher Zusammenführung eine Arbeitsgruppe „Messtechnik“ eingerichtet.

rung neuer Verfahren zur Bekämpfung von Ölunfällen, den Einsatz von Umweltmonitoringsystemen, die Entwicklung und Installation von Früherkennungs- und Unfallmanagementsystemen sowie von Filter- und Recyclinganlagen auf Schiffen. Aus diesen Entwicklungen ergeben sich beträchtliche ökonomische Optionen.

Die Meere spielen in den Klimasystemen der Erde eine zentrale Rolle. In der jüngeren Zeit erfährt deren ökologische Bedeutung eine steigende Aufmerksamkeit. Die zunehmende, meist von der öffentlichen Hand finanzierte Forschung zum Klimawandel und Klimaschutz führt zu höheren Ausgaben auch für Forschungstechnik und Dienstleistungen.

Die Offshoreförderung von Öl und Gas wird zum einen weiter ausgedehnt, zum anderen werden tendenziell immer stärker Reservoirs erschlossen, die unzugänglich oder klein und verteilt sind. Daraus erwächst ein steigender Aufwand für die Erkundung der Reservoirs und der geologischen und hydrologischen Eigenschaften der Umgebung. Damit werden Messtechnik, Seismik, Meeresforschungstechnik und entsprechende Dienstleistungen wichtiger.

Die UN-Seerechtskonventionen ermöglichen es Küstenstaaten, über die AWZ hinaus Meereszonen mit exklusiven Nutzungs- und Souveränitätsrechten – insbesondere der Nutzung der Ressourcen in den Böden – zu definieren. Dabei werden auch Regeln und Kriterien festgelegt, auf deren Basis die Gebiete geographisch zu bestimmen sind und die Ansprüche anerkannt werden. Diese Kriterien umfassen die Wassertiefe, geologischen Eigenschaften, Eigenschaften der Sedimente und die Entfernung zur Küste. Die Kriterien sind selbst Gegenstand von Diskussionen und entsprechend volatil. Insbesondere größere Staaten mit langen Küstenlinien haben inzwischen auch erhebliche externe Aufträge für „law of the sea services“ vergeben (USA, Norwegen, Neuseeland, Argentinien, Australien). Je nach Angabe besteht für etwa 65 bis etwa 80 Staaten die Möglichkeit, ihr Gebiet zum Kontinentalschelf („legal continental shelf“) auszuweiten. Die Untersuchungen erfordern umfassendes Know-how, komplexe Technik und kapitalintensive Ausrüstungen (Schiffe).

Der Zeitraum, um Nutzungsansprüche geltend zu machen, ist inzwischen verlängert worden. Für die erste Anmeldung von Erweiterungen ist inzwischen eine Desktop-Analyse ausreichend. Eine Reihe von Staaten hat davon Gebrauch gemacht – vor allem, da die Kapazitäten und das Know-how für eigene Untersuchungen bzw. die Finanzmittel für eine Beauftragung fehlen.²¹ Wenn der Antrag erfolgreich abgeschlossen werden soll, sind nach derzeitigem Stand aber Vermessungen und Untersuchungen notwendig.

In den Meeren werden große Potenziale unterschiedlicher Ressourcen ermittelt bzw. vermutet – etwa bei mineralischen Rohstoffen, Gashydraten oder marinen Naturstoffen. Diese Potenziale haben erhebliche Forschungsaktivitäten mit entsprechender Nachfrage nach Messtechnik, Umweltbeobachtung, hydrographischen und forschungsbezogenen Dienstleistungen ausgelöst (vgl. hierzu auch die MMR-Studie, 2009).

²¹ Im Rahmen des Programms „Implementing UNCLOS“ unterstützt die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) Entwicklungsländer bei den ersten Schritten zur Sicherung ihrer Rechte nach UNCLOS.

Die Offshorewindenergie wird in zunehmendem Maße ein Tätigkeitsfeld für die Maritime Messtechnik. Neben Voruntersuchungen und Gutachten im Genehmigungsverfahren sind hier auch begleitende oder vorbereitende ökologische Untersuchungen und Gutachten relevant. Bei den deutschen Unternehmen, die hydrographische und ökologische Schwerpunkte haben, wird die Offshorewindenergie als wichtiges zukünftiges Marktfeld (s. u.) angesehen.

Im Bereich der Seevermessung besteht neben dem permanenten Bedarf bei der Vermessung (insbesondere Fahrwasser mit steigenden Anforderungen) auch durch Technologie getriebenes Wachstum: Präzisere Messsysteme und Unterwasserfahrzeuge ermöglichen eine genauere Erfassung von Seeböden, möglichen Kabel- und Pipelinetrassen, Umweltdaten und Ressourcen. Die neuen Technologien stellen aber auch höhere Anforderungen an Know-how und Finanzkraft.

An den Schnittstellen zu anderen Bereichen der Messtechnik und der Informationstechnologie entstehen neue Aufgaben in der intelligenten Kombination und praktischen Nutzbarkeit von verschiedenen Datenquellen. Dazu gehören etwa intelligente, permanent aktualisierte Systeme zur Schiffsführung, die die Präzisionsvermessung von Fahrwassern, nautische Daten und Schiffsbewegungen kombinieren und online zur Verfügung stellen. Damit kann nicht nur die nautische Sicherheit in Gewässern gesichert, sondern auch die Effizienz von Häfen bei zunehmendem Seetransport und immer größeren Schiffen verbessert werden.

In der langfristigen Entwicklung („2010 onwards“) sieht die Studie von Douglas Westwood das Wachstum des Feldes eher verhalten (DW 2005). Durch die steigende Aufmerksamkeit für die ökologische Bedeutung der Ozeane könnten zusätzliche staatliche Ausgaben entstehen. Ein wachsendes Feld könnte daher Umweltüberwachung und -technik, bzw. die Forschungstechnik sein. Gleichzeitig sieht die Studie eine Tendenz zu Rationalisierungen und zur Konsolidierung der Branche. Douglas Westwood sehen nur einen globalen Akteur (FUGRO) und einige mittelgroße Unternehmen – neben einer Anzahl kleinerer, hauptsächlich national agierender Unternehmen (vgl. DW 2005).

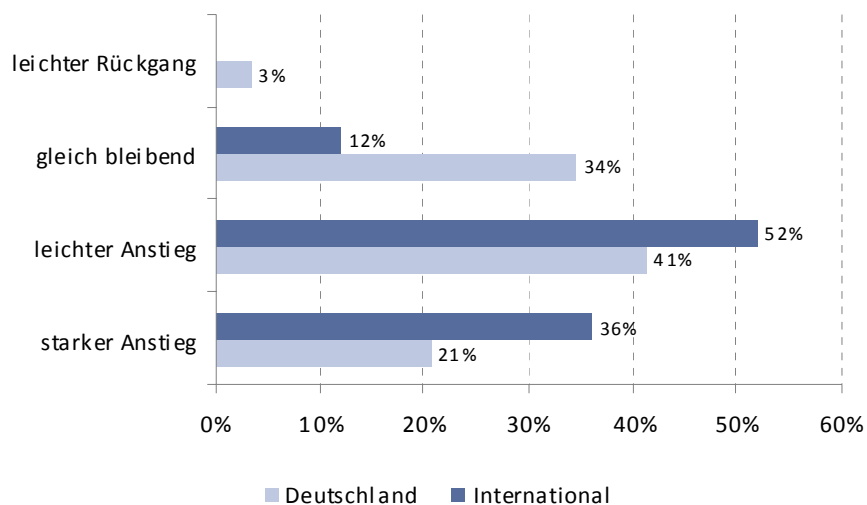


Abbildung 63: Wirtschaftliches Wachstum in der Maritimen Mess- und Umwelttechnik bis 2020

Quelle: Eigene Darstellung

Wachstumsaussichten

Die Entwicklung wird eher international stattfinden, dort sehen insgesamt 88 % der Befragten Umsatzzuwächse. Angesichts dessen ist die kleinbetriebliche Struktur in Deutschland (s. u.) problematisch. Da die meisten Unternehmen aber in Nischen tätig sind, können hier Sonderentwicklungen möglich sein.

Angesichts der relativ starken Ausrichtung der Unternehmen auf nationale/öffentliche Märkte und der dort eher geringeren Wachstumserwartungen, ist in der Branche nicht mit größeren Wachstumsschüben zu rechnen.

Konkurrenzsituation

Die Offshoreförderung von Öl und Gas ist aufgrund ihres Marktvolumens ein wichtiger Treiber bei der Entwicklung neuer Technologien, Produkte und Verfahren. Die hier beteiligten, internationalen Unternehmen sind in die entsprechenden Technologiekooperationen integriert. Sie stellen oft auch Produkte für angrenzende Bereiche – etwa die Meeresforschung – zur Verfügung.

Die Entwicklung von Messtechnik und die dazu gehörige Dienstleistungen für die Offshoreförderung von Öl und Gas wird von den internationalen Energiekonzernen selbst oder von entsprechend positionierten internationalen Dienstleistern wie FUGRO oder Thales getragen. Deutsche Unternehmen sind nur in geringem Maße auf diesem Markt tätig. Sie agieren als Lieferanten von einzelnen Hightech-Produkten oder Komponenten. Der Marktzugang ist aber vor allem wegen fehlender Referenzen schwierig.

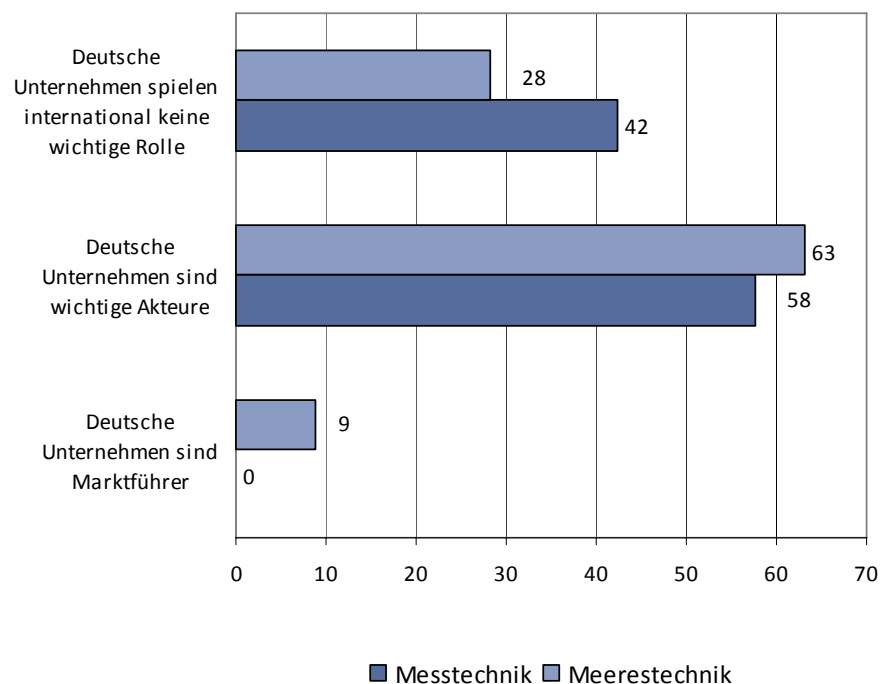


Abbildung 64: Internationale Marktposition der deutschen Unternehmen in der Maritimen Mess- und Umwelttechnik

Quelle: Eigene Darstellung

Im internationalen Wettbewerb wird der Zugang zu Märkten oft durch politische Einflussnahme (governmental deals) oder durch langfristig ausgerichtete Strategien großer (staatlicher) Unternehmen bestimmt. Dabei werden die Entwicklungspolitik oder die Kapazitäten der Außenministerien genutzt. So entstehen z. B. Angebote für die Produkte und Technologien in Kombination mit günstigen staatlichen Krediten oder durch die direkte Finanzierung von Vermessungsaktivitäten. Ggf. wird die Unterstützung auch an eine Beteiligung an den? der zukünftigen Explorationen Erkundungen geknüpft. Verschiedene Nationen verbinden ihre Entwicklungs- und Außenpolitik auf diese Weise mit einer aktiven Industrie- und Rohstoffpolitik. Nach Expertenaussagen erschweren diese Praktiken deutschen KMU den Zugang zu internationalen Märkten erheblich. Dies dürfte ein Grund dafür sein, dass deutsche Unternehmen in der maritimen Messtechnik keine Marktführer sind (vgl. Abbildung 64).

Die BGR hat seit dem Jahr 2007 im Auftrag des BMZ ein Programm aufgelegt, über das Entwicklungsländer bei der Festlegung ihrer Grenzen unterstützt werden. Dazu gehören wissenschaftliche und technische Beratung, Datenerfassung und -verarbeitung sowie Trainingsmaßnahmen.

Der internationale Markt der Meeresforschungstechnik ist geprägt von dem sehr langfristigen Einsatz von Messsystemen. Die Verdrängung eines Marktführers aus einer derartigen Nische ist kaum möglich. Der Marktzugang kann gelingen, wenn durch das Setzen eines de-facto-Standards eine neue Nische besetzt werden kann. So ist beispielsweise der Markt für Messnetze/Floats weitgehend entwickelt. Die drei wichtigsten Unternehmen in diesem Bereich sind Sea-Bird Electronics (USA), Aanderaa (Bergen, N) und Teledyne RD Instruments (USA). Diese drei Unternehmen teilen sich rund 60 % des Weltmarktes für sehr genaue Messsysteme.

5.5.2 Ausgangslage in Deutschland

Die Maritime Mess- und Umwelttechnik liefert Grundlagen für nahezu jedes Anwendungsfeld in der Meerestechnik. Sie befasst sich generell mit der Erforschung und Vermessung der Meere. Dabei sind die Meeresböden, Küstenregionen, die Polargebiete und die Schnittstellen zu Lithospäre und Atmosphäre miteinbezogen. Diese Bereiche sind durch enge Wechselwirkungen miteinander verbunden, deren Verständnis nach wie vor erhebliche Lücken aufweist.

Die Messtechnik umfasst in der hier vorgenommenen Abgrenzung:

- Entwickler und Hersteller von teils hochtechnologischen Produkten, wie Messsystemen und -komponenten. Die Messsysteme, -instrumente und -methoden werden für spezifische Strategien zur Lösung individueller Teilaufgaben entwickelt. Neben wenigen großen Unternehmen finden sich hier vor allem kleine und mittlere Unternehmen.

- Dienstleistungsunternehmen für die Ortung, Messung und Erfassung von hydrologischen, geologisch-physikalischen, biologischen und chemischen Prozessen der Meere. Dazu gehört auch die Modellierung und Simulation von komplexen Prozessen. In Erweiterung der primären Verarbeitung der erfassten Daten kann dazu auch die Kombination mit Daten aus anderen Systemen in komplexen IT-Systemen und Anwendungen gezählt werden. Dieser Bereich umfasst nahezu ausschließlich kleine und einige wenige mittelgroße Unternehmen.

Arbeitsschwerpunkte der erfassten Unternehmen sind vor allem:

- die Entwicklung von spezifischen Produkten der Messtechnik (Sensoren, spezifische EDV, Radar, zugehörige Komponenten),
- der Service zu diesen Produkten und
- Dienstleistungen, die auf Messung und Informationsverarbeitung beruhen (Hydrographische Gutachten und Beratung, Forschungsdatenverarbeitung, Umweltmonitoring, Umweltstudien etc.).

Ein wesentliches Charakteristikum der maritimen Mess- und Umwelttechnik in Deutschland ist eine starke Verbindung mit staatlichen und öffentlichen Aufgaben. So ist für Seevermessung in der deutschen Nord- und Ostsee das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie zuständig. Ein wesentliches Tätigkeitsfeld hydrographischer Unternehmen sind Dienstleistungen im Rahmen (nationaler und internationaler) hoheitlicher Aufgaben. Bei den hydrographischen Leistungen beträgt das Verhältnis von Eigenleistungen der öffentlichen Hand und Auftragsvergaben etwa 1,5 zu 1.²²

Die maritime Mess- und Umwelttechnik wird des Weiteren durch den Bereich der Umwelttechnologien geprägt, zu deren Kernbestandteilen das Umweltmonitoring sowie Aufgaben gehören, die sich aus staatlichen Regulierungen ergeben. In Deutschland ist die Überwachung des ökologischen Zustands von Nord- und Ostsee generell eine hoheitliche Angelegenheit. Marine Ökosysteme stehen unter kontinuierlicher Beobachtung, um Zustandsveränderungen und deren Ursachen zu erfassen. Daten und Informationen zur Ökologie von Nord- und Ostsee werden im Rahmen des Bund/Länder-Messprogramms für die Meeresumwelt von Nord- und Ostsee (BLMP) erhoben und vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) zusammengestellt. Dabei werden insbesondere physikalische, chemische und biologische Parameter berücksichtigt. Die Überwachung der maritimen Umwelt bietet darüber hinaus eine wichtige technologische Schnittstelle zur Meeresforschungstechnik. Für die Erfassung und Analyse unterschiedlichster Verschmutzungsarten in Meeres- und Küstenregionen sowie in Binnengewässern sind spezielle Sensoren, Messsysteme sowie Softwarelösungen notwendig. Weitere bedeutende Themen, die die maritime Umwelttechnik charakterisieren, sind ergänzend in Kapitel 5.5.3 dargestellt.

²² Eigene Berechnung auf Basis von Tietze (o. J.).

Die Meeresforschungstechnik ist darüber hinaus im Wesentlichen von der öffentlich getragenen Meeresforschung abhängig. In Deutschland konnte in den letzten Jahrzehnten in enger Zusammenarbeit zwischen wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen und Behörden sowie kleinen und mittleren Unternehmen eine anerkannte Branche für Meeresforschungs- und Meeresüberwachungstechnik aufgebaut werden. Insbesondere die international führenden Meeresforschungsinstitute und -institutionen, die speziell in den Bereichen Polar- und Tiefseeforschung, Meeresgeologie und Erschließung neuer Energiequellen (z. B. Gashydrate), Meeresbiologie und Meeresüberwachung aktiv sind, spielen eine wichtige Rolle als Kooperationspartner für Unternehmen der Meeresforschungstechnik. Diese Behörden und Institute stellen im Wesentlichen auch die Endkunden im nationalen Kontext dar, welche die Produkte einer eher kleinen Zahl von spezialisierten Unternehmen abnehmen.

Unternehmen und Strukturen

72 Unternehmen mit etwa 800 meeres-technischen Beschäftigten

Insgesamt konnten in Deutschland 72 Unternehmen identifiziert werden, die der Maritimen Mess- und Umwelttechnik zuzuordnen sind. Diese Unternehmen haben ihre inhaltlichen Schwerpunkte zu ungefähr gleichen Teilen in der Meeresforschungstechnik, der Hydrographie und der maritimen Umwelttechnik.

	Maritime Mess- und Umwelttechnik	Anteil an der gesamten Meerestechnik
Unternehmen	72	16 %
Umsatz	184 Mio. €	1,7 %
Beschäftigte	806	3 %

Tabelle 19: Wirtschaftliche Kennzahlen der Maritimen Mess- und Umwelttechnik

Quelle: Eigene Darstellung

Diese Betriebe haben im Jahr 2008 einen Umsatz von etwa 190 Mio. € erzielt. Dies sind weniger als zwei Prozent des Gesamtumsatzes der Meerestechnik. Ein relativ großer Teil der Umsätze wurde im Bereich hydrographischer Dienstleistungen erbracht.

Etwas höher ist der Anteil der Beschäftigten in der Mess- und Umwelttechnik: mit gut 800 Personen sind hier etwa 3 % der Beschäftigten der gesamten Meerestechnik tätig. Dies weist auch auf eine unterdurchschnittliche Produktivität des Feldes hin, die sich allerdings auch durch den sehr hohen Dienstleistungsanteil und statistische Unschärfen erklären kann.

Maritime Messtechnik ist kleinbetrieblich strukturiert

Insgesamt ist die maritime Mess- und Umwelttechnik sehr kleinbetrieblich strukturiert: 16 % der Betriebe erwirtschaften mit 3 % der Beschäftigten knapp 2 % der Umsätze. Dies zeigt auch der Blick auf die Betriebsgrößen: etwa zwei Drittel der Unternehmen haben weniger als zehn Beschäftigte, insgesamt fünf von sechs Betrieben weniger als 25 Beschäftigte.

Auf die spezifische, eher kleinbetriebliche Struktur haben die Unternehmen der Hydrographie bereits vor einigen Jahren reagiert und den „German Hydrographic Consultancy Pool“ (GHyCoP) gegründet. GHyCoP ist ein wirtschaftlicher Verein und will die Größennachteile der einzelnen Unternehmen insbesondere am internationalen Markt durch Kooperationen reduzieren. An den Kooperationen sind auch wissenschaftliche und öffentliche Einrichtungen beteiligt.

Ziel ist es, komplexe und größere Aufgaben der Hydrographie auch im internationalen Markt zu bearbeiten. Ein wesentlicher Grund für die Initiative lag und liegt in den erheblichen Potenzialen bei Technik und Dienstleistungen für die Vermessung zu AWZ-Ansprüchen von Küstenstaaten.

Die Beteiligung an großen internationalen Projekten setzt nicht nur entsprechende Referenzen und ggf. eine politische Unterstützung, sondern auch einen erheblichen Ressourceneinsatz bei der Akquise voraus. Auch diese Voraussetzungen sind durch Kooperationen mehrerer Unternehmen grundsätzlich einfacher zu erfüllen. Bisher liegt hier aber noch ein Hindernis für umfassendere Aktivitäten von GHyCoP.

GHyCoP hat gemeinsam mit dem Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung das Aus- und Weiterbildungszentrum TECHAWI eingerichtet. Hier werden mit dem Know-how der Kooperationspartner hydrographische Weiterbildungen im internationalen Maßstab durchgeführt.

Die Maritime Mess- und Umwelttechnik ist damit ein kleineres Feld der Meerestechnik. Sie gewinnt ihre Bedeutung aus dem Grundlagen- und Querschnittscharakter der von ihr angebotenen Dienstleistungen und Techniken.

**Stabile Entwicklung
ohne große Dynamik in
der Vergangenheit**

Die Umsätze der Maritimen Mess- und Umwelttechnik haben sich in der Vergangenheit (seit 2005) insgesamt deutlich positiv, verglichen mit der Meerestechnik insgesamt aber relativ verhalten, entwickelt.

Dabei wurden auch zusätzliche Arbeitsplätze geschaffen. Gut die Hälfte der Betriebe hat keine Veränderungen im Personalstand vorgenommen, etwa 40 % haben mehr Beschäftigte und nur wenige Unternehmen mussten Beschäftigung abbauen. In den Jahren 2009 und 2010 (Prognose) haben etwas mehr Unternehmen Beschäftigung reduziert und deutlich weniger Unternehmen Beschäftigung aufgebaut. Die Branche scheint von der Wirtschaftskrise nicht besonders stark betroffen und relativ stabil gewachsen zu sein.

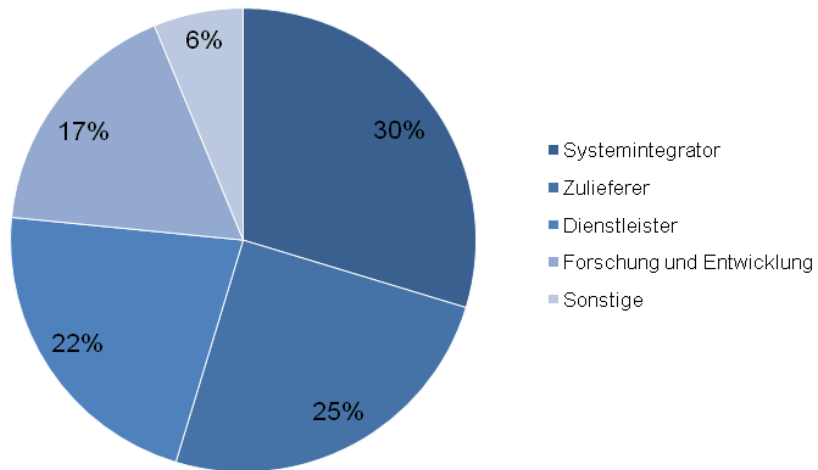


Abbildung 65: Position der deutschen Unternehmen in der Maritimen Mess- und Umwelttechnik entlang der Wertschöpfungskette

Quelle: Eigene Darstellung

In der Wertschöpfungskette der Maritimen Mess- und Umwelttechnik in Deutschland stellen Unternehmen, die Komponenten und Teilsysteme zu einem vom Endanwender nutzbaren System integrieren, mit 30 % die größte Gruppe dar. Nach den Systemintegratoren sind die Zulieferer mit einem Anteil von 25 % die zweitgrößte Gruppe. Die Fertigung von Einzelteilen oder Komponenten (22,2 %) überwiegt dabei gegenüber der Integration von Einzelteilen und Komponenten zu einem Teilsystem (2,8 %) deutlich. Mit 22 % folgen die Dienstleistungen vor der Forschung und Entwicklung (17 %). Hier sind Grundlagenforschung, anwendungsorientierte Forschung und FuE-Dienstleister mitefassen.

Nachfrage insbesondere aus Wasserbau, Wissenschaft und Offshore Wind

Die Dienstleistungen der Maritimen Mess- und Umwelttechnik werden vor allem vom Maritimen Wasserbau, der Wissenschaft, der Offshorewindwirtschaft und der Offshoreproduktion von Öl und Gas nachgefragt. Die anderen Segmente sind seltener Kunden der Messtechnik, in der Regel aber mindestens so oft wie in der gesamten Meerestechnik.

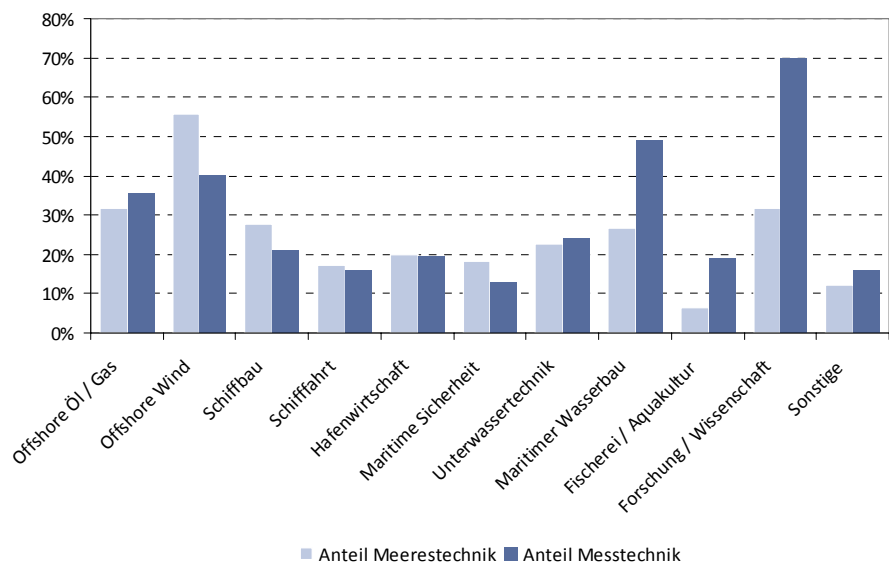


Abbildung 66: Nachfrage nach Produkten und Dienstleistungen der Maritimen Mess- und Umwelttechnik in anderen maritimen und meeresstechnischen Feldern

Quelle: Eigene Darstellung

Im Durchschnitt wurden von den messtechnischen Betrieben etwa drei Segmente genannt, die ihre Dienstleistungen nachfragen.

Die hohe Nachfrage aus Forschung und Wissenschaft erklärt sich aus meeresforschungstechnischen Zulieferungen und Dienstleistungen. Hydrographische Dienstleistungen werden – außer von der öffentlichen Hand – vor allem seitens der Offshorewindenergie und des maritimen Wasserbaus nachgefragt. Innerhalb der gesamten Meerestechnik ist die Hydrographie am stärksten auf die Offshorewindwirtschaft ausgerichtet.

Offshore Wind und Offshore Öl und Gas sind wichtige weitere Betätigungsfelder

Einen Hinweis auf die Marktstrukturen liefern auch die zweiten und dritten Anwendungsfelder der messtechnischen Unternehmen. Wichtigste weitere Tätigungsfelder der messtechnischen Unternehmen sind demnach die Offshorewindwirtschaft (ca. 30 % der Nennungen) und die Offshoreförderung von Öl und Gas (ca. 20 % der Nennungen). Ein deutlicher Schwerpunkt hydrographischer Dienstleistungen liegt dabei in der Offshorewindenergie. Die Meeresforschungstechnik ist dagegen eher auf die Offshoreförderung von Öl und Gas als weiterem Betätigungsfeld ausgerichtet.

Insgesamt sind die Unternehmen grundsätzlich recht diversifiziert aufgestellt. Mit dem relativ jungen Offshorewindmarkt ist offensichtlich ein Wachstumsfeld zum Portfolio der Messtechnik hinzugekommen. Allerdings erscheint in Teilen der Maritime Mess- und Umwelttechnik die Abhängigkeit von der Nachfrage seitens der öffentlich getragenen Wissenschaft relativ hoch.

Hohe Abhängigkeit von nationalen und internationalen Regulierungen sowie der Forschungspolitik

Die Dienstleistungen und Produkte der Maritimen Mess- und Umwelttechnik werden insgesamt zu einem relativ hohen Anteil durch die öffentliche Hand getragen oder induziert:

- Die Wissenschaft als am häufigsten genannter Kunde ist direkt von dem Einsatz öffentlicher Mittel für Forschungszwecke abhängig. Gerade die größeren Forschungseinrichtungen entwickeln selbst Geräte, angewandte Techniken und Problemlösungen – häufig in enger Kooperation mit Unternehmen der Maritimen Mess- und Umwelttechnik.
- Die Seevermessung (insbesondere AWZ) und andere hydrographische Aufgaben sind hoheitliche Aufgaben und werden von staatlichen Einrichtungen übernommen oder von diesen beauftragt.
- Das Umweltmonitoring, Umweltstudien und -gutachten ergeben sich direkt aus öffentlichen Aufgaben oder aus den Regulierungen der Umweltgesetzgebung.

Damit ist die deutsche Maritime Mess- und Umwelttechnik zu einem wesentlichen Teil von der Meeresforschung einerseits und nationalen wie internationalen meerespolitischen und umweltpolitischen Regulierungen andererseits abhängig.

In der Hydrographie hat eine Reihe von europäischen Ländern (z. B. Großbritannien, Norwegen, Schweden u. a.) in der Vergangenheit einen anderen Weg gewählt und einen großen Teil der Aktivitäten ihrer hydrographischen Ämter von privaten Unternehmen erbringen lassen. Großbritannien hat dabei z. B. die Modernisierung seiner Flotte nur

noch sehr vorsichtig vorgenommen. Schiffskapazitäten wurden zu einem großen Teil nicht erneuert, sondern durch externe Auftragsvergabe ersetzt.

Nach Aussagen mehrerer Experten hat dies zu einer deutlich effizienteren Leistungserstellung – etwa durch flexiblere Schiffsbetriebszeiten – geführt. Die Motivation lag denn auch eher in fiskalpolitischen als in ordnungspolitischen Erwägungen. Gleichzeitig konnte nach Ansicht der Experten durch die zusätzlichen Aufträge aber auch die Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit der nationalen Unternehmen gestärkt werden.

Entwicklung in der Zukunft: Umsatz- und Beschäftigungswachstum erwartet

Etwa 55 % der befragten messtechnischen Unternehmen gehen für die Jahre bis 2015 von gleich bleibenden Umsätzen aus (Meerestechnik gesamt: knapp 29 %), 45 % erwarten ein Umsatzwachstum (Meerestechnik: 66 %). Diese prognostizieren ein relativ hohes Wachstum von im Durchschnitt knapp 9 % per anno 2015. Das im Krisenjahr 2009 erwartete Wachstum ist allerdings nicht so hoch, wie in den meisten anderen meerestechnische Feldern und im Durchschnitt.

Ähnlich positiv wird die Beschäftigungsentwicklung eingeschätzt: Gut die Hälfte der messtechnischen Unternehmen erwartet steigende, knapp die Hälfte gleich bleibende Beschäftigungszahlen. Die gesamte Meerestechnik hat auch hier etwas positivere Erwartungen (60:40).

Maritime Mess- und Umwelttechnik verliert zukünftig etwas an Bedeutung

Dementsprechend verliert das Anwendungsfeld „Maritime Mess- und Umwelttechnik“ innerhalb der Meerestechnik leicht an Bedeutung: Während für das Jahr 2008 etwa jeder fünfte Betrieb die Messtechnik als Schwerpunktaktivität angegeben hat, sieht für das Jahr 2020 nur noch jedes sechste Unternehmen hier seinen Schwerpunkt. Dabei nehmen die umweltbezogenen Aktivitäten – anders als die hydrographischen und forschungsbezogenen Aktivitäten – etwas an Bedeutung zu. Allerdings ist die Belastbarkeit der Auswertung aufgrund geringer Fallzahlen hier sehr eingeschränkt. Der Anteil der Unternehmen, die die Maritime Mess- und Umwelttechnik als weiteren Schwerpunkt (zweite oder dritte Priorität) angegeben hat, bleibt gleich.

Drei von vier Unternehmen, die derzeit hauptsächlich in der Maritimen Mess- und Umwelttechnik tätig sind, werden dies nach eigenen Angaben auch im Jahr 2020 sein. Immerhin ein Viertel der messtechnischen Betriebe wird nach eigenen Erwartungen aber andere Hauptaktivitäten haben – insbesondere „sonstige“ Aktivitäten, die Offshorewindenergie oder das Küsteningenieurwesen (geringe Fallzahlen). Zu diesem Bild passt, dass Unternehmen aus anderen Feldern (2008) sich nahezu überhaupt nicht planen sich in Richtung Messtechnik zu entwickeln (zwei Nennungen insgesamt).

Die Erwartungen für die weitere Entwicklung der Maritimen Mess- und Umwelttechnik sind also insgesamt positiv, aber nicht mit einer Dynamik verbunden, wie sie in anderen Anwendungsfeldern der Meerestechnik erwartet wird. Die Branche insgesamt wird leicht an Bedeutung verlieren – auch weil ein beachtlicher Teil der Betriebe sich umorientiert. Die Maritime Mess- und Umwelttechnik hat sich stabil entwickelt und wird dies als Grundlagentechnik auch weiterhin tun, ohne nach bisherigen Erkenntnissen allerdings eine größere Dynamik zu entfalten.

Qualifizierung

Die Maritime Mess- und Umwelttechnik weist ein hohes Qualifikationsniveau auf: der Akademikeranteil liegt mit 54 % sehr hoch und auch noch leicht über dem Niveau der gesamten Meerestechnik. Der Anteil der Mitarbeiter ohne Berufsausbildung ist mit unter 2 % sehr gering.

Auch der Anteil ausbildender Betriebe ist vergleichsweise hoch: Fast die Hälfte der befragten Unternehmen haben im Jahr 2008 Fachkräfte ausgebildet (Meerestechnik gesamt: 47 %, Gesamtwirtschaft: 24 %). Interne oder externe bilden hier wie in der Meerestechnik insgesamt ungefähr neun von zehn Betrieben durch.

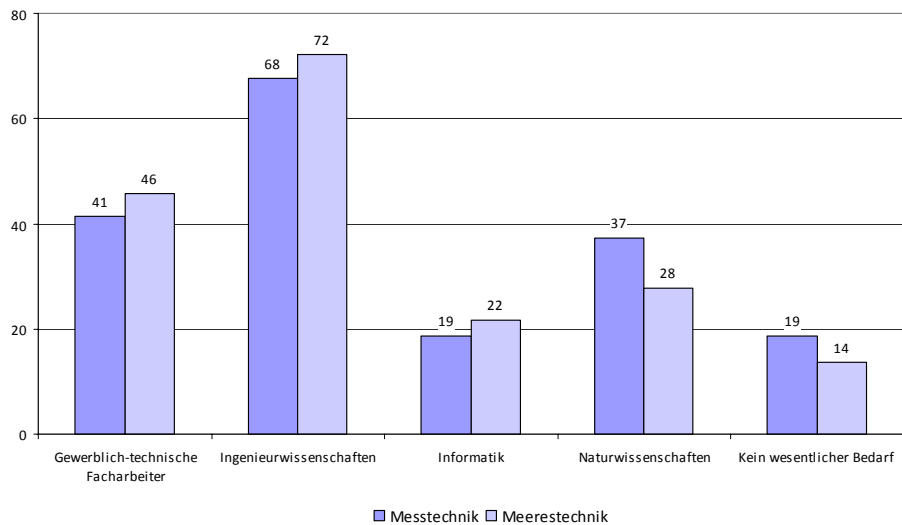


Abbildung 67: Zukünftiger Bedarf der Maritimen Mess- und Umwelttechnik in verschiedenen Berufsgruppen, Anteile der Unternehmen mit Bedarf

Quelle: Betriebsbefragung

Hoher Bedarf besteht in der Maritimen Messtechnik insbesondere in den Ingenieursberufen, aber auch bei gewerblich-technischen Facharbeitern und Naturwissenschaftlern. Insgesamt ist der Bedarf nicht ganz so hoch wie in der Meerestechnik insgesamt. So ist auch der Anteil der Unternehmen ohne wesentlichen Bedarf etwas höher als in der gesamten Meerestechnik. Lediglich Naturwissenschaftler werden etwas häufiger gesucht.

Insgesamt ist der in der Befragung geäußerte Bedarf aber als hoch einzuschätzen.

Forschung, Technologien und Innovation

Wichtige Technologien für die Maritime Messtechnik sind die Kommunikationstechnik (Daten, Funk), submarine Fahrzeuge und die Geophysik.²³ Weitere wichtige Technologien sind die Strömungsdynamik, die Kommunikation (Navigation) und die Energietechnik (hoher Anteil „sehr wichtig“). Im Vergleich zur Meerestechnik sind vor allem die

²³ Als „sehr wichtig“ oder „wichtig“ in einer Liste von vorgegebenen Technologien eingeschätzt.

Kommunikationstechnik und die Strömungsdynamik von Bedeutung. Insgesamt ergibt sich dieses Profil schlüssig aus den Tätigkeitsschwerpunkten des Feldes.

Zu den weniger wichtigen bzw. unwichtigen Technologien gehören die Verfahrenstechnik und die submarine Produktionstechnik. Hier spiegelt sich die relativ geringe industrielle und produzierende Orientierung der Maritimen Messtechnik in Deutschland wider.

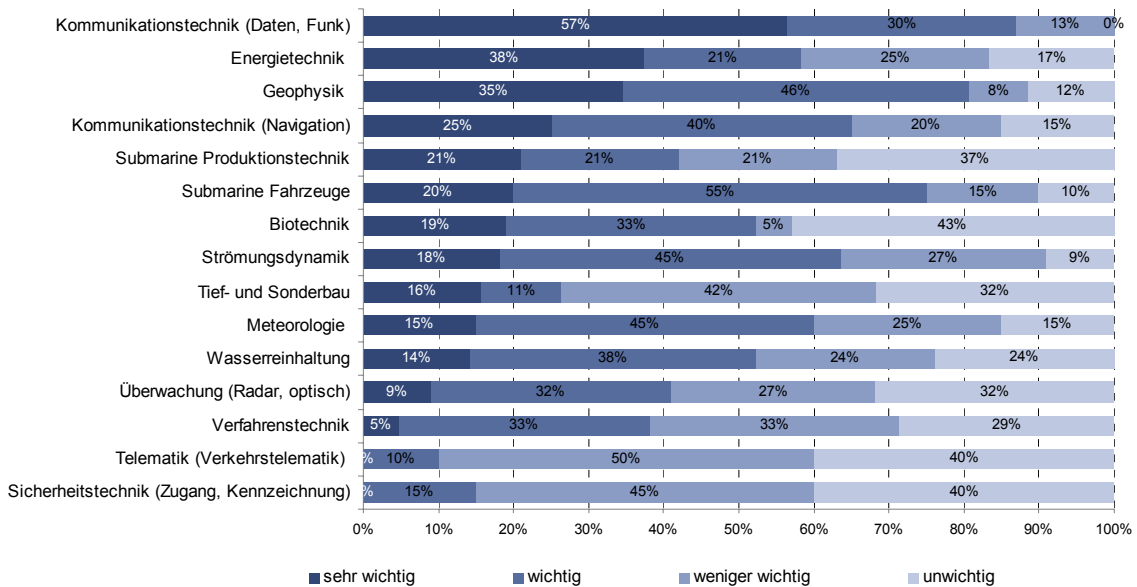


Abbildung 68: Aktuelle Bedeutung einzelner Technologien für die Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen in der Maritimen Mess- und Umwelttechnik

Quelle: Betriebsbefragung; ohne Sonstige

Einzelne Nennungen und Expertengespräche haben weitere wichtige Technologien für die zukünftige Entwicklung ergeben. Systemlösungen (Messsysteme, Messtechnik und -wartung, Subsysteme und Systeme für das Monitoring von Netzwerken) bilden dabei ein wichtiges Feld.

Zunehmende Bedeutung gewinnt der Einsatz von Autonomen Unterwasserfahrzeuge (AUV). Neben der Fahrzeugtechnik an sich sind hier die Schnittstellen dieser autonomen Systeme zur „Außenwelt“ von zentraler Bedeutung. Bisher erfordern die Messsysteme die Kontrolle und die Eingabe von Vorgaben durch eine externe Steuerstelle. Angesichts der sehr eingeschränkten Kommunikation mit AUVs ist diese Steuerung durch „künstliche Intelligenz“ zu ersetzen.

Ein weiteres Entwicklungsfeld ist die Kombination von unterschiedlichen Messergebnissen in komplexen IT-Systemen, etwa im Geoinformationssystem (GIS). Die Hydrographie hat nach Expertenangaben bei diesen Anwendungen eine Vorreiterrolle – auch bei der Entwicklung von Standards.

Interessante Nischenmärkte könnten sich zudem in den Bereichen „Detektion von Ölverschmutzung unter Wasser“, „Auffinden von Black Boxes“ und der Unterwassersensorik ergeben, wenn es gelingt, hier als erster im Markt eine überzeugende Lösung zu bieten.

Die Maritime Mess- und Umwelttechnik ist aufgrund der informationstechnologischen Entwicklungen der letzten Jahrzehnte außerordentlich wissensintensiv. Dies spiegelt sich in den FuE-Aktivitäten und auch in den Innovationen wider (vgl. Abbildung 69). Von daher verwundert es nicht, dass mit zwei von drei Betrieben ein hoher Anteil kontinuierlich Forschung und Entwicklung betreibt.

In der Vergangenheit (2005-2008) sind die FuE-Aktivitäten bei den meisten Unternehmen gleich geblieben (85 %) und bei relativ wenigen Betrieben (gut 10 %, Meerestechnik insgesamt: 20 %) intensiviert worden. In Zukunft strebt etwa ein Drittel der Unternehmen verstärkte FuE-Bemühungen an (Meerestechnik: 42 %), der Großteil geht von gleich bleibender FuE aus.

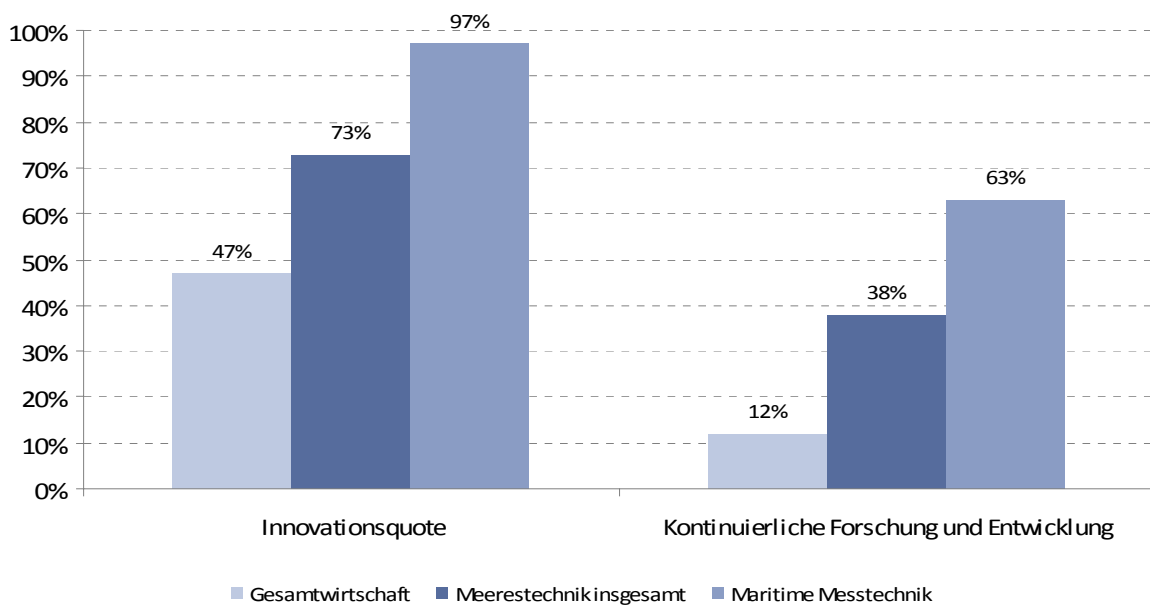


Abbildung 69: Innovationsquote (Anteil der Unternehmen mit Marktneuheiten und/oder Prozessneuheiten in den letzten drei Jahren) und kontinuierliche Forschung und Entwicklung (Anteil der Unternehmen, die kontinuierlich FuE betrieben haben) in der Maritimen Mess- und Umwelttechnik.

Quelle: Betriebsbefragung

Nahezu alle Unternehmen haben in den Jahren 2005 bis 2008 entweder neue oder merkbare verbesserte Produkte oder Dienstleistungen auf den Markt gebracht oder neue oder merklich verbesserte Verfahren eingeführt (Prozessinnovationen). Die Innovationsquote ist damit ausgesprochen hoch. Sie erklärt sich zum Teil dadurch, dass innovative Unternehmen neue Produkte, insbesondere für die Meeresforschung, entwickeln. Gleichzeitig werden offensichtlich auch Produkt- und Prozessinnovationen entwickelt, ohne dass eine kontinuierliche FuE stattfindet. Dies erklärt sich aus einem relativ hohen Anteil an Unternehmen, die vorhandene Verfahren und Produkte an spezifische Kundenwünsche anpassen und individuelle Problemlösungen finden.

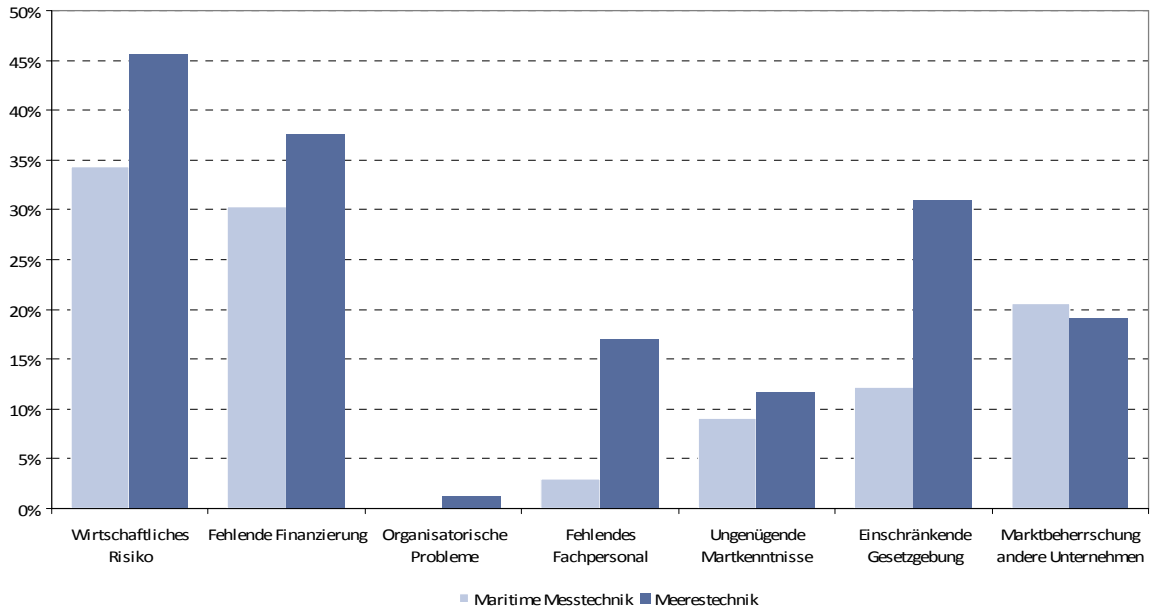


Abbildung 70: Innovationshemmnisse in der Maritimen Mess- und Umweltechnik und der Meerestechnik insgesamt, Anteil der Unternehmen mit hohen Innovationshemmnissen

Quelle: Betriebsbefragung

Die wichtigsten Hemmnisse für Produkt- und Prozessinnovationen sind das hohe wirtschaftliche Risiko und hohe Innovationskosten, die fehlenden Finanzierungsmöglichkeiten und – schon deutlich niedriger – die Marktbeherrschung durch andere Unternehmen.

Korrespondierend zu der hohen Innovationsquote werden tendenziell weniger Innovationshemmnisse wahrgenommen. Der Anteil der Unternehmen der hohe Hemmnisse sieht, ist nahezu durchgängig niedriger als in der gesamten Meerestechnik. Eine Ausnahme ist die Marktbeherrschung durch andere (internationale) Unternehmen. Hier spiegelt sich die kleinbetriebliche Struktur der Maritimen Mess- und Umweltechnik in Deutschland wider. Fehlendes Fachpersonal, fehlendes technologisches Wissen oder einschränkende Regulierungen sind dagegen offensichtlich keine wesentlichen Innovationshemmnisse.

Fazit und Ausblick

Die Maritime Mess- und Umweltechnik stellt mit einem Volumen von 10 Mrd. € (2005 bis 2009) eines der kleinsten Anwendungsfelder der Meerestechnik dar (zum Vergleich: Offshore Öl und Gas: 476 Mrd. €). Es existieren nur wenige große, international agierende sowie einige mittelgroße Unternehmen. Die meisten sind kleinere, hauptsächlich national agierende Unternehmen. Die Entwicklung entsprechender Technologien und zugehöriger Dienstleistungen wird i. d. R. von den internationalen Energiekonzernen oder den (wenigen) international positionierten Dienstleistern durchgeführt.

Dieses Bild lässt sich auch auf Deutschland übertragen. Die Maritime Mess- und Umweltechnik ist überwiegend kleinbetrieblich strukturiert. Im Jahr 2008 wurden hier lediglich zwei Prozent des Gesamtumsatzes

der Meerestechnik erzielt. Die Umsätze haben sich jedoch in der Vergangenheit deutlich positiv, im Vergleich zur gesamten Meerestechnik aber relativ verhalten, entwickelt.

Die Maritime Mess- und Umwelttechnik ist sehr wissensintensiv und besitzt ein hohes Qualifikationsniveau. Dies spiegelt sich in den FuE-Aktivitäten sowie den Innovationen wider. Zwei von drei Unternehmen betreiben regelmäßige FuE. Nahezu alle Unternehmen haben Produkt- oder Prozessinnovationen auf den Markt gebracht (2005-2008).

Ihre Bedeutung gewinnt die Maritime Mess- und Umwelttechnik aus ihrem Grundlagen- und Querschnittscharakter. Aufgrund ihres Marktvolumens ist die Offshoreförderung von Öl und Gas ein wichtiger Treiber. In Deutschland sind weiterhin der Maritime Wasserbau, die Wissenschaft und die Offshorewindwirtschaft wichtige Nachfrager. Zu einem großen Anteil werden Produkte und Dienstleistungen von der öffentlichen Hand selbst übernommen oder nachgefragt. Hier bestehen hohe fachliche Kompetenzen.

Deutsche Unternehmen nehmen international eher eine schwache Marktstellung ein. Sie fungieren als Lieferanten einzelner Hightech-Produkte oder Komponenten. Systemanbieter sind nicht vorhanden. Vor allem aufgrund fehlender Referenzen gestaltet sich der Marktzugang schwierig. Oft wird dieser durch politische Einflussnahmen oder langfristige ausgerichtete Strategien großer (staatlicher) Unternehmen bestimmt.

Eine positive Entwicklung in diesem Anwendungsfeld ist eher international zu erwarten. Die kleinbetriebliche Struktur in Deutschland stellt dabei ein potenzielles Hindernis dar. Durch Engagement in Nischenmärkten wie „Detektion von Ölverschmutzungen unter Wasser“ oder „Auffinden von Black Boxes“ sind positive Sonderentwicklungen möglich. Größere Wachstumsschübe sind jedoch nicht zu erwarten.

5.5.3 Besonderheiten des Anwendungsfeldes

Querschnittscharakter der maritimen Umwelttechnik

Mit der Zusammenlegung der maritimen Umwelttechnik, der Hydrographie und der Meeresforschungstechnik zur maritimen Mess- und Umwelttechnik wurde den ausgeprägten Überschneidungen dieser Anwendungsfelder Rechnung getragen. Den gemeinsamen Nenner bildet die Messung von Eigenschaften und Vorgängen im Meer. Innerhalb der gesamten Meerestechnik besitzt insbesondere die maritime Umwelttechnik einen ausgeprägten Querschnittscharakter. Zahlreiche Verfahren und Systeme, die zur Vermeidung oder Reduzierung von Schadstoffeinträgen in die Meeresumwelt zum Einsatz kommen, werden sowohl in der Meerestechnik als auch in anderen maritimen Branchen (z. B. Schiffbau und Zulieferindustrie) entwickelt.

Neben dem Meeresumweltmonitoring, das mit dem damit verbundenen Produkt- und Dienstleistungsspektrum einen bedeutenden Themenschwerpunkt darstellt, wird die maritime Umwelttechnik durch weitere technologische Kompetenzen geprägt, die auf Vermeidung und Bekämpfung unterschiedlicher Verschmutzungsarten der Meere zielen. Diese werden für einen Überblick im Folgenden dargestellt.

Additive und integrierte Umweltschutztechnologien

Im maritimen Umweltschutz wird generell zwischen integrierten und additiven Technologien zur Vermeidung von Umweltschäden unterschieden. Der integrierte Umweltschutz basiert auf dem Einsatz umweltfreundlicherer Produkte und Produktionsverfahren, wodurch die Umweltbelastung bereits an der Quelle vermieden bzw. verringert wird. Bei den additiven Maßnahmen (End-of-Pipe-Technologien) wird die Umweltbelastung durch nachgeschaltete Maßnahmen eingedämmt, der Produktionsprozess selbst jedoch nicht verändert. Beispiele hierfür sind Entschwefelungsanlagen oder Dieselfilter. In dieser Studie werden ausschließlich additive Maßnahmen berücksichtigt. Der integrierte Umweltschutz stellt grundsätzlich ein Querschnittsthema für verschiedenste maritime Branchen dar und ist daher nicht originär der Mess- und Umwelttechnik als Teil der Meerestechnik, sondern anderen Branchen wie z. B. der Schifffahrt oder dem Schiffbau zuzuordnen. Im Trend liegen derzeit jedoch besonders integrierte Umweltschutzmaßnahmen, die eine positive Nachfrageentwicklung verzeichnen können (vgl. Rennings 2005).

Öl- und Chemikalienbekämpfung

Für das Ökosystem Meer stellt der Eintrag von Öl und Chemikalien heute das größte Gefährdungspotenzial dar. Die Verschmutzung resultiert dabei einerseits aus Tankerunglücken und Bohrinselunfällen und wird andererseits durch industrielle Abfälle und die illegale Entsorgung von Ölresten auf Schiffen verursacht. Neben den teilweise verheerenden ökologischen Folgen können auch die wirtschaftlichen Konsequenzen gravierende Ausmaße für die betroffenen Regionen annehmen. Die Entwicklung und der Betrieb von Systemen zur Öl- und Chemikalienunfallbekämpfung gehört zu den bedeutendsten Entwicklungsbereichen der maritimen Umwelttechnik in Deutschland. Unternehmen und wissenschaftliche Einrichtungen entwickeln und erproben u. a. mechanische Separations- und Aufbereitungstechniken sowie chemische Verfahren, die auch weltweit nachgefragt werden. Zur Marktreife gebracht wurde in Deutschland kürzlich ein Unfallbekämpfungssystem, das bis zu ca. 3 m unter der Wasseroberfläche treibende Öl- und Partikelteppiche unabhängig vom Seegang aufnehmen kann.

Filtertechnologien zur Emissionsreduzierung

Die Umwelttechnik wird darüber hinaus auch in der Schifffahrt in Form additiver Technologien angewendet. Der Fokus liegt dabei auf nachgeschalteten Maßnahmen, die eine Abgabe von Schadstoffen und Produktionsrückständen in die Umwelt vermeiden, reduzieren oder Rückstände in eine weniger umweltgefährdende Form umwandeln. In der Schifffahrt werden infolge der mit Schwerölen angetriebenen Schiffsmaschinen stark umweltbelastende Emissionen freigesetzt. Den ökologischen Gefährdungen durch Kohlendioxid (CO₂), Schwefeldioxid (SO₂), Stickoxide (NO_x) und Rußpartikel wird teilweise durch Emissionsbeschränkungsvorschriften der IMO begegnet, die verbindliche Höchstgrenzen festlegen.

Die Verwendung von Schweröl als Treibstoff für Hochseeschiffe birgt vor allem Kostenvorteile. Schweröl ist umso günstiger je stärker die Verunreinigungen und damit auch die Schwefelkonzentration ausfallen. Steigende Ölpreise und ein harter internationaler Wettbewerb sorgen dafür, dass der Umstieg auf umweltschonendere Treibstoffe ökonomisch bislang keine durchsetzbare Alternative darstellt.

Entschwefelung von Schiffsabgasen

Für die Reduzierung von stark umweltgefährdenden Schwefeldioxidemissionen wurden von der IMO Grenzwerte für den Schwefelanteil im Treibstoff der Schiffe bestimmt, die für die SECAs (Sulphur Emission Controlled Areas) in Nord- und Ostsee und die übrigen weltweiten Fahrtgebiete ab 2010 gelten und bis 2020 weiter gesenkt werden. In der Folge sind technologische Lösungen gefragt, die den Schwefeldioxid-Ausstoß reduzieren. Eine Option stellt die Installation von Abgasreinigungssystemen dar, die eine Entschwefelung der Abgase vornehmen. Technologisch stehen dafür sowohl ein „trockenes“ als auch „nasse“ Verfahren, die mit Frisch- oder Salzwasser arbeiten, zur Verfügung. Diese befinden sich derzeit in der Entwicklung bzw. im Testbetrieb.

Hohe Relevanz von Umwelttechnologien in anderen meeres-technischen Anwendungsfeldern

In ihrer Funktion als Querschnittsaufgabe der meeres-technischen Wirtschaft gewinnt der Einsatz von Umwelttechnologien auch in anderen meeres-technischen Anwendungsfeldern an Bedeutung. Angetrieben wird der Aufbau spezieller umwelt-technischer Kompetenzen u. a. durch neue Gesetzgebungen und insbesondere durch verschärfte Umweltschutzvorschriften. Dies betrifft vor allem die Offshore-technik Öl und Gas, die unter Umweltaspekten in Zukunft einem noch stärkeren Regulierungsdruck unterliegen wird.

Die Relevanz des Umweltschutzes wird zudem am Beispiel der Offshorewindenergie deutlich. Entwicklung und Betrieb von Windenergieanlagen stellen dabei selbst die zentrale Umwelttechnologie dar. Ein wesentlicher Entwicklungstreiber für die Energiegewinnung im Offshorebereich ist das Erneuerbare Energien Gesetz. Unter der Maßgabe einer klimaneutralen, umweltschonenden Energieerzeugung unterliegt der Markt für Windenergieanlagen derzeit einer hohen Dynamik, wobei insbesondere deutsche Produkte weltweit nachgefragt werden. Eine enge Verknüpfung zum maritimen Umweltschutz weist darüber hinaus der Bereich Wasserbau und Küsteningenieurwesen auf. Insbesondere vor dem Hintergrund des Klimawandels werden verstärkt bauliche Schutzmaßnahmen in den Küstenzonen erforderlich. Dies erfolgt beispielsweise im Rahmen des Integrierten Küstenzonenmanagements.

Schnittmengen zur maritimen Umwelttechnik treten indirekt schließlich auch in der maritimen Sicherheitstechnik auf. Dies ist besonders im Hinblick auf technische Überwachungsfunktionen der Fall, die eine Konvergenz von sicherheits- und umweltrelevanten Zielsetzungen aufweisen.

5.5.4 Stärken-Schwächen-Analyse der deutschen maritimen Mess- und Umwelttechnik

Im Folgenden wird eine Betrachtung der gegenwärtigen Stärken und Schwächen sowie der zukünftigen Chancen und Risiken der deutschen Mess- und Umwelttechnik vorgenommen, die auf der schriftlichen und mündlichen Befragungen sowie den Recherchen im Rahmen der Studie aufbaut.

Stärken

- **Hohes technologisches Niveau**
Der Einsatz moderner, technologieintensiver Produkte und Verfahren ist in der Mess- und Umwelttechnik elementar. Zu den bedeutendsten Technologien gehören die Kommunikationstechnik (Daten, Funk), submarine Fahrzeuge und die Geophysik sowie die Strömungsdynamik und die Energietechnik.
- **Hohe Forschungsintensität**
Die Maritime Mess- und Umwelttechnik stellt ein außerordentlich wissensintensives Anwendungsfeld dar. Kontinuierliche Forschungs- und Entwicklungsarbeiten werden von jedem zweiten Betrieb betrieben.
- **Hohes Qualifikationsniveau des Personals**
Das Qualifikationsniveau in der Maritimen Mess- und Umwelttechnik ist mit einem Akademikeranteil von 54 % sehr hoch und ist auch innerhalb der Meerestechnik überdurchschnittlich. Lediglich 2 % der Mitarbeiter haben keine Berufsausbildung.
- **Hohe Exportquote**
Der internationale Absatz von Produkten und Dienstleistungen der Mess- und Umwelttechnik ist trotz der kleinbetrieblichen Strukturen gut ausgeprägt.
- **Ausgeprägte Flexibilität der Betriebe**
In der Mess- und Umwelttechnik agieren überwiegend kleine und mittlere Unternehmen, die eine hohe Reaktionsfähigkeit hinsichtlich spezifischer Entwicklungsbedarfe aufweisen. Sehr positiv ist zudem die schnelle Reaktion auf Kundenanforderungen zu bewerten.
- **Grundlagencharakter**
Für die Meerestechnik und die Maritime Wirtschaft übernimmt die Mess- und Umwelttechnik generell wichtige Grundlagenfunktionen. Die Unternehmen liefern die Informationsgrundlagen und wichtige Beratungsdienstleistungen.

Schwächen

- **Strukturierung der Branche**
Die kleinbetrieblichen Strukturen der Mess- und Umwelttechnik, geringe finanzielle Ressourcen sowie eine geringe Marktmacht gerade im internationalen Kontext sind als zentrale Wettbewerbsnachteile dieses Anwendungsfeldes einzuordnen.
- **Stark nationale Ausrichtung**
Einschränkend wirkt sich besonders ein überwiegend nationales Nachfrageprofil aus, dessen wesentliches Kennzeichen die Ausrichtung auf Bedürfnisse der öffentlichen Hand sowie der nationalen Forschung ist.

- **Planungsunsicherheiten**
Erschwerend für die Betriebe sind vor allem kurzfristige Planungshorizonte, die trotz eines langjährigen Einsatzes von Produkten entstehen.
- **Mangelnde politische Wahrnehmung**
Geringe Wahrnehmung der Meerestechnik und ihrer Exportchancen in der Außen- und Entwicklungspolitik.
- **Eingeschränkte Marktausrichtung**
Die Marktführerschaft der Betriebe in der Mess- und Umwelttechnik fokussiert maßgeblich einzelne Nischenprodukte insbesondere in sehr spezifischen Hightech-Bereichen.
- **Internationaler Wettbewerbsdruck**
In der Mess- und Umwelttechnik unterliegen die Betriebe vor allem bei neueren Entwicklungen, die gute Marktchancen versprechen, einem hohen internationalen Konkurrenzdruck.

Chancen

- **Hightech-Orientierung**
Die Betriebe der Mess- und Umwelttechnik sind außerordentlich stark auf die Entwicklung und Herstellung von Hightech-Produkten und den damit verbundenen Dienstleistungen ausgerichtet. Diese spielen auch im Export eine wichtige Rolle.
- **Wissensintensive Dienstleistungen**
Eine wichtige Kernkompetenz des Anwendungsfeldes ist die Beratung und das geowissenschaftliche Know-how für die Vermessung der AWZ in Schwellen- und Entwicklungsländern.
- **Impulse durch öffentliche Auftraggeber**
Die Zusammenarbeit mit staatlichen/öffentlichen Einrichtungen zur Erschließung internationaler Märkte (Aus- und Weiterbildung, Know-how-Transfer / Entwicklungshilfe staatlicher Einrichtungen) bildet eine starke Entwicklungsachse in der Mess- und Umwelttechnik.
- **Multinationale Zusammenarbeit als Türöffner**
Für die Mess- und Umwelttechnik bilden multinationale Kooperationsprojekte mit hohem technologischen Niveau - beispielsweise in schwierigen Fahrwassern oder im Ostseeraum - einen ersten wichtigen Schritt zur Erschließung der Märkte in den beteiligten Ländern.

- **Erfahrungswissen im öffentlichen Bereich**
Durch die bisherige Ausrichtung der Mess- und Umwelttechnik auf Leistungen für die öffentliche Hand wurden Erfahrungen gesammelt, die auch für einen Ausbau von staatlichen Einrichtungen in anderen Ländern, von Forschungseinrichtungen und bei Umweltregulierungen von Bedeutung sind.
- **Zugang zu internationalen Entscheidungsträgern**
Die Beteiligung an internationalen Gremien, z. B. durch BGR, eröffnet einen unmittelbaren Zugang zu entsprechenden Informationsquellen und ermöglicht die Beteiligung an der Entwicklung von Standards.
- **Marktpotenziale in Schwellenländern**
Weltweit bieten sich für die deutsche Mess- und Umwelttechnik durch den Aufbau nationaler Dienste und Einrichtungen in Schwellenländern Marktchancen.
- **AWZ als langfristiges Betätigungsfeld**
Vermessungsaufgaben in der Ausschließlichen Wirtschaftszone bieten insbesondere für die Messtechnik auch langfristig ein attraktives Aufgabenfeld.
- **Umweltschutzregulierungen als technologische Impulsgeber**
Speziell in der maritimen Umwelttechnik eröffnen sich infolge einer internationalen und auch nationalen Verschärfung verbindlicher Umweltschutzvorschriften neue technologische Herausforderungen. Auch für deutsche Betriebe bieten sich damit Chancen für die Entwicklung von angepassten, umweltsensiblen Produkten und Verfahren.
- **Hohe Wachstumspotenziale in der Meeresforschung**
Die Meeresforschung stellt national und weltweit ein überaus bedeutendes Forschungsfeld dar, dem auch in Zukunft beachtliche Wachstumschancen zugeschrieben werden.
- **Abhängigkeit von staatlicher Auftragsvergabe**
Die hohe Abhängigkeit von staatlichen Ausgaben in Hydrographie, Wissenschaft und Umweltüberwachung kann bei Sparmaßnahmen der öffentlichen Hand zu Problemen führen.
- **Marktverzerrungen durch politische Einflussnahme**
Der Zugang zu internationalen Märkten wird deutschen Unternehmen in einigen Fällen auch durch politische Einflussnahme (Außenpolitik, Entwicklungshilfe) in den entsprechenden Zielländern verwehrt.

Risiken

- **Zu geringe internationale Einbindung**
Die Orientierung auf nationale Märkte kann zu fehlender internationaler (technologischer) Orientierung und fehlender Einbindung in internationale Netzwerke führen.
- **Markteintrittsbarriere bei der Neuentwicklung von Produkten**
Etablierte Produkte werden in der Mess- und Umwelttechnik selten ersetzt, daher erfolgt ein Markteintritt kaum über Produktverbesserungen sondern ist vornehmlich über Produktneuentwicklungen möglich.
- **Übernahmerisiken**
In der deutschen Mess- und Umwelttechnik besteht gerade bei wirtschaftlich erfolgreichen Unternehmen die Gefahr einer Übernahme durch internationale main player.
- **Finanzierungsschwierigkeiten**
Aufgrund der zumeist kleinbetrieblichen Strukturen in der Mess- und Umwelttechnik sind die bestehenden Finanzierungsmöglichkeiten z. T. sehr begrenzt. Problematisch ist dies vor allem im Hinblick auf eine Finanzierung von Innovationsprojekten.
- **Anhaltender Fachkräftemangel**
Der Fachkräftemangel bei Ingenieuren, Informatikern und Naturwissenschaftlern sowie gewerblichen Fachkräften kann nicht ausgeglichen werden.

Auf Grundlage der vorangegangenen SWOT-Analyse zeigen sich einige prägnante Merkmale der maritimen Mess- und Umwelttechnik, die im Folgenden zusammengefasst dargestellt werden.

Stärken-Schwächen

Die maritime Mess- und Umwelttechnik bildet innerhalb der Meerestechnik ein vergleichsweise kleines Anwendungsfeld, das aufgrund seines Grundlagen- und Querschnittscharakters vor allem technologisch von Relevanz ist. Die Aufgabengebiete der Mess- und Umwelttechnik fokussieren in besonderer Weise die Erfassung von Eigenschaften, Phänomenen und Vorgängen des Meeres und der Meeresböden, die Verarbeitung der gewonnenen Daten und Informationen und die (Weiter) Entwicklung entsprechender technischer Ausrüstung. In diesem Zusammenhang werden auch benachbarte meerestechnische Felder (Offshoretechnik Öl und Gas, Offshoretechnik Wind, Unterwassertechnik) tangiert.

Die Mess- und Umwelttechnik zeichnet dabei ein überaus hohes technologisches Niveau und eine ausgeprägte Flexibilität aus. Eingesetzt werden modernste Kommunikationstechniken, submarine Fahrzeuge sowie Technologien aus Geophysik, Strömungsdynamik und Energietechnik. Eine besondere Stärke dieses Anwendungsfeldes ist in dem Kontext die ausgeprägte Forschungsintensität der Betriebe sowie das hohe Qualifikationsniveau des Personals.

Erschwerend wirkt sich hingegen die überwiegend kleinbetriebliche Strukturierung der Mess- und Umwelttechnik aus, die sich vor allem durch geringe finanzielle Ressourcen und eine eher schwache Positionierung gerade auf internationalen Märkten ausdrückt.

Chancen-Risiken

Die Mess- und Umwelttechnik ist mit ihren Produkten und Dienstleistungen überwiegend auf die Nachfrage der öffentlichen Hand sowie wissenschaftlicher Institutionen ausgerichtet. Die öffentliche Auftragsvergabe bildet auch in Zukunft ein wichtiges Standbein für die Unternehmen. Darüber hinaus eröffnet die zunehmende Bedeutung der Meeresforschung im Hinblick auf die Rohstofferkundung und die Ökologie der Meere der Mess- und Umwelttechnik beachtliche Wachstumspotenziale. Speziell im maritimen Umweltschutz fungieren internationale Regelwerke als wichtige Impulsgeber für technologische Entwicklungen. Die bislang eher gering ausgeprägte Einbindung in internationale Netzwerke und die Fokussierung auf nationale Märkte bilden hingegen nicht unerhebliche Entwicklungsrisiken. Problematisch sind in diesem Kontext vor allem die hohen Markteintrittsbarrieren gerade bei der Neuentwicklung von Produkten. Chancen für eine Verbesserung der internationalen Wettbewerbsposition können u. a. durch multinationale Kooperationsprojekte generiert werden.

Längerfristige Perspektiven

Die Nutzung der Meere als Verkehrsweg, als Rohstoff- und Energielieferant sowie als Nahrungsquelle hat in den vergangenen Jahren verstärkt an Bedeutung gewonnen. Die Meere übernehmen u. a. wichtige Funktionen wirtschaftlicher Interaktivität und der gesellschaftlichen Daseinsvorsorge. Damit einher gehen u. a. spezifische Forschungsbedarfe, insbesondere im Hinblick auf die Rohstoffexploration und erhöhte Anforderungen an den Schutz mariner Ökosysteme.

Die Meeresforschung leistet dabei wichtige Pionierarbeit für eine intelligente und umweltschonende Nutzung der Meeresressourcen. Gerade vor dem Hintergrund der weltweit steigenden Energie- und Rohstoffbedarfe wird der Meeresforschung in Zukunft weiterhin zunehmende Bedeutung beigemessen. Eine wichtige Kernaufgabe stellt hier die Vereinbarkeit wirtschaftlicher Nutzungen mit einem ökologischen Gleichgewicht dar. Die zukünftigen Herausforderungen in der Meeresforschungstechnik und in der maritimen Umwelttechnik sind in diesem Zusammenhang richtungsweisend für wirtschaftliche und technologische Entwicklungen in der Mess- und Umwelttechnik. Grundsätzlich sind diesen Bereichen auch in längerfristiger Perspektive sehr gute Entwicklungschancen zu konstatieren, von denen spezialisierte Anbieter für Messinstrumente, Sonden und Tauchroboter, IuK- und Datenverarbeitungssysteme etc. erheblich profitieren können.

Besondere technologische Entwicklungspotenziale eröffnen sich darüber hinaus in der Erkundung und Erforschung von Rohstofflagerstätten in der Tiefsee. Das wirtschaftliche Interesse an der Gewinnung von Bodenschätzen (Manganknollen, Gashydrate, Kobaltkrusten, Massiv-

sulfide etc.) in größeren Meerestiefen nimmt insbesondere vor dem Hintergrund steigender Rohstoffpreise erheblich zu. Die Tiefseeforschung stellt in diesem Zusammenhang auch für die maritime Mess- und Umwelttechnik ein wichtiges Zukunftsfeld dar.

Ableitung der Aktionsbereiche

Durch eine systematische Strukturierung der vorangegangenen Ergebnisse der Stärken-Schwächen-Analyse der maritimen Mess- und Umwelttechnik können verschiedene Aktionsbereiche abgeleitet werden (vgl. Tabelle 20). Die Aktionsbereiche kennzeichnen die Bereiche, in denen die Empfehlungen zur Stärkung der Position der deutschen maritimen Mess- und Umwelttechnik im internationalen Wettbewerb definiert werden (vgl. Kapitel 12).

Stärken	Schwächen	Chancen	Risiken	Aktionsbereich
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hohe Exportquote ▪ Ausgeprägte Flexibilität der Betriebe 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strukturierung der Branche ▪ Stark nationale Ausrichtung ▪ Planungsunsicherheiten ▪ Eingeschränkte Marktausrichtung ▪ Internationaler Wettbewerbsdruck 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hightech-Orientierung ▪ Impulse durch öffentliche Auftraggeber ▪ Multinationale Zusammenarbeit als Türöffner ▪ Zugang zu internationalen Entscheidungsträgern ▪ Marktpotenziale in Schwellenländern ▪ AWZ als langfristiges Betätigungsfeld 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abhängigkeit von staatlicher Auftragsvergabe ▪ Marktverzerrungen durch politische Einflussnahme ▪ Zu geringe internationale Einbindung ▪ Markteintrittsbarriere in der Neuentwicklung von Produkten ▪ Übernahmerisiken 	<p>▶ Märkte und Strukturen</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hohes technologisches Niveau ▪ Hohe Forschungsintensität ▪ Grundlagencharakter 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wissensintensive Dienstleistungen ▪ Erfahrungswissen im öffentlichen Bereich ▪ Umweltschutzregulierungen als technologische Impulsgeber ▪ Hohe Wachstumspotenziale in der Meeresforschung 		<p>▶ Forschung und Technologie</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mangelnde politische Wahrnehmung 			<p>▶ Image und Öffentlichkeit</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hohes Qualifikationsniveau des Personals 			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anhaltender Fachkräftemangel 	<p>▶ Qualifizierung</p>
			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Finanzierungsschwierigkeiten aufgrund kleinbetrieblicher Strukturen 	<p>▶ Finanzierung und rechtliche Rahmenbedingungen</p>

Tabelle 20: Ableitung der Aktionsbereiche aus der Stärken-Schwächen-Analyse der maritimen Mess- und Umwelttechnik

Quelle: Eigene Darstellung

5.6 Maritimer Wasserbau/Küsteningenieurwesen

Der Bereich Küsteningenieurwesen und maritimer Wasserbau umfasst die Aktivitäten zum Küstenschutz, -bau und -management, zum Hafenausbau, Seebau und zum Offshorebau.

Der Wasserbau ist insgesamt sehr breit definiert: Er umfasst u. a. den Siedlungswasserbau, den Energiewasserbau und den landwirtschaftlichen Wasserbau. Als Segment der Meerestechnik werden Wasserbau im Küstenbereich, insbesondere der Hafenausbau und das Küsteningenieurwesen berücksichtigt. Letzteres umfasst als wesentliche Teile den Küsten- und Hochwasserschutz, den Seebau und den Offshorebau. Darüber hinaus wird das Küstenzonenmanagement berücksichtigt. Räumlich umfasst das Küsteningenieurwesen die von der Tide beeinflussten Küstengebiete und die seewärts vorgelagerte Wirtschaftszone.

5.6.1 Setting the Scene

Weltweit leben rund 20 % der Menschen weniger als 25 Kilometer von der Küste entfernt. Die Küstenzonen zählen daher zu den ökologisch und ökonomisch besonders stark beanspruchten Räumen. Gerade diese Gebiete werden vom Klimawandel durch häufigere und stärkere Stürme und Extremereignisse, einen steigenden Meeresspiegel oder Salination besonders stark bedroht. Auch in Zukunft werden sich das Bevölkerungswachstum und die wirtschaftliche Entwicklung verstärkt auf die Küstenregionen konzentrieren. Damit steigen die Erfordernisse des Küstenschutzes und des Küstenzonenmanagements grundsätzlich an. Den zusätzlichen Aufgaben stehen immer knappere Mittel für die öffentlichen Aufgaben gegenüber.

Welthandel und weiter zunehmender Seeverkehr führen auch zu einem weiteren Ausbau der Häfen und der internationalen Wasserwege. In einigen Teilen der Welt wurden und werden Hafeninfrastrukturen in enormem Ausmaß ausgebaut. Gleichzeitig entstehen durch den Ausbau von erneuerbaren Energien Offshorewindparks in Küstennähe.

Arabische Raum, China und Indien - wichtige internationale Märkte

Der wirtschaftlich bedeutendste Markt ist derzeit der Ausbau von Hafeninfrastrukturen. In Folge der anhaltenden Globalisierung und mit der Erholung der Weltwirtschaft werden die maritimen Verkehrsinfrastrukturen auch in Zukunft die zentrale Funktion in der globalen Güterverteilung einnehmen. Der wachsende Seetransport und der Einsatz von immer größer werdenden Seeschiffen verlangen neue oder ausgebaut (Tiefwasser-)Häfen. Trotz der gegenwärtigen Ladungsrückgänge im internationalen Containerverkehr gibt es weiterhin Kapazitätsengpässe. Von dieser Entwicklung am stärksten betroffen sind die aufstrebenden Schwellenländer.

In Indien hat die Regierung deshalb ein massives maritimes Entwicklungsprogramm aufgesetzt. Ein wesentlicher Programmschwerpunkt ist der Ausbau der insgesamt 12 Haupthäfen sowie der 185 so genannten „Nicht-Haupthäfen“. Dabei wird sowohl die Fläche als auch die Zahl der Anlegemöglichkeiten ausgebaut. Gleichzeitig werden die Fahrrinnen an

den größeren Tiefgang der Schiffe angepasst. Bis 2020 sollen rund 10,7 Mrd. Euro in indische Häfen und 7,04 Mrd. Euro in die Schifffahrt investiert werden (vgl. Ruppik, D. 2009).

Auch in China werden die Ausbauanstrengungen stark vorangetrieben. Riesige moderne Hafenanlagen wie z. B. der Tiefseehafen Yangshan entstehen. Rund 5,25 Mrd. werden in den neuen Überseehafen investiert, der bis zum Jahr 2020 fertig gestellt werden soll.

Neben dem Hafenausbau erfordern die wachsende Größe der Schiffe und das wachsende Frachtaufkommen die Vertiefung bedeutender Seefahrtstraßen. Ein Bauprojekt von gigantischem Ausmaß ist der Ausbau des Panamakanals. Auch andere Seefahrtswege wie der Suezkanal müssen ständig vertieft werden um den Anforderungen der modernen Schiffe gerecht zu werden.

Um diese Großprojekte abwickeln zu können wird von den Schwellenländern internationales Know-how nachgefragt. Das gilt besonders für Planungs- und Beratungsleistungen. Marktprägend sind dabei größere Unternehmen aus Großbritannien (z. B. Royal Haskoning (NL/GBR) oder HR Wallingford (GBR)), den Niederlanden (z. B. Royal BAM-Group) und auch zunehmend aus Asien (z. B. Penta-Ocean (JAP)). Auch chinesische Baufirmen drängen verstärkt auf die internationalen Märkte. Bedingt durch gute Referenzen im eigenen Land entwickeln sie eine hohe Wettbewerbsfähigkeit.

Vorsorglicher Küstenschutz ist weltweit eine große Herausforderung

Küstenzonen unterliegen einer ständigen Veränderung durch natürliche Prozesse wie Seegang, Sturmfluten, Gezeiten, Erosion und Sedimentation. Der Küsten- und Hochwasserschutz gewinnt in Folge des globalen Klimawandels auch in den kommenden Jahren weiter an Bedeutung. Die Klimafolgen zeigen sich an häufigeren Extremereignissen und möglicherweise auch an einem Anstieg des Meeresspiegels. Abschätzungen zu den weltweiten Kosten für notwendige Küstenschutzmaßnahmen, bei einem Anstieg des Meeresspiegels um einen Meter, reichen von etwa 13 bis 47 Milliarden Dollar pro Jahr (vgl. Brooks, N. et al. 2006).

In den nächsten Jahren sind daher hohe Investitionen in den Bau und Ausbau von Deichen und Schutzwerken notwendig. Dazu gehört auch der Bau von Sturmflursperrwerken oder die Inselsicherung. Auch hier wird in den nächsten Jahren und Jahrzehnten vermutlich eine hohe Nachfrage nach Know-how und wissensintensiven Dienstleistungen (engineering, consulting) aus dem Küsteningenieurwesen entstehen, bzw. weiter wachsen. In diesem Zusammenhang gewinnt das Integrierte Küstenschutzmanagement (IKM) stark an Bedeutung. Im Mittelpunkt stehen dabei die Erforschung, Bewertung und Berücksichtigung der möglichen Konsequenzen und Wechselwirkungen des Klimawandels auf die Küstenzonen. Die Risiken müssen frühzeitig identifiziert werden, um entsprechend Strategien zur Abminderung oder Anpassung zu entwickeln und so die nachhaltige Entwicklung der Küstenzonen sicherzustellen.

Einige Länder haben sich hier bereits erfolgreich an Teilmärkten etabliert. So verfügen niederländische Unternehmen und Forschungseinrichtungen aufgrund der topografischen Situation ihres Landes über ein renommiertes Know-how in der Sicherung von Küstenzonen. Diese Ingenieursleistungen werden daher gezielt international angeboten z. B. in Kooperationen mit Forschungseinrichtungen (Deltaris, NL oder DHI, Dänemark).

Zum Küstenschutz sind auch intelligente Frühwarnsysteme, insbesondere vor Tsunamis, zu zählen. In diesem Grenzbereich zur Maritimen Messtechnik sind – angestoßen durch öffentlich geförderte Forschungs- und Entwicklungsprojekte – Mess- und Warnsysteme entstanden, die z. B. auch im Mittelmeer angewendet werden können.

Offshore-Wind bietet mittelfristig große Marktchancen

Zu den Offshore-Bauwerken gehören z. B. Windenergieanlagen auf See, Messstationen, Bohrförderplattformen für Öl und Gas sowie Baumaßnahmen zur Landgewinnung im Hafen.

Die größten Marktpotenziale ergeben sich im Zuge des geplanten Ausbaus der Windenergie auf See. Das betrifft die Bereiche Planung, Überwachung und Auswertung von geotechnischen Untersuchungen (Baugrunduntersuchungen) aber auch die Errichtung der Windenergieanlagen.

Landgewinnung gewinnt international an Bedeutung

Insbesondere in den stark wachsenden Volkswirtschaften wie China spielt die Landgewinnung eine wichtige Rolle. Zum Beispiel werden in Shanghai riesige Gebiete eines Flussdeltas urbar gemacht. Auch in den Arabischen Emiraten sind entsprechende Investitionen von mehreren Milliarden Euro vorgesehen. Deutsche Unternehmen sind an diesen Großprojekten allerdings nicht beteiligt.

Marktpotenzial und deutsche Beteiligung

Prosperierender internationaler Markt

Das internationale Marktwachstum betrug 2008 nach Angaben der befragten Betriebe rund 15,3 %, und war damit niedriger als in der Meerestechnik insgesamt (20,5 %)

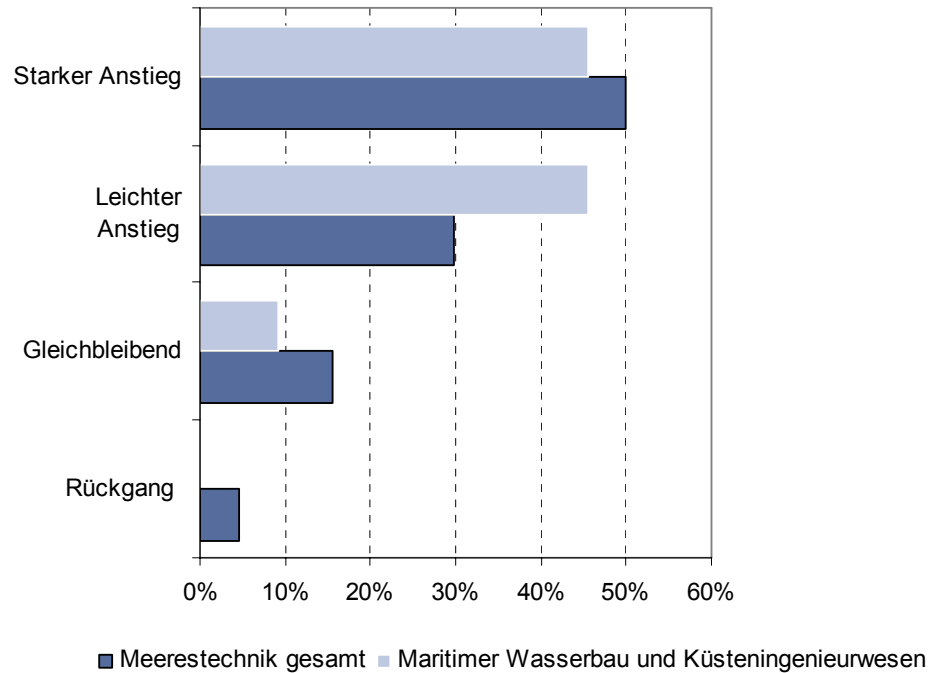


Abbildung 71: Erwartete Entwicklung des Wachstums im Anwendungsfeld Maritimer Wasserbau/Küsteningenieurwesen bis zum Jahr 2020

Quelle: Betriebsbefragung, eigene Darstellung

Mit Blick auf die zukünftige Entwicklung erwarten insgesamt über 90 % der befragten Unternehmen grundsätzlich einen wachsenden Weltmarkt. Knapp die Hälfte von ihnen geht weltweit von einem sehr starken Anstieg aus – etwas weniger als in der Meerestechnik insgesamt. Dafür werden aber auch keine Rückgänge erwartet.

Im leichten Gegensatz zu diesen positiven Erwartungen der allgemeinen Entwicklung auf den Weltmärkten stehen die Erwartungen der deutschen Unternehmen bezüglich ihrer Auslandsumsätze. Ein starker Anstieg der Auslandsumsätze wird nur von einzelnen Befragten erwartet (in Deutschland, Großbritannien und im arabischen Raum, hier eine Nennung) und ist statistisch nicht belastbar. Die überwiegende Anzahl der Unternehmen erwartet leichte Anstiege (Deutschland, übriges Europa, China) und vor allem gleich bleibende Umsätze bis zum Jahr 2020.

Wettbewerbssituation

Deutsche Kompetenzen werden überwiegend in der Planung, Projektierung und Beratung nachgefragt. In diesen Bereichen haben einige größere Ingenieurgesellschaften eine gute Reputation. Darüber hinaus sind deutsche Unternehmen nur in geringem Maße international tätig (vgl. genauer Kapitel 5.6.2). Der Marktzugang für die eher kleinen mittelständisch geprägten Wasserbauunternehmen ist schon aufgrund der fehlenden Größe schwierig. Zudem erfolgt ein Marktzugang häufig in Zusammenhang mit entwicklungspolitischen Projekten (und Finanzierungen). So ist es in einigen Ländern üblich, ein Angebot in Kombination mit einem günstigen staatlichen Kredit zu verknüpfen.

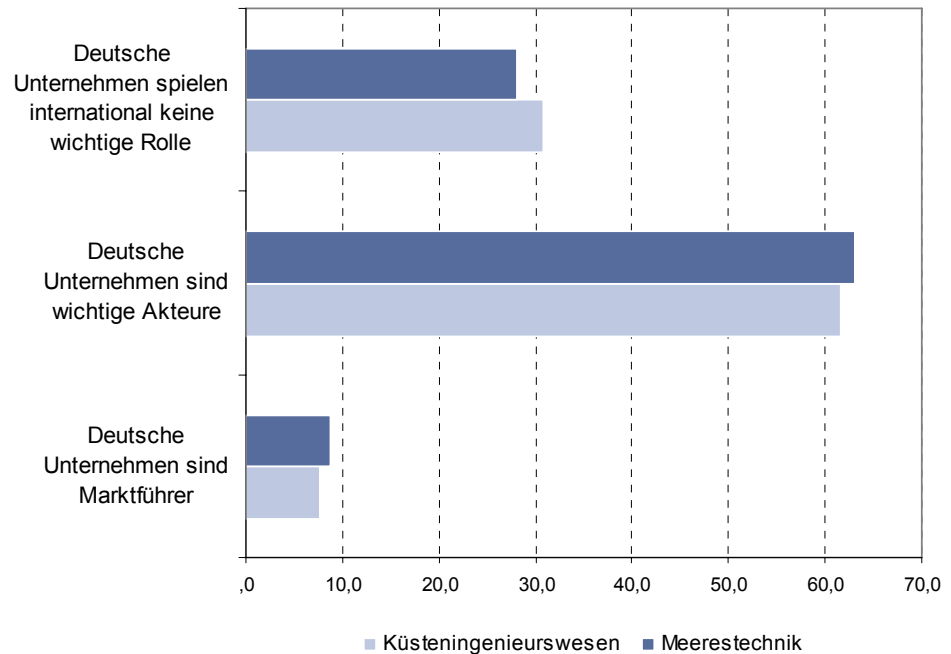


Abbildung 72: Marktposition deutscher Unternehmen im Maritimen Wasserbau/Küsteningenieurwesen im internationalen Markt

Quelle: Betriebsbefragung, eigene Darstellung

Die beschriebene Situation korrespondiert mit den Ergebnissen der Betriebsbefragung. Lediglich 8 % sehen in deutschen Unternehmen internationale Marktführer. In der Meerestechnik insgesamt (einschließlich maritimer Wasserbau) sind es 9 %. Immerhin 62 % der Befragten halten deutsche Unternehmen für wichtige Akteure (Meerestechnik insgesamt 63 %). Damit ist die Marktposition im maritimen Wasserbau und Küsteningenieurwesen durchaus vergleichbar mit der Meerestechnik insgesamt.

5.6.2 Ausgangslage in Deutschland

2010 deutscher Einstieg in die energiewirtschaftlich relevante Nutzung

Der Maritime Wasserbau und das Küsteningenieurwesen befassen sich mit der Planung und Umsetzung von meeresbezogenen Wasserbauten. Dazu zählen Seehäfen, Offshore-Bauwerke sowie Maßnahmen zum Küstenschutz (Hochwasserschutzwände, Deiche). Auch die Landgewinnung ist Teil des maritimen Wasserbaus. Für die heimische Wirtschaft spielt diese allerdings nur eine untergeordnete Rolle.

Ein interessanter neuer Markt entsteht gegenwärtig mit dem Ausbau der Offshorewindenergie. Potenziale ergeben sich für den Maritimen Wasserbau und das Küsteningenieurwesen vor allem bei der Errichtung der Windenergieanlagen auf See. Dazu müssen aber auch die Hafeninfrastrukturen an die Dimensionen und das Gewicht der Anlagen angepasst werden. Mittelfristig entsteht hier ein Wachstumsmarkt – wie auch das Engagement großer Marktführer (Hochtief CEM, Strabag AG) und größerer Ingenieurbüros (Inros Lackner AG, Overdick, IMS) zeigt. Im internationalen Markt besteht aber auch eine ausgeprägte Konkurrenz mit Unternehmen, die sich u. a. durch den Ausbau der Offshorewindenergie in Großbritannien bereits profiliert haben.

Aus diesem breiten Tätigkeitsspektrum ergeben sich unterschiedliche Arbeitsschwerpunkte für die identifizierten Unternehmen. Insgesamt lassen sich die Unternehmen in drei Gruppen klassifizieren:

- große international ausgerichtete Bauunternehmen, die ein breites Spektrum der Leistungserstellung selbst abdecken (maritimer Wasserbau),
- kleinere regionale Betriebe aus dem Wasserbau, die meist im Unterauftrag der großen Baufirmen agieren,
- mittelgroße, Ingenieurdienstleister mit einem breiten Tätigkeitsportfolio (Küsteningenieurwesen), die auch auf internationalen Märkten erfolgreich sind und
- kleinere Ingenieurbüros, die am heimischen Markt, in Nischen oder in Zusammenarbeit mit größeren Unternehmen agieren.

Das Segment ist durch einen hohen Anteil öffentlicher Einrichtungen und öffentlicher Nachfrage charakterisiert. Eine zentrale Rolle spielen dabei die Wasser- und Schifffahrtverwaltung des Bundes (zuständig für Bereitstellung, Pflege und Überwachung der Wasserstraßen), die Deichverbände für den Küstenschutz sowie die Hafengesellschaften, die sowohl selbst operativ tätig sind aber vor allem als wesentliche Nachfrager für die Wirtschaft fungieren. Bedingt durch eine relativ stabile Nachfrage der öffentlichen Hand ist die Branche stark auf den nationalen Markt ausgerichtet.

Status quo im deutschen Küsteningenieurwesen

41 Unternehmen mit
rund 1.200 Beschäftigten

Insgesamt wurden in einer Bottom-Up-Recherche 41 privatwirtschaftliche Unternehmen aus dem maritimen Wasserbau/Küsteningenieurwesen identifiziert. Diese Unternehmen beschäftigten rund 1.200 Mitarbeiter und erwirtschafteten 2008 einen Umsatz von rund 550 Mio. €. Hierbei sind die Beschäftigten aus der öffentlichen Verwaltung nicht erfasst. Innerhalb der Branche ist zwischen dem Küsteningenieurwesen und dem originären Wasserbau zu unterscheiden. Dem maritimen Wasserbau zugeordnet sind die weniger technologieintensiven Baubetriebe, die operativ tätig werden. Das Küsteningenieurwesen umfasst technisch anspruchsvolle wasserbauliche Dienstleistungen wie Planung, Projektierung und Beratung.

	Küsteningenieurwesen	Anteil an der gesamten Meerestechnik
Unternehmen	41	7 %
Umsatz	550 Mio. €	5 %
Beschäftigte	1.200	5 %

Tabelle 21: Wirtschaftliche Kennzahlen des deutschen maritimen Wasserbaus/Küsteningenieurwesens

Quelle: Eigene Darstellung

Auf Basis der hier vorgenommenen engeren Definition wurden lediglich solche Betriebe berücksichtigt, die im Küstenbereich tätig sind (Hafenbau, Offshore). Zum Teil wurde der Umsatz- und Beschäftigtenanteil bei den größeren Bauunternehmen für die relevanten Geschäftsfelder geschätzt. Ebenfalls abweichend von der amtlichen Statistik wurden zudem spezifische Ingenieurdienstleistungen im Küsteningenieurwesen betrachtet.

Der maritime Wasserbau und das Küsteningenieurwesen machen mit 7 % der Betriebe und 5 % der Beschäftigten einen relativ kleinen Anteil an der gesamten Meerestechnik aus. Sie sind damit auch von unterdurchschnittlicher Betriebsgröße.

Klein- und mittelständische Betriebsstruktur

Insgesamt zeichnen sich der maritime Wasserbau und das Küsteningenieurwesen – abgesehen von einigen international aufgestellten Bauunternehmen – überwiegend durch eine klein- und mittelständische Betriebsstruktur aus: Im Durchschnitt haben die Unternehmen etwa 30 Beschäftigte; rund drei Viertel beschäftigen weniger als 50 Mitarbeiter.

In der Mehrzahl handelt es sich bei den Klein- und Kleinstbetrieben um planerisch tätige Ingenieurdienstleister. Die übrigen größeren Unternehmen mit mehr als 50 Beschäftigten stammen aus dem Baugewerbe. Diese erwirtschaften rund zwei Drittel der gesamten Umsätze in diesem Segment.

Maritime Bauleistungen sind wichtigstes Geschäftsfeld

Mit Blick auf das Produkt- bzw. Dienstleistungsangebot der befragten Betriebe dominieren meeresbezogene Bauleistungen (47 %), angefangen von Baggerungen und Flächenaufspülungen über den Bau von Häfen und Hochwasserschutzwänden bis hin zu der Errichtung von Offshore-Windparks. Die Planung, Beratung und Projektierung von maritimen Wasserbauprojekten rangiert auf dem zweiten Platz (24 %). Dazu gehören etwa Konzept- und Machbarkeitstudien, Bauwerksuntersuchungen, Baugrunderkundungen und Spezialvermessungen.

Produktivitätszuwächse durch steigende Umsätze

In der Vergangenheit verzeichneten die Betriebe im maritimen Wasserbau und im Küsteningenieurwesen Produktivitätszuwächse: Eine positive Umsatzentwicklung ging mit einer verhalten positiven Beschäftigungsentwicklung einher.

Räumliche Verteilung

Räumlich verteilen sich die Betriebe ausschließlich auf die norddeutschen Küstenländer. Besonders stark vertreten ist die Branche in Niedersachsen und Hamburg. Generell konzentrieren sich die Ingenieurbüros und Bauunternehmen in unmittelbarer Nähe zu ihren Auftraggebern (Hafengesellschaften, Schifffahrtsämter etc.). Die großen Bauunternehmen wie die die HOCHTIEF Construction AG oder die Bohlen & Doyen Bauunternehmung GmbH haben für das Geschäftsfeld maritimer Wasserbau separate Niederlassungen in Norddeutschland eingerichtet.

Marktstruktur und Marktakteure

Starke Ausrichtung auf Heimmarkt

In Deutschland selbst ist der Wasserbau überwiegend auf den Heimmarkt ausgerichtet und exportiert in relativ geringem Umfang. Nur einige Unternehmen sind international tätig. Dazu zählen z. B. die F+Z Baugesellschaft mbH, die als Tochterunternehmen der Bilfinger Berger AG vor allem Fundamente von Offshorewindanlagen errichtet oder die Inros Lackner AG auf dem Gebiet der Hafenanlagen. Die Exportquote bleibt mit insgesamt 13 % weit hinter dem gesamtwirtschaftlichen Durchschnitt als auch hinter der Meerestechnik insgesamt zurück.

Der nationale Markt wird von wenigen großen Unternehmen dominiert. Allerdings ist hier zwischen den baulichen und den planerischen Tätigkeiten zu unterscheiden.

- Der maritime Wasserbau wird von den einschlägigen großen Bauunternehmen geprägt. Um im Spezialwasserbau tätig zu werden, werden teure Geräte benötigt, die nur begrenzt zur Verfügung stehen. Dazu gehören z. B. schwimmende Arbeitseinheiten, die vor allem für Bagger- und Rammarbeiten genutzt werden, Hubinseln (Jack-up Barges) oder Kranschiffe. Bei größeren Projekten wie z. B. dem Bau des Tiefwasserhafens in Wilhelmshaven werden zudem Unteraufträge an lokal ansässige Betriebe erteilt. Diese sind zumeist im Baugewerbe bzw. im allgemeinen Wasserbau verortet.
- Wasserbauliche Dienstleistungen wie Konzeptplanung, technische Detailplanung und Projektmanagement werden überwiegend von mittelständischen Ingenieurunternehmen umgesetzt. Diese Unternehmen treten häufig als Generalplaner auf und verfügen über ein breites Tätigkeitsportfolio, das weit über den maritimen Wasserbau hinausreicht. Relevante Marktakteure sind hier z. B. die Inros Lackner AG, die IMS Ingenieurgesellschaft mbH, die BDC Dorsch Consult Ingenieurgesellschaft mbH oder die Sellhorn Ingenieurgesellschaft mbH. Zum Teil arbeiten die Ingenieurbüros projektbezogen mit kleineren Consultingunternehmen zusammen, um sich das notwendige Spezial-Know-how zu beschaffen (z. B. auf dem Gebiet der Baugrunduntersuchung, IT-Systeme etc.).

Marktpotenziale

Hafenbau und -modernisierung

Zu den wirtschaftlich relevantesten Märkten für den maritimen Wasserbau und das Küsteningenieurwesen gehören die Planung, der Bau und die Instandhaltung der deutschen Hafenanlagen. Die Auftraggeber sind vor allem die Hafengesellschaften (Hamburg Port Authority (HPA), bremenports GmbH & Co. KG, Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG).

In Bezug auf den Neubau oder die Modernisierung von Hafenanlagen in Deutschland sind die Marktpotenziale begrenzt auf die Hafenstandorte. Das national bedeutendste Projekt der letzten Jahre ist der Bau des Tiefwasser-Containerhafens Jade-Weser-Port. Rund 600 Mio. Euro sind

in die Baumaßnahmen investiert worden, an denen insbesondere deutsche Unternehmen beteiligt waren. Ein weiteres Großprojekt ist der Bau der Bremerhavener Kaiserschleuse. Mit Investitionskosten von 233 Millionen Euro ist es das gegenwärtig größte Schleusenbauprojekt Europas.

Weitere Potenziale ergeben sich durch den Ausbau der Offshorewindenergie. So sind spezielle Schwerlastplattformen und Terminals notwendig, um die tonnenschweren Anlagen zusammenzubauen und anschließend verschiffen zu können. In Bremerhaven soll beispielsweise ein neuer Offshorehafen entstehen.

Große Marktpotenziale liegen vor allem im internationalen Hafenausbau. Allerdings spielen ausländische Märkte für deutsche Unternehmen nur eine untergeordnete Rolle. Nur einige Unternehmen sind international tätig. Zudem sind einige deutsche Ingenieurbüros an der Hafenplanung internationaler Projekte beteiligt.

Neben dem Neubau von Hafeninfrastrukturen ergibt sich eine stabile Nachfrage durch die anfallenden Modernisierungs- und Instandhaltungsmaßnahmen. Um die Wassertiefen der Häfen zu erhalten müssen kontinuierlich erhebliche Baggerleistungen erbracht werden.

Küstenschutz

Ein weiterer Investitionsbedarf besteht im Hochwasser- und Küstenschutz – auch als Reaktion auf die Folgen des Klimawandels und den Anstieg des Meeresspiegels. Im Mittelpunkt stehen die Entwicklung und der Bau von konzeptionellen Stabilisierungsmaßnahmen an gefährdeten Küstenabschnitten. Der Neubau von Deichen, Sperrwerken, Hochwasserschutzwänden oder Wellenbrechern ist national betrachtet eher ein kleiner Bereich. Der Fokus richtet sich darauf, bestehende Anlagen an die neuen Erfordernisse anzupassen und zu ertüchtigen (Maintenance). Ebenso wie der Hafenausbau ist das Segment insgesamt durch einen hohen Anteil öffentlicher Einrichtungen und öffentlicher Nachfrage charakterisiert. Der Küstenschutz ist Ländersache und eine hoheitliche Aufgabe. Daher wird die gesamte Planung von den Verwaltungen der Länder durchgeführt. Jährlich investieren die Küstenländer rund 100 Mio. Euro zum Schutz ihrer Küsten (Flottenkommando der Marine, 2007: S. 5-26).

Ein interessantes Potenzial im Küstenschutz liegt auch in technologisch anspruchsvollen Frühwarnsystemen. Hier ist auf Basis von Forschungsprojekten in der Zusammenarbeit von Forschungseinrichtungen und KMU ein grundsätzlich konkurrenzfähiges Echtzeitsystem entwickelt worden.

Offshorebauwerke

Mit dem Ausbau der Offshorewindenergie ergeben sich auch für die Betriebe des maritimen Wasserbaus und des Küsteningenieurwesens neue Marktpotenziale. Das betrifft z. B. die Errichtung der Gründungsstrukturen, den Bau der Umspannwerke oder die Netzanbindung der Offshorewindparks.

Bislang sind zum einen die international tätigen Baukonzerne wie die Hochtief Construction AG, die STRABAG AG und die Bilfinger Berger AG zum anderen auch Ingenieurbüros wie die Inros Lackner AG, die IMS Ingenieures. mbH oder die Overdick GmbH an der Errichtung von Offshorewindparks in der deutschen Nordsee beteiligt. Die Beteiligung an der Errichtung internationaler Windparks z. B. in Großbritannien wird aktiv betrieben.

Zukünftige Entwicklung

Krisenfeste Branche mit stabiler Umsatz- entwicklung

Bis zum Jahr 2015 rechnet die Hälfte der befragten Betriebe mit einer Umsatzsteigerung, 44 % mit gleichbleibendem Umsatz, lediglich 6 % erwarten einen Rückgang. Insgesamt ergibt sich für die Branche ein jährliches Umsatzwachstum von 3 % bis 5 % bis 2015. Im Vergleich zur Meerestechnik insgesamt fällt die Wachstumsdynamik verhalten aus.

Die erwarteten Umsatzzuwächse werden überwiegend in Deutschland erzielt. Als weitere Wachstumsregionen werden – statistisch nicht belastbar – Großbritannien und der arabische Raum genannt. Die größten wirtschaftlichen Potenziale liegen nach Ansicht der Befragten vor allem in der Errichtung von Offshorewindparks und dem Bau von Hafenanlagen.

Die steigende Umsatzentwicklung in den vergangenen Jahren und die erwarteten positiven Prognosen zeigen, dass die Branche insgesamt relativ krisenfest ist. Ursächlich dafür ist auf der einen Seite der große Anteil an öffentlichen Aufträgen, der den Unternehmen eine gewisse Planungssicherheit ermöglicht. Zum anderen liegt die Stabilität auch an der Diversifikation und der Struktur des maritimen Wasserbaus. Die großen Baukonzerne haben die Möglichkeit, ihre Beschäftigten flexibel einzusetzen. Ähnlich verhält es sich bei den größeren Ingenieurunternehmen aus der Planung und Projektierung, die ebenfalls in mehreren Geschäftsfeldern agieren und als „Allrounder“ das Tätigkeitsportfolio ausweiten können.

Qualifizierung

Ebenso wie die anderen Felder der Meerestechnik zeichnen sich der Maritime Wasserbau und das Küsteningenieurwesen durch ein hohes Qualifizierungsniveau aus. Über die Hälfte der Beschäftigten (54 %) hat ein meist ingenieurwissenschaftliches Studium absolviert. Weitere 44 % verfügen über eine berufliche Ausbildung. Der Anteil der Ungelernten ist mit 3 % gering.

Bei der Rekrutierung von Fachkräften setzt die Branche stark auf eigene Aus- und Weiterbildungsaktivitäten. Insgesamt bilden 47 % der Betriebe eigene Fachkräfte aus (Meerestechnik ebenfalls 47 %). Das ist im Hinblick auf die relativ kleinteilige Beschäftigtenstruktur ein hoher Wert. Zudem gaben alle befragten Unternehmen an, entweder intern oder extern weiterzubilden. Über die Hälfte der Betriebe sieht zusätzlich zu den bereits durchgeführten Maßnahmen mehr Bedarf an Weiterqualifizierung ihrer Mitarbeiter. Dabei steht vor allem die Vermittlung von berufsspezifischen Kenntnissen im Vordergrund.

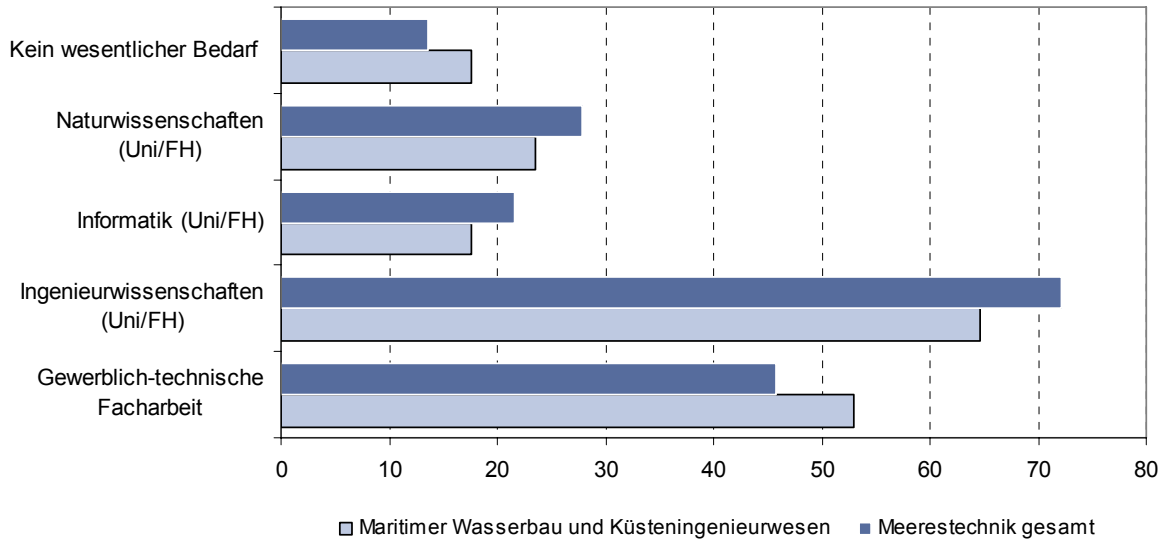


Abbildung 73: Zukünftiger Bedarf im maritimen Wasserbau/ Küsteningenieurwesen in verschiedenen Berufsgruppen, Anteile der Unternehmen mit Bedarf (in Prozent).

Quelle: Betriebsbefragung, eigene Darstellung

Der Fachkräftebedarf wird in den nächsten Jahren kontinuierlich steigen. Der zukünftige Personalbedarf besteht vor allem bei Ingenieuren und gewerblich-technischen Fachkräften (vgl. Abbildung 73). Der Bedarf bei akademischen Fachkräften ist etwas niedriger als in der Meerestechnik insgesamt.

Technologie, Forschung und Innovation

Als zentrale Technologien wurden von den befragten Betrieben insbesondere der Tief- und Sonderbau, die Strömungsdynamik sowie die Meteorologie genannt. Die Technologieorientierung ist im maritimen Wasserbau und im Küsteningenieurwesen im Vergleich zur Meerestechnik schwächer ausgeprägt.

Geringe Aufwendungen für FuE

59 % der Unternehmen führen eigene FuE-Aktivitäten (Gesamtwirtschaft: 23 %) durch. Jeder vierte Betrieb leistet FuE sogar kontinuierlich. Allerdings liegt die FuE-Intensität – der Anteil der FuE-Aufwendungen als Anteil am Umsatz – mit 0,8 % weit unter dem Wert für die Meerestechnik insgesamt (2,5 %).

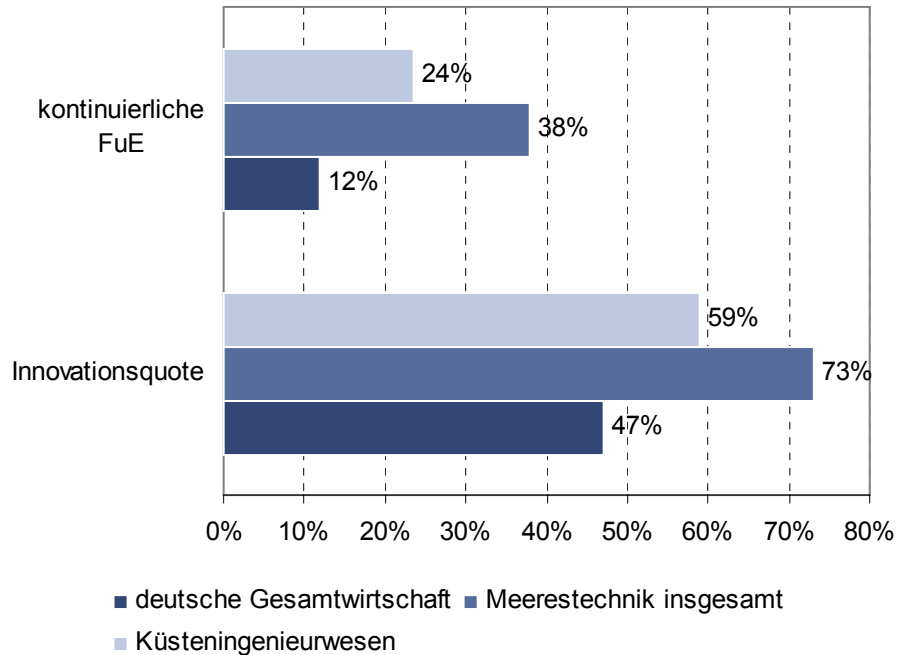


Abbildung 74: Innovationsquote und FuE-Aktivitäten im Bereich maritimer Wasserbau/Küsteningenieurwesen

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis der Befragungsergebnisse.

Ausgeprägte Innovationsstätigkeit

Der Anteil der innovierenden Betriebe liegt mit 59 % deutlich über dem gesamtdeutschen Vergleichswert von 47 %, aber noch unter der Innovationsquote der Meerestechnik insgesamt.

Von den maritimen Wasserbauunternehmen werden seltener Produkte erfunden, sondern eher Prozesse weiterentwickelt. Dabei werden häufig neuen Verfahren und Technologien adaptiert und den eigenen Bedürfnissen angepasst. Die hauptsächliche Innovationstätigkeit wird von den Ingenieurunternehmen für Planung, Beratung und Projektierung durchgeführt.

Als zentrale Innovationshemmnisse wurden von den befragten Betrieben „ein hohes wirtschaftliches Risiko und hohe Innovationskosten“, „fehlende Finanzierungsmöglichkeiten“ sowie „die Marktbeherrschung durch andere Unternehmen“ angegeben. Die Ursachen für die genannten Innovationsbremsen sind auf die kleinbetriebliche Struktur der Branche zurückzuführen. Die kleineren Ingenieurbüros verfügen lediglich über einen geringen Forschungsetat und über eine eingeschränkte Marktmacht.

Exzellente öffentliche Forschung

Die wesentlichen Forschungsbereiche im Küsteningenieurwesen betreffen die Erforschung, aber auch die Vorhersage von Naturvorgängen mit dem Ziel einer umweltfreundlichen nachhaltigen Nutzung der Küste und des Küstenvorfelds. Forschungsgebiete sind z. B. numerische und mathematische Modelle, Informations- und Überwachungssysteme und die Fernerkundung. Die Projekte werden häufig vom Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen (KFKI), einem Zusammenschluss von Dienststellen des Bundes und der Küstenländer, durchgeführt.

Ein weiteres großes Forschungsfeld beschäftigt sich mit der Konstruktion von maritimen Bauwerken (Häfen, Deiche, Offshorebauwerke etc.) und deren Verhalten bei naturnahen Seegangsverhältnissen. Die Grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung wird hier besonders von den Universitätsinstituten abgedeckt. Hervorzuheben sind dabei die Institute in Braunschweig und Hannover. Zur besseren Koordinierung der Küstenforschung wurde als gemeinsame Einrichtung der Leibniz Universität Hannover und der Technischen Universität Braunschweig das Forschungszentrum Küste (FZK) geschaffen, die das wissenschaftliche Know-how besser koordinieren und bündeln soll. Das FZK ist mit einem europaweit einzigartigen Wellenkanal ausgestattet, der den Forschern die Simulation von Wellen und Seegang ermöglicht. Neben den unmittelbar betreffenden Fragestellungen zum Küstenschutz wird der Wellenkanal verstärkt für Tests in Zusammenhang mit der Offshorewindenergie genutzt.

Im nächsten Abschnitt folgt ein Überblick über die gegenwärtigen Stärken und Schwächen sowie die zukünftigen Chancen und Risiken für den maritimen Wasserbau und das Küsteningenieurwesen auf Basis der Ausgangsanalyse.

5.6.3 Stärken-Schwächen-Analyse des deutschen maritimen Wasserbaus und Küsteningenieurwesens

Im Folgenden wird eine Betrachtung der gegenwärtigen Stärken und Schwächen sowie der zukünftigen Chancen und Risiken des deutschen maritimen Wasserbaus/Küsteningenieurwesens vorgenommen, die auf der schriftlichen und mündlichen Befragungen sowie den Recherchen im Rahmen der Studie aufbaut.

Stärken

- **International erfolgreiche Unternehmen**
Trotz der eher mittelständischen Betriebsstruktur gibt es in Deutschland einige größere Unternehmen mit internationalen Referenzen und Marktzugängen. Relevante Auslandsmärkte sind vor allem der Hafenbau sowie die Errichtung von Offshorewindparks.
- **Küsteningenieurwesen mit internationalen Kompetenzen**
Die deutschen Kompetenzen im Küsteningenieurwesen werden nach Expertenangaben weltweit geschätzt. Besondere Stärken bestehen in der Planung, Entwicklung und Projektierung von maritimen Wasserbauprojekten. Eine Reihe von größeren Ingenieurbüros ist auch international gut aufgestellt.
- **Qualifizierte Arbeitskräfte**
Die Branche zeichnet sich durch ein hohes Qualifikationsniveau aus. Von den deutschen Hochschulen werden ingenieurwissenschaftliche Studiengänge mit fachspezifischen Wasserbaukenntnissen angeboten.
- **Anerkannte Wissenschaft**
Die öffentliche Forschung im Wasserbau/Küsteningenieurwesen ist mit den zahlreichen Hochschulinstitutionen, z. B. dem Franzius-Institut in Hannover, auch im internationalen Vergleich gut aufgestellt.

- **Gute Position auf stabilen Inlandsmärkten**

Die Nachfrage wird überwiegend durch die öffentliche Hand geprägt. Die Unternehmen profitieren von einer relativ sicheren Auftragslage und sind damit weniger anfällig für konjunkturelle Schwankungen.

Schwächen

- **Kleinbetriebliche Branchenstruktur**

Im maritimen Wasserbau und im Küsteningenieurwesen sind relativ viele kleine Unternehmen mit geringer Marktgröße und Finanzkraft tätig.

- **Relativ wenig Unternehmen international aktiv**

Insgesamt sind derzeit nur relativ wenige Unternehmen in der Lage, sich auf ausländischen Märkten zu positionieren. Die Weltmärkte werden im Wesentlichen durch ausländische Konzerne oder große Unternehmen besetzt.

- **Geringe Aufwendungen für Forschung und Entwicklung**

Die FuE-Intensität ist in der Branche nur schwach ausgeprägt. Die Innovationstätigkeit findet überwiegend projektbezogen und seltener kontinuierlich statt.

- **Hoher Ausrüstungs- und Kapitalbedarf im operativen Geschäft**

Für umfassende, wertschöpfungsintensive Aufträge im Wasserbau wird schweres Gerät (schwimmende Kranschiffe, Barge etc.) benötigt. Nur wenige deutsche Unternehmen sind im Besitz dieser Ausrüstung oder in der Lage technologische Entwicklungen umzusetzen.

- **Geringe Vernetzung der Akteure**

Die Vernetzung zwischen kleinen und mittleren Ingenieurbüros und Forschungseinrichtungen ist schwach ausgeprägt. Langfristige Kooperationen zur gemeinsamen Projektentwicklung oder zur Erschließung neuer internationaler Märkte gibt es selten.

Chancen

- **Großes Marktpotenzial im Küstenschutz und im integrierten Küstenschutzmanagement**

Sowohl national als auch international muss in Folge des Klimawandels und des möglichen Anstiegs des Meeresspiegels erheblich in geeignete Küsten- und Hochwasserschutzmaßnahmen investiert werden. Ein Zukunftsmarkt ist zudem die vorsorgliche Planung und umfassende Folgenabschätzung von Umweltveränderungen auf die Küstenräume.

- **Internationales Marktpotenzial für Küsteningenieursleistungen beim Hafenausbau**

Der wachsende Seeverkehr hat vor allem in den Schwellenländern (China, Indien, arabischer Raum) zu Kapazitätsengpässen geführt. Gegenwärtig werden Häfen in gewaltigen Dimensionen ausgebaut und erweitert. Da diese Länder oft nicht über das entsprechende Know-how verfügen, werden internationale Leistungen nachgefragt.

- **Ausbau der Offshorewindenergie**

Mittelfristig ergeben sich sowohl für Küsteningenieure als auch für Wasserbaubetriebe neue Marktchancen durch den Ausbau der Offshorewindenergie. Neben der Errichtung der Windenergieanlagen sind auch umfangreiche planerische Leistungen notwendig (Baugrunduntersuchungen u. ä.) Zudem werden spezifische Hafeninfrastrukturen benötigt, um die Anlagen verschiffen zu können.

Risiken

- **Wachsende internationale Konkurrenz**

Vor allem die Konkurrenz aus Fernost nimmt gegenwärtig zu. Große chinesische Bauunternehmen mit guten Referenzen drängen auf die neuen Märkte. Zudem besteht die Gefahr, dass die kleinen und mittleren deutschen Betriebe durch internationale Großkonzerne übernommen werden.

- **Stagnierende Produktportfolios**

Da sich die Konzentration bei vielen deutschen Unternehmen auf den Binnenmarkt richtet, wird das Produktportfolio nur unzureichend weiterentwickelt.

- **Verfügbarkeit von Ingenieuren**

Mittel- bis langfristig droht der Branche aufgrund des hohen Ingenieuranteils ein Fachkräftemangel. Kleinere, spezialisierte Ingenieurbüros dürften von den personellen Engpässen am stärksten betroffen sein

Die deutschen Küsteningenieure und (maritimen) Wasserbauer sind vor allem im Hafenausbau und in der Offshorewindwirtschaft tätig.

Zentrale Stärken des Anwendungsfelds sind umfassende Kompetenzen in der Planung und Projektierung von Wasserbauprojekten - und zwar sowohl in den Unternehmen als auch in der Forschung. Eine stärkere internationale Positionierung wird durch die relativ klebetriebliche Branchenstruktur und die damit verbundenen Größennachteile bei Marktzugang und FuE eingeschränkt. Zudem könnten durch die Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen noch Potenziale erschlossen werden.

Internationales Wachstum ergibt sich vor allem im Hafenausbau, mittelfristig sehr deutlich im Küstenschutz und mit etwas geringerem Stellenwert bei Offshore Wind. Aufgrund der bisherigen Ausrichtung liegen die

Chancen für die deutschen Unternehmen tendenziell eher beim Hafenausbau (Planung, Projektierung) und bei Offshore Wind. Der Küstenschutz wäre als interessantes Feld stärker zu erschließen. Den Chancen stehen erhebliche Risiken insbesondere durch die starke internationale Konkurrenz mit hoher Finanzkraft und öffentlicher Unterstützung gegenüber. Zudem droht gerade für die KMU ein Mangel an Ingenieuren.

Ableitung der Aktionsbereiche

Durch eine systematische Strukturierung der vorangegangenen Ergebnisse der Stärken-Schwächen-Analyse des maritimen Wasserbaus und Küsteningenieurwesens können verschiedene Aktionsbereiche abgeleitet werden (vgl. Tabelle 22). Die Aktionsbereiche kennzeichnen die Bereiche, in denen die Empfehlungen zur Stärkung der Position des deutschen maritimen Wasserbaus und Küsteningenieurwesens im internationalen Wettbewerb definiert werden (vgl. Kapitel 12).

Stärken	Schwächen	Chancen	Risiken	Aktionsbereich
<ul style="list-style-type: none"> ▪ International erfolgreiche Unternehmen ▪ Küsteningenieurwesen mit internationalen Kompetenzen ▪ Gute Position auf stabilen Inlandsmärkten 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kleinbetriebliche Branchenstruktur ▪ Relativ wenig Unternehmen international aktiv ▪ Geringe Vernetzung der Akteure 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Internationales Marktpotenzial für Küsteningenieursleistungen beim Hafenausbau ▪ Ausbau der Offshorewindenergie 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wachsende internationale Konkurrenz ▪ Stagnierende Produktportfolios 	<p>▶ Markt und Struktur</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anerkannte Wissenschaft 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geringe Aufwendungen für Forschung und Entwicklung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Großes Marktpotenzial im Küstenschutz und im integrierten Küstenschutzmanagement 		<p>▶ Forschung und Technologie</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Qualifizierte Arbeitskräfte 			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verfügbarkeit von Ingenieuren 	<p>▶ Qualifizierung</p>
-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hoher Ausrüstungs- und Kapitalbedarf im operativen Geschäft 			<p>▶ Finanzierung und rechtliche Rahmenbedingungen</p>

Tabelle 22: Ableitung der Aktionsbereiche aus der Stärken-Schwächen-Analyse des maritimen Wasserbaus und Küsteningenieurwesens

Quelle: Eigene Darstellung

5.7 Marikultur

Die Komplexität der Aquakultur

Um sich dem Anwendungsfeld der Marikultur anzunähern, ist zunächst eine Begriffsdefinition erforderlich, da die Marikultur einen Teilbereich der Aquakultur darstellt. Unter Aquakultur wird die kontrollierte Aufzucht von Wasserorganismen wie Fischen, Mollusken, Krustentieren, Schwämmen und Wasserpflanzen verstanden. Außerdem werden in Aquakulturen Maßnahmen zur Optimierung der Produktion wie z. B. Kontrolle des Besatzes, Fütterung und Schutz vor Fressfeinden vorgenommen (vgl. FAO 1990). Je nach Salzgehalt des Wassers, in dem die Wasserorganismen gezüchtet werden, wird in der Aquakultur unterschieden zwischen Limno- und Marikultur. Limnokultur bedeutet die Aufzucht in Süßwasser, Marikultur die Aufzucht in Salzwasser (vgl. Abbildung 75). Die Marikultur wird weiter eingeteilt in Brackwasser- (z. B. Flussmündungen) und Meerwasserkulturen.

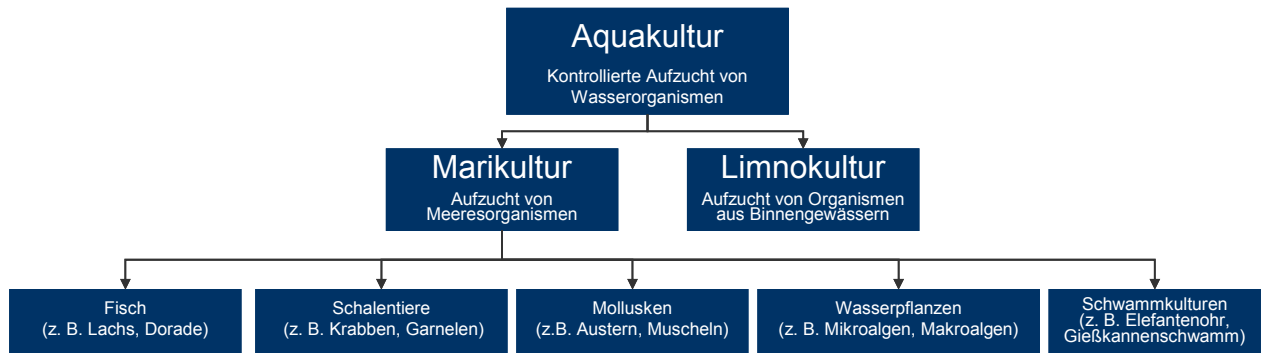


Abbildung 75: Übersicht über die Aquakultur und Einordnung der Marikultur

Quelle: Eigene Darstellung

Eingrenzung des Untersuchungsbereichs

Dieser Teil der Studie widmet sich dem Anwendungsbereich Marikultur, also der Aufzucht von Meeresorganismen. Insbesondere in der Statistik wird allerdings häufig die Aquakultur (Marikultur und Limnokultur) als Ganzes betrachtet und die Marikultur nicht spezifisch hervorgehoben. Zudem existieren Überschneidungen in den angewandten Technologien, wodurch eine Unterscheidung zwischen Mari- und Limnokultur in vielen Bereichen nicht durchzuführen ist. Daher wird an einzelnen Stellen des vorliegenden Kapitels auch auf Aspekte der Aquakultur eingegangen. Der Fokus auf die Betrachtung der Marikultur bleibt indes bestehen.

Weiterhin wird inhaltlich der Bereich der Makro- und Mikroalgen sowie der Schwammkulturen aufgrund geringer technologischer Inhalte teilweise nicht weiter ausgeführt.

Einteilung nach Produktionsintensität

Die Produktionsintensität bildet das ökonomisch wichtigste Differenzierungsmerkmal in der Aquakultur. Je nach Ausmaß der Kontrolle über den Lebenszyklus der Fische, die Fütterungsmenge und -methode sowie die Besatzdichte wird in intensive, semi-intensive und extensive Aquakultur eingeteilt (vgl. Lai und Lam 1999). Je nach Fütterungsintensität ist beispielsweise der Betrieb von Karpfenteichen eine extensive oder semi-intensive Methode; die Produktion in Kreislaufanlagen (Erläuterung in Kapitel 6.10.4) stellt hingegen eine intensive Methode dar.

43 % der Fischproduktion kommen aus der Fischzucht

Der weltweit steigende Bedarf an Fischprodukten sowie die Überfischung der Meere haben dazu beigetragen, dass die Fischzucht stetig voranschreitet. Im Jahre 2008 ist fast die Hälfte der gesamten Fischproduktion in Zuchtanlagen erfolgt. Daher steigt die weltweite Fischproduktion, trotz stagnierender konventioneller Fischfangerzeugnisse seit Beginn der 1990er Jahre, weiter an (vgl. Abbildung 76, vgl. FAO 2008).

Marikultur- Hauptquelle von Meerestieren

In der Wissenschaft besteht weitgehend Einigkeit darüber, dass die Fischproduktion aus der traditionellen Fischerei ihre Grenzen erreicht hat. Der Produktion von Fischen und Meeresfrüchten aus Marikulturen kommt eine stetig wachsende Bedeutung zu. Marikulturen (als Teil der Aquakultur) werden in naher Zukunft die Hauptquellen für die Produktion von Meerestieren darstellen (vgl. Lucas 2005, vgl. Tidwell 2001, vgl. FAO 2009) und sind heute schon für 23 % der gesamten Fischproduktion verantwortlich (vgl. Abbildung 76).

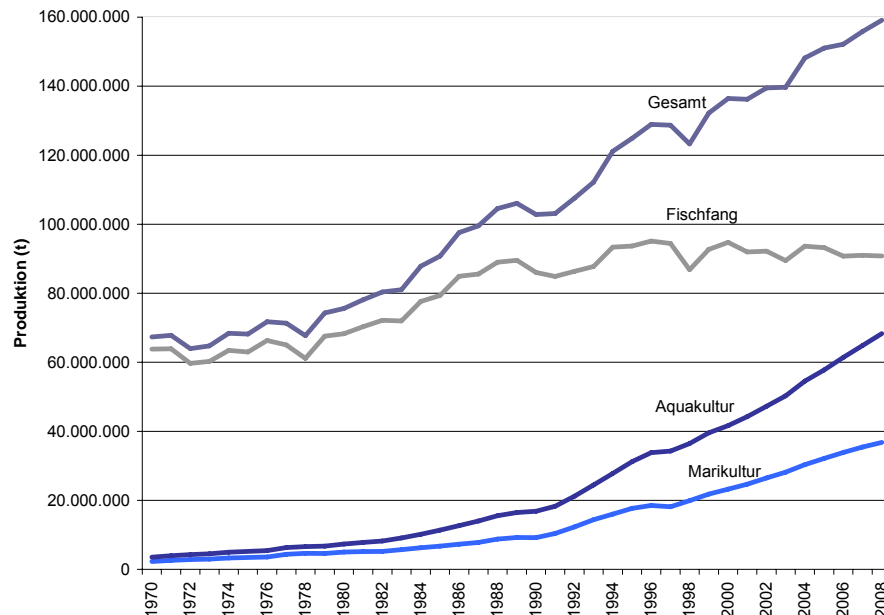


Abbildung 76: Weltweite Entwicklung der Fischproduktion

Quelle: FAO 2010: Fishstats+; eigene Darstellung

Anwendungsbereiche der Aquakultur/Marikultur

10 % jährliche Wachstumsraten

Nach Angaben der „Food and Agriculture Organization“ (FAO) ist die Aquakultur mit jährlichen Wachstumsraten von annähernd 10 % der weltweit am schnellsten wachsende Sektor der Nahrungsmittelindustrie. Die Anwendungsfelder der Marikultur sind sehr breit gefächert.

Als wichtiger Proteinlieferant ist die Aufzucht von Fischen (16 % der durch den Menschen konsumierten Proteine) ein wichtiger Faktor für die Lebensmittelindustrie. Zu den Meeresorganismen gehören neben den Fischen auch Wasserpflanzen. So werden Algen in verschiedenen Bereichen erfolgreich vermarktet. In der Lebensmittelindustrie werden sie als Nahrungsergänzungsmittel sowie als reine Nahrungsmittel verwendet. Weitere Anwendungsfelder der Alge sind die pharmazeutische und die kosmetische Industrie. Außerdem wird unter Beteiligung von Energieversorgern intensiv an der Energiegewinnung aus Algen geforscht. Dabei wird die Maximierung der Wasserstoffproduktion aus Algen untersucht sowie die Erzeugung von Biomasse weiter forciert.

Degradierung der Küstenräume

Die am weitesten verbreitete Form der Marikultur stellt die Haltung in Netzkäfiganlagen in Küstennähe dar. Diese ertragreiche Methode birgt hohe Risiken bezüglich der ökologischen Resilienz (Toleranz eines Systems gegenüber äußeren Einflüssen) von küstennahen Zonen. Durch überschüssiges Futter (Pellets), Stoffwechselprodukte der Fische (Ammonium) und die Behandlung mit Antibiotika wurden bereits in vielen Küstenräumen, insbesondere in China, Chile und in norwegischen Fjorden, kleinräumige Ökosysteme stark beeinträchtigt. Zudem steht die Produktion in Küstenzonen im Konflikt mit anderen wertschöpfenden Nutzungen wie z. B. dem Tourismus. Auch in Europa gibt es Beispiele für solche Nutzungskonflikte. In der Normandie in Frankreich steht die Muschelzucht in direkter Konkurrenz zu den privaten Haushalten und dem Tourismus (vgl. Europäische Kommission 2009). Im Folgenden wird zunächst ein Überblick über die Situation der Marikultur weltweit sowie in Europa gegeben. Anschließend wird auf technologische Aspekte eingegangen, um am Ende explizit die Situation und die Potenziale der Marikultur-Technologien in Deutschland zu thematisieren.

5.7.1 Setting the Scene

51 Mrd. US-\$ aus der Marikultur

Die weltweite Fischproduktion umfasste im Jahre 2008 insgesamt 159 Mio. t (inkl. Fischerei). Die Aquakultur bleibt weiterhin der am schnellsten wachsende Sektor der Lebensmittelproduktion aus tierischen Ressourcen und ist im Begriff den konventionellen Fischfang zu überholen. Anfang der 1950er Jahre betrug der Produktionsumfang aus Aquakulturen eine Million Tonnen pro Jahr. Im Jahre 2008 betrug die Fischproduktion aus Aquakulturen bereits 68 Mio. t und hatte einen Wert von 106 Mrd. US-\$. Die Marikultur trägt dazu ca. 37 Mio. t bzw. 51 Mrd. US-\$ bei (vgl. Tabelle 23). Die Pro-Kopf Versorgung durch die Aquakultur ist weltweit von 0,7 kg im Jahre 1970 auf 7,8 kg im Jahre 2006 angestiegen. Dies entspricht einer jährlichen Wachstumsrate von 6,8 %.

	1950	2008
Fischproduktion:	20 Mio. t	159 Mio. t
Fischproduktion aus der Aquakultur:	1 Mio. t	68 Mio. t (106 Mrd. US-\$)
Davon Marikultur:	400.000 t	37 Mio. t (51 Mrd. US-\$)

Tabelle 23: Vergleich der Fischproduktionsanteile weltweit 1950 und 2008

Quelle: FAO 2010: Fishstats+; eigene Darstellung

Die Situation der Fischbestände

80 % der Fischbestände erschöpft oder überfischt

Das Wachstum in der Aquakulturbranche ist durch den erhöhten Bedarf an Fischprodukten und durch die Überfischung der Meere begründet. Von Überfischung ist dann die Rede, wenn mehr Fische gefangen werden als wieder heranwachsen können (vgl. Stickney et al. 2002). In den 1970er und 1980er Jahren fand die Exploration und Befischung der Fischbestände in den Meeren ihren Höhepunkt. In den letzten 10 bis 15 Jahren gab es keine großen Veränderungen in den Proportionen zwischen überfischten, ausgeschöpften (bei weiterem Fischfangbetrieb tritt Überfischung ein) und erhalten (Fischfang ohne weitere Bedenken möglich) Fischfanggebieten. Die Bestände der 10 meistkonsumierten Fischarten, welche 30 % der gesamten Fischfangproduktion ausmachen, sind überfischt oder zumindest erschöpft. Die am stärksten betroffenen Gebiete sind der Nordöstliche Atlantik, der Westindische Ozean und der Nordwestpazifik. Insgesamt sind weltweit 80 % der Fischbestände erschöpft oder überfischt (vgl. FAO 2009).

Die Marikultur bietet eine Lösung für den weiterhin steigenden Bedarf an Fischprodukten und kann gleichzeitig zur Erholung der Fischbestände in den Meeren beitragen.

Führende Regionen der Marikultur-Produktion

Marktanteil Chinas bei 60 %

Eine Auflistung der bedeutendsten Produzenten auf dem Markt für Marikultur verdeutlicht das signifikante Übergewicht von ostasiatischen Staaten (vgl. Tabelle 24). China ist Spitzenreiter mit einem Anteil von fast 60 % der produzierten Menge. Dahinter folgen Indonesien, die Philippinen und weitere asiatische Staaten mit deutlich geringeren Anteilen am Weltmarkt (vgl. FAO 2009).

Rang	Land/Region	Menge (t)	Wert (in tausend US-\$)	US-\$/Kg *	Anteil an der Gesamtmenge in %	Anteil in % (kumuliert)
1	China	21.891.167	18.537.308	0,85	59,5 %	59,5 %
2	Indonesien	2.946.151	2.324.374	0,79	8,0 %	67,5 %
3	Philippinen	2.096.639	1.434.633	0,68	5,7 %	73,2 %
4	Südkorea	1.375.668	1.401.294	1,02	3,7 %	76,9 %
5	Japan	1.147.900	3.666.925	3,19	3,1 %	80 %
6	Chile	862.128	4.521.356	5,24	2,3 %	82,3 %
7	Thailand	857.981	1.595.273	1,86	2,3 %	84,6 %
8	Norwegen	843.640	3.117.861	3,7	2,3 %	86,9 %
.
.
.
	Deutschland	7.004	15.429	2,2		

Tabelle 24: Bedeutendste Produzenten auf dem Markt der Marikultur

Quelle: FAO 2010: Fishstats+; eigene Darstellung

89 % der Aquakultur aus Ostasien

Die Tabelle 24 verdeutlicht bereits, dass die Aquakultur von asiatischen Pazifikanrainern dominiert wird, was noch deutlicher in Abbildung 77 dargestellt wird. Aus asiatischen Regionen stammen 89 % der Produktionsmenge und 77 % des Produktionswertes. 95 % des weltweiten Angebots an Austern und 88 % der Garnelen stammen aus Ostasien. Die Produktion aquatischer Pflanzen belief sich 2008 auf 16 Mio. t, wovon allein China 10 Mio. t produziert hat (vgl. FAO 2010). Einzig die Lachsproduktion wird nicht von asiatischen Staaten dominiert. In dieser Kategorie sind Chile mit 31% und Norwegen mit 33 % der Weltproduktion die führenden Staaten der Lachsproduktion (vgl. FAO 2009).

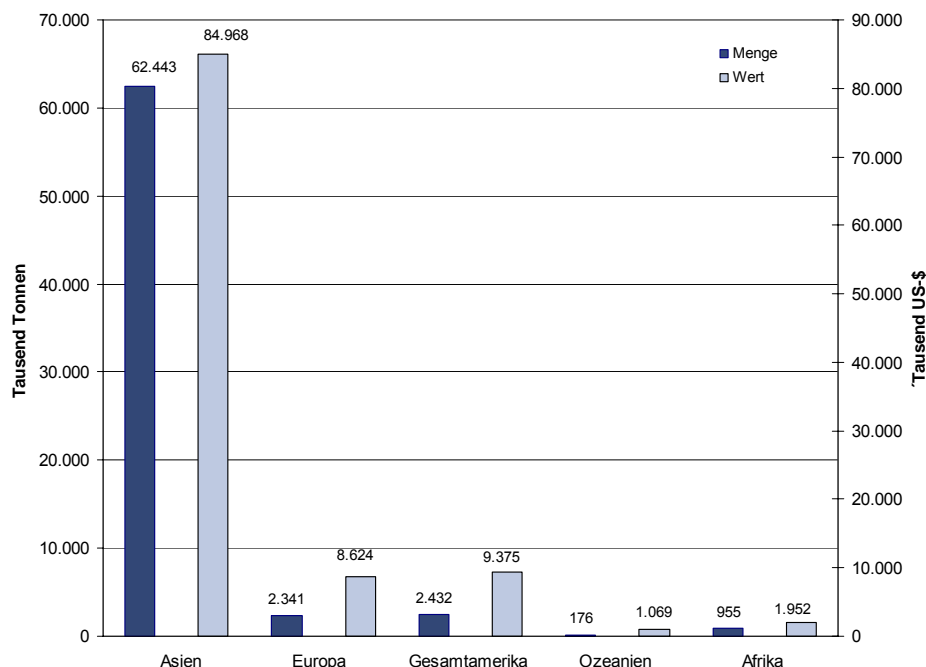


Abbildung 77: Verteilung der Aquakultur auf Weltregionen 2008

Quelle: FAO 2010: Fishstats+; eigene Darstellung

* Die unterschiedlichen Kilogrammpreise (vgl. Tabelle 25) in verschiedenen Ländern lassen sich durch zwei Kategorien von Faktoren erklären: a) Geringe Umweltauflagen und gesetzliche Einschränkungen, billige Arbeitskräfte und Massenproduktion von eher minderwertigen Fischen machen die Produkte billiger (z. B. China, Indonesien). b) Hohe Umweltstandards, hohe Qualitätsanforderungen und Zucht hochwertiger Fische machen die Produkte teurer.

Weltweite Beschäftigung

170 Mio. Beschäftigte in der Fischindustrie

Nach Angaben der FAO gibt es weltweit 43,5 Mio. Ganz- oder Halbtagsbeschäftigte und vier Millionen Gelegenheitsarbeiter, die in der Primärproduktion der Fischindustrie (Aquakultur und Fischfang) tätig sind. In den letzten 30 Jahren stieg die Beschäftigung in diesem Sektor schneller an als die Beschäftigung in der traditionellen Agrarindustrie. Schätzungen der FAO besagen, dass auf jeden Beschäftigten im primären Sektor weitere vier Beschäftigte im sekundären Sektor entfallen. Unter diesen Annahmen ergeben sich mit den indirekt Beschäftigten 170 Mio. Arbeitsplätze in der Fischindustrie.

Bedeutung der Marikultur in Europa

7 Mrd. US \$ = Produktionswert in Europa

Der weltweite Markt der Marikultur wird dominiert von asiatischen Akteuren. Der europäische Anteil an der Weltproduktion der Marikultur beträgt lediglich 5,1 % bei einer Produktionsmenge von 2 Mio. t. Diesem geringen Anteil an der Produktionsmenge steht ein Produktionswert von 7 Mrd. US-\$ gegenüber. Der weltweite Anteil Europas am Produktionswert beträgt damit 13,9 % und deutet auf qualitativ hochwertigere Fischerzeugnisse hin.

Land	Produktionsmenge in t	Wert in tausend US-\$
Norwegen	843.640	3.117.861
Spanien	226.793	429.198
Frankreich	196.528	656.571
Großbritannien	168.624	913.243
Italien	141.553	659.200
⋮		
Deutschland	7.004	15.429

Tabelle 25: Führende Länder Europas in der Marikultur

Quelle: FAO 2010: Fishstats+; eigene Darstellung

Norwegen ist der weltweite Marktführer in der Produktion von Lachs und nimmt auch in Europa mit einem Produktionswert von über 3 Mrd. US-\$ eine Ausnahmestellung in der Marikultur-Branche ein (vgl. Tabelle 25). Spanien, Frankreich und Italien züchten hauptsächlich Mollusken, während Großbritannien sich wie Norwegen auf die Lachszucht spezialisiert hat.

Ziele der EU

Strategie zur nachhaltigen Entwicklung der europäischen Aquakultur

Die Europäische Kommission hat 2002 die erste Strategie zur nachhaltigen Entwicklung der europäischen Aquakultur (und damit auch der Marikultur) eingeleitet. Daraus resultierende Maßnahmen sollen dazu beitragen, das Fortbestehen, die Sicherheit und die Qualität der europäischen Aquakulturerzeugung zu gewährleisten. Chancen und Vorteile für Europa ergeben sich aus folgenden Punkten (vgl. Europäische Kommission 2009):

- Anstieg der Nachfrage nach Meeresorganismen (60 % stammt aus Einfuhren)
- Spitzenforschung und -technologie
- Perfekionierte Betriebsmittel
- Sachkundige Unternehmen
- Solider Rechtsrahmen in Sachen Gesundheits- und Umweltschutz

98 Mio. € Fördersummen

Der letztgenannte Punkt „Solider Rechtsrahmen in Sachen Gesundheits- und Umweltschutz“ stellt einen komparativen Wettbewerbsvorteil dar, da Verbraucher zunehmend Produkte von hoher Qualität und tadelloser hygienischer Beschaffenheit nachfragen, die umweltfreundlich hergestellt werden und deren Herkunft eindeutig nachweisbar ist (vgl. Europäische Kommission 2009).

Strenge Vorschriften in Bezug auf Umweltschutz, Tiergesundheit und Produktsicherheit bringen einerseits hohe Qualität europäischer Produkte mit sich. Andererseits bedeutet hohe Qualität auch hohe Preise und birgt daher Risiken des Preisdrucks aus Asien und Südamerika, wo die Produktionskapazitäten weiter steigen. Daher werden Wettbewerbsfähigkeit und Diversifizierung des Sektors Aquakultur weiter gefördert. Die EU hat bereits seit 2002 Fördersummen im Umfang von 98 Mio. € im Bereich der Aquakultur bewilligt. Die Förderung soll insbesondere im technologischen Bereich fortgeführt werden. Die EU-Kommission strebt eine Verbesserung der Stellung europäischer Staaten auf dem Weltmarkt an, indem sie ihren Technisierungsgrad und ihr Know-how weltweit verbreitet.

5.7.2 Ökologische Aspekte der Marikultur

Die Marikultur stellt eine Alternative zur Befischung der Meere dar. Die Marikultur weist ein hohes Potenzial auf, zur Erholung der Meere beizutragen (vgl. McVey et al. 2002).

Die in der Mehrzahl bisher angewendeten Methoden, insbesondere in Asien- und Südamerika, bergen jedoch auch ökologische Risiken, insbesondere Käfighaltung in Küstenzonen (vgl. Tabelle 26).

Problem-bereich	Problem	Folgen
Fütterung	Fleischfressende Organismen benötigen viel Fischmehl und Fischöl, welches aus Wildbeständen gedeckt werden muss	Weiterhin Belastung der Meeresressourcen (3 Kg Wildfisch für 1 Kg Zuchtlachs)
Fütterung	Die Fütterung mit „Pellets“ und damit verbundene Rückstände im Wasser	Verschmutzung und teilweise Degradierung von ganzen Ökosystemen
Medizinische Eingriffe	Einsatz von Antibiotika zum Zwecke der Krankheitsresistenz	Antibiotika in Fischprodukten und somit Einnahme durch Menschen
Haltungsform	Massentierhaltung/ Ausbruchsgefahr	Risiko des Ausbruchs von Krankheiten, die ganze Zuchtbestände eliminieren sowie das umliegende Ökosystem inkl. wildlebende Fische
Ressourcen	Verbrauch von Wasser, Belastung durch Ammonium	Weiterhin extreme Belastung der Ressource Wasser

Tabelle 26: Auswahl ökologischer Risiken der Marikultur

Quelle: Tidwell et al. 2001, McVey et al. 2002, FAO 2006, FAO 2008; eigene Darstellung

Durch die auftretenden ökologischen Risiken, die durch die Marikultur entstehen, wird der Einsatz von Technologien zunehmend wichtiger.

5.7.3 Technologien

Durch die ökologischen und die damit verbundenen ökonomischen Risiken, die begrenzten Flächen in Küstenzonen sowie den weiterhin steigenden Bedarf an Meeresprodukten werden weltweit neuartige Methoden und Technologien bezüglich einer nachhaltigen Marikultur erforscht und erprobt. Im Folgenden wird ein Überblick über verschiedene Technologien und technologische Aspekte vermittelt.

Schlüsseltechnologien

Die Aquakulturbranche ist, trotz enormer Wachstumsraten, verglichen mit anderen Industriezweigen eine eher kleindimensionierte Industrie. Dies gilt für die Marikultur umso mehr. Daher ist die Bandbreite der Forschung und Entwicklung stark eingeschränkt. Die Aquakultur verwendet Technologien anderer Sektoren, um diese für ihre eigenen spezialisierten Zwecke zu adaptieren. Somit sind Fortschritte in der Biotechnologie, Kommunikations- und Informationstechnologie, der Sensorik sowie in den Materialwissenschaften und allgemeinen marinen Wissenschaften wichtige Faktoren für weitere Entwicklungen in der Aquakultur. Fortschritte in der Aquakultur und somit auch in der Marikultur werden hauptsächlich angetrieben von langsamen sich allmählich verbessernden Prozessen und Entwicklungen der Kosteneffektivität, verlässlichen Käfigen, optimierter Abwicklung, verbesserten Fütterungsprinzipien und Wasseraufbereitungssystemen. Sprunghafte Entwicklungen hingegen bieten Innovationen in der Biotechnologie, auch wenn hier die Akzeptanz des Konsumenten ein Schlüsselfaktor bleibt (vgl. Institute of Aquaculture et al. 2003).

Materialwissenschaftliche Technologien

Verbesserungen der verwendeten Materialien in der Aquakultur werden zunehmend von der schnell wachsenden Disziplin der Nanotechnologie übernommen. Innovationen sind hier vor allem resistenterer Materialien von Umgebungsräumen in Meerwasseranlagen, vor allem hinsichtlich der Resistenz gegenüber Ablagerungen und dadurch bedingte Verschleißerscheinungen. Dazu kommen recyclebare Materialien und neue Typen von Filtern zur Wasseraufbereitung (vgl. Institute of Aquaculture et al. 2003).

Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT)

Die Verwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien wird zunehmend wichtiger in der Aquakultur. Dies beinhaltet computerisierte Überwachungs- und Kontrollsysteme zur Optimierung der Wasserqualität und der damit verbundenen Wasseraufbereitung. Computergestützte Fütterungssysteme werden heute schon in vielen modernen Kultivierungsanlagen genutzt; hierbei wird der Bedarf der Zuchtorganismen ausgerechnet und in kontrollierten Mengen bereitgestellt. Das übriggebliebene Futter wird durch Sensoren, Sonarsysteme und Kameras registriert und somit die potenzielle Verschmutzung durch Futterreste in weiteren Schritten minimiert. Weitere Überwachungsbereiche bilden: Gesundheit der Zuchtorganismen, Angriffe durch natürliche Feinde (z. B. Vögel), Defekte an Käfigstrukturen oder auch schädliche Algenablagerungen.

Schwierig für IKT ist die Kompatibilität auf verschiedenste Kultivierungsanlagen und Bedürfnisse der Betreiber. Die geringe Kompatibilität stellt besonders für kleine Betreiber ein Problem dar (vgl. Institute of Aquaculture et al. 2003).

Systemtechnologien

Die Basiskomponenten von Aquakulturanlagen lassen sich grundsätzlich nicht verändern oder ersetzen. Es bestehen jedoch bezüglich der Größe, der Allokation und der Zusammensetzung von Kultivierungssystemen zahlreiche Möglichkeiten der Innovation. So sind beispielsweise Synergieeffekte möglich, indem Offshorewindanlagen, Wellenkraftwerke und weitere marine Infrastruktur mit der Fischzucht und/oder der Muschelzucht kombiniert wird (vgl. Institute of Aquaculture et al. 2003).

Nachhaltigkeit durch „IMTA“

Innerhalb von Zuchtanlagen bietet die Kombination von verschiedenen Wasserorganismen positive Umwelteffekte. Die Kombination von Muschel-, Algen- und Fischzucht führt zu einer Minimalisierung der Fütterung. Dadurch werden lokale Ökosysteme geschont, denn es können z. B. „Stoffwechselrückstände“ von einem Organismus als „Input“ für andere Organismen wiederverwendet werden. Die Muscheln in solch einem System wirken als natürlicher Filter. Dieses System wird als „Integrated Multitrophic Aquaculture (IMTA)“ bezeichnet und bildet innerhalb der Systemtechnologien eine richtungweisende Innovation für den nachhaltigen Betrieb von Aquakultur- und Marikulturanlagen (vgl. Harvey 2010).

Produktion von Salzwasserfischen in Hallen

Eine vielversprechende Alternative zu bisherigen Methoden in der Marikultur stellt die Kreislaufanlage dar. Diese geschlossene Fischzuchtanlage kann je nach Bedarf sowohl für die Zucht von Salzwasserfischen als auch von Süßwasserfischen in Hallen betrieben werden. Geschlossene Kreislaufanlagen stehen in keinerlei Wechselwirkung mit externen Umweltfaktoren. In einer Kreislaufanlage findet eine ständige

Zirkulation des Wassers statt, im Gegensatz zu Durchflussanlagen, in denen mindestens einmal täglich das Wasser ausgetauscht wird. In einer Kreislaufanlage gelangt das Wasser aus dem Fischbecken in einen Trommelfilter, wo es zunächst von festen Bestandteilen befreit wird. Anschließend durchläuft es eine Biofiltration, in der das giftige Stoffwechselprodukt Ammoniak (gelöst in Wasser: Ammonium) herausgefiltert und abgesondert wird. Bevor das Wasser nun zurück in das Fischbecken gepumpt wird, werden je nach Bedarf der Sauerstoffgehalt, pH-Wert, Salzgehalt und die Temperatur reguliert (vgl. Abbildung 78). Dieses System ermöglicht optimale Rahmenbedingungen für die Aufzucht von Meeresorganismen ohne jeglichen Zusatz von Medikamenten, ohne Krankheitsrisiko und mit sehr viel höheren Wachstumsraten als in bisherigen Fischzuchtanlagen (vgl. IFFT 2010). Zusätzlich verbraucht diese Anlage durch die permanente Zirkulation und Filtration kaum Wasser. Neueste Technologien ermöglichen einen Wasserverbrauch von weit unter einem Prozent (vgl. Busse GmbH 2004).

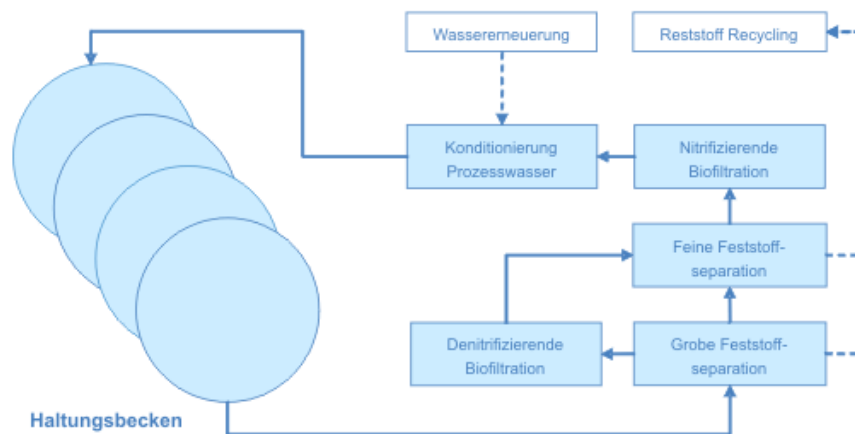


Abbildung 78: Funktionsweise einer Kreislaufanlage

Quelle: International Fish Farming Technology 2010

Potenziale im Off-shorebereich

Die aktuelle Problematik der Nutzung von Küstenräumen hat inzwischen dazu geführt, dass Lösungen im Offshorebereich erforscht werden. Innovative Zuchtssysteme wie Käfiganlagen auf offener See aus Metall oder aus Netzstrukturen werden bereits erprobt. In der Planung stehen zudem mobile Haltungsanlagen auf offener See, die sich autark per GPS fortbewegen und bei erntereifer Größe der Fische an den Heimathafen zurückkehren. Es sind außerdem Kombinationen aus Offshorerewindanlagen (bzw. -parks) und Marikulturen in Planung.

5.7.4 Ausgangslage in Deutschland

Im Gegensatz zu den Beschreibungen der deutschen Situation in den anderen meeresstechnischen Anwendungsfeldern kann hier nicht auf die Ergebnisse der Befragungen zurückgegriffen werden. Die angeschriebene Grundgesamtheit umfasst lediglich sechs Betriebe. Zudem war der Rücklauf sehr gering. Daher sind die Ergebnisse der Befragungen nicht repräsentativ. Die folgenden Ausführungen berufen sich auf Expertenbefragungen und die durchgeführte Sekundärrecherche.

In Deutschland ist die Aquakultur vorwiegend durch Limnokulturen geprägt, insbesondere durch extensiv bewirtschaftete Karpfenteichwirtschaft und Forellenzucht (vgl. Operationelles Programm Europäischer Fischereifonds; vgl. Tabelle 27). Aquakulturen mariner Herkunft werden vertreten durch die Kultur von Miesmuscheln und einigen wenigen Salzwasserorganismen, die in Kreislaufanlagen herangezüchtet werden. Die Produktion aus Kreislaufanlagen ist durch hohe Fluktuation und einen hohen Anteil an Pilot- und Forschungsanlagen gekennzeichnet und daher nur schwer quantifizierbar.

Das gesamte Produktionsvolumen der Aquakultur in Deutschland belief sich 2008 auf insgesamt 43.977 t (vgl. Tabelle 27); dies entspricht einem Wert von über 140 Mio. US-\$ (vgl. Tabelle 27). Der Anteil der Marikultur beträgt in diesem Zeitraum 7.004 t oder 15,4 Mio. US-\$. Im Vergleich zur weltweiten Produktion ist der Anteil von Deutschland gering. Nach Angaben der Bundesagentur für Arbeit waren 2009 insgesamt 1.019 sozialversicherungspflichtige Beschäftigte in der Aquakultur tätig (vgl. Bundesagentur für Arbeit 2010), für die Marikultur liegen keine expliziten Daten der Beschäftigten vor.

Fischart	Produktionsmenge in t	Produktionswert in US-\$
Regenbogenforelle	21.983	80.882.000
Karpfen	10.855	31.950.000
Miesmuschel	6.896	14.206.000
Aal	447	4.605.000
Wels	205	1.810.000
Sonstige	3.591	9.320.000
Gesamt	43.977	142.773.000
Davon Marikultur	7.004	15.429.000
Marikultur weltweit	36.794.483	50.775.553.000
Anteil Deutschlands	kleiner 0,01 %	kleiner 0,01 %

Tabelle 27: Aquakulturproduktion in Deutschland 2008

Quelle: FAO 2010: Fishstats+; eigene Darstellung

Positive Entwicklungen und große Potenziale

Wenngleich die wirtschaftliche Bedeutung der Aquakultur für Deutschland sehr gering ist, lassen sich jedoch in der Forschungs- und Innovationslandschaft viele positive Entwicklungen und große Potenziale verorten. Der Fokus ist hier auf die technologischen Kompetenzen, insbesondere bezüglich der Optimierung von Kreislaufanlagen, gerichtet. Zudem werden am Alfred-Wegener-Institut in Bremerhaven schon seit vielen Jahren Methoden der „Offshorezucht“ erforscht und erprobt. Daher muss bei der Beurteilung der deutschen Potenziale auf dem Markt der Marikultur die Forschungslandschaft eingehender betrachtet werden. In Forschung und Entwicklung kooperieren Forschungseinrichtungen mit Unternehmen intensiv. Im Folgenden wird näher auf die Entwicklung der Kreislauftechnologie eingegangen sowie diesbezügliche Projekte in Deutschland aufgezeigt.

Kreislaufanlagen

Zweifel an der Wirtschaftlichkeit von Kreislaufanlagen

Die Überfischung der Meere und der steigende Bedarf an Fischprodukten führten zu einem raschen Wachstum der Aquakultur. Die Expansion der Aquakultur ist determiniert durch den Faktor Raum und birgt, wie bereits erwähnt, ökologische Risiken und eine Belastung der Ressource Wasser (Busse GmbH 2004). Experten und Wissenschaftler sind sich weitgehend einig, dass die Zucht mariner Organismen zukünftig von geschlossenen Kreislaufanlagen geprägt sein wird. Diese Methode stellt eine der Antworten auf die Frage einer nachhaltigen Nutzung mariner Ressourcen dar.

In Deutschland wird die Technologie von Kreislaufanlagen seit vielen Jahren angewandt und erprobt. Zentrales Hemmnis des Betriebs von Kreislaufanlagen stellt die Wirtschaftlichkeit dar. Diese hängt maßgeblich von einem nachhaltigen Produktionserfolg und den damit verbundenen Kosten ab. In vielen Bereichen der Technologie von Kreislaufanlagen wurden bereits positive Entwicklungen in Deutschland verzeichnet, wie beispielsweise bei der biologischen Filterung, der energieeffizienten Pumpentechnik und in der Steuerungs- und Überwachungstechnik. Die Energieeinspeisung in eine Kreislaufanlage stellt eines der größten Probleme dar. Der Energieeinsatz für ein Kilogramm produzierten Fisch ist sehr hoch. Hinzu kommt noch die hohe Anfangsinvestition in eine Kreislaufanlage sowie qualifiziertes Personal zur Wartung und Überwachung der Anlagen. Diese Faktoren stellen ein wirtschaftliches Risiko dar und bilden ein entscheidendes Hemmnis zur Investition in Kreislaufanlagen. Dies wird durch die schwankenden Zahlen der Inbetriebnahme und Schließung von Kreislaufanlagen in Deutschland bestätigt (vgl. Abbildung 79). Die in Abbildung 79 dargestellten Daten schließen Forschungs- und Pilotanlagen nicht mit ein. Zudem wird nicht unterschieden zwischen Mari- und Limnokulturen.

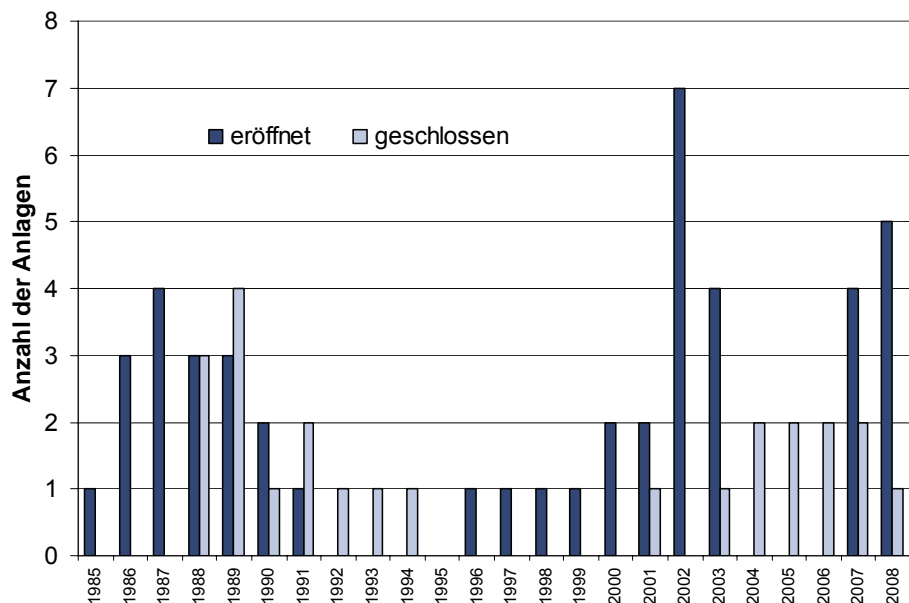


Abbildung 79: Eröffnete und wieder geschlossene Kreislaufanlagen in Deutschland 1985 bis 2008

Quelle: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft 2009; eigene Darstellung

Marine Aquakultur im Binnenland

Die Forschung an Kreislaufanlagen in Deutschland schreitet kontinuierlich voran. Das Unternehmen IFFT (International Fish Farming Technology) hat, in Kooperation mit dem Institut für Meereswissenschaften in Kiel, im Jahre 2004 die weltweit erste marine Kreislaufanlage für Aquakultur im Binnenland in Uetze-Eltze (Niedersachsen) in Betrieb genommen. Dieses Projekt wurde gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung. Im Verlauf mehrerer Forschungs- und Entwicklungsprozesse wurde z. B. die Energieeinspeisung reduziert. So wurden die Energiekosten pro Kilogramm Fisch von einem Euro auf 60-80 Cent gesenkt.

Forschungsanlage in Leipzig

Eine weitere Forschungsanlage wurde unter der Leitung des Unternehmens Busse GmbH in Kooperation mit dem Institut für Bakteriologie und Mykologie in Leipzig, dem Institut für Binnenfischerei in Potsdam und Haus der Umwelt e. V. in Leipzig gebaut. Die Forschungsanlage hat im Zeitraum von 2002 bis 2004 unter Förderung der Bundesstiftung für Umwelt vielversprechende Ergebnisse hervorgebracht.

Die Zuführung von frischem Wasser betrug täglich weniger als 0,05 % des Kreislaufvolumens. Schwund erfolgte lediglich durch Verdunstung und Überschwappen. Die Biomembrantechnik ermöglichte eine permanente Kreislaufführung. Es wurde eine 100 %-ige Filtrationsleistung erreicht (vgl. Busse GmbH 2007).

Bezüglich der Gesundheit der Wasserorganismen wurden keine Veränderungen der Immunaktivität festgestellt. Es fand keine signifikante Belastung durch Parasiten und Bakterien statt. Zudem kam es nicht zur Anwendung von Fischtherapeutika (vgl. Busse GmbH 2007).

Diese Ergebnisse stellen Lösungen für einige vorher genannte ökologischen Risiken der konventionellen Marikultur (vgl. Tabelle 26) dar.

Grundlegendes Fazit der Forschungsanlage lautete: „Die Defizite im Stand der Technik bei derzeitigen Aquakulturreislaufanlagen konnten weitgehend beseitigt werden.“ (vgl. Busse GmbH 2007). In Kooperation mit verschiedenen Institutionen wurden weitere Anlagentypen bis ins Jahr 2007 von der Busse GmbH in Leipzig erprobt.

Nationales Kompetenzzentrum

Im Jahre 2009 wurde in Büsum (Schleswig-Holstein) die Forschungsanlage der Gesellschaft für Marine Aquakultur (GMA) in Betrieb genommen. Diese Forschungsanlage stellt ein bedeutendes Forschungszentrum der marinen Aquakultur in Deutschland dar. Die beteiligten Akteure der Forschungsanlage können der Abbildung 80 entnommen werden. Der Fokus richtet sich auf die Erforschung der künstlichen Vermehrung und Aufzucht von Fischen, Weichtieren und Krebsen sowie auf die technische Entwicklung von Kreislaufanlagen. Dabei gilt es die bestehenden Kreislaufsysteme zu optimieren. Folgende Tätigkeitsfelder werden von der Forschungsanlage in Büsum abgedeckt:

- Auftragsforschung und -entwicklung
- Bereitstellung von Forschungs- und Versuchsanlagen für Projekte Dritter
- Aus- und Weiterbildung
- Technologietransfer
- Consulting

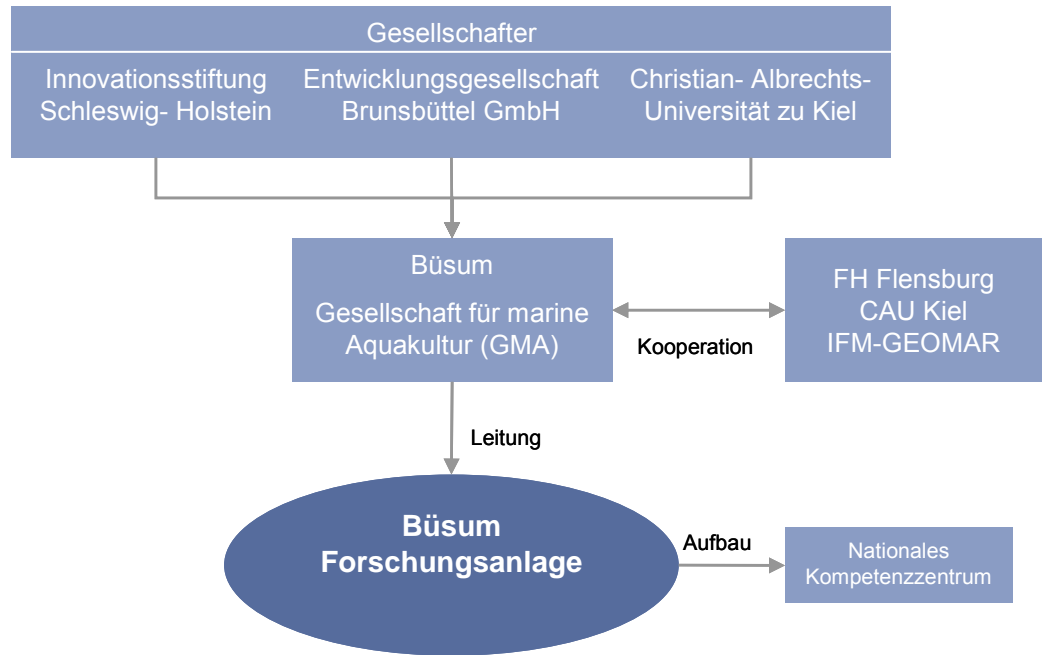


Abbildung 80: Zentrale Akteure der Forschungsanlage der Gesellschaft für Marine Aquakultur in Büsum
Quelle: Eigene Darstellung

Kreislaufanlage im Binnenland (Saarland)

Das jüngste Projekt der Marikultur-Landschaft in Deutschland stellt die Fischzuchtanlage in Völklingen (Saarland) dar. Seit ca. fünf Jahren ist dieser Komplex aus mehreren Kreislaufanlagen in der Planung und hat 2010 den Betrieb aufgenommen. In Abbildung 81 ist die Beteiligung der relevanten Akteure für das Projekt beschrieben. Die Anlage besteht aus vier Kreislaufanlagen für die Zucht von Meeresfischen. Sie ist auf eine Produktion von 100 t Fisch pro Jahr ausgelegt. Grundlage für dieses Projekt bildete die bereits genannte Pilotanlage in Niedersachsen (Uetze-Eltze). Die Anlage in Völklingen ist die erste Kreislaufanlage im Binnenland, die in industriellem Maßstab agiert. Höchst innovativ ist die Kopplung mit einer Biogasanlage. 100 % der benötigten Energie zur Temperierung des Wassers werden aus dieser Biogasanlage gewonnen (vgl. GAV 2010, vgl. IFFT 2010).

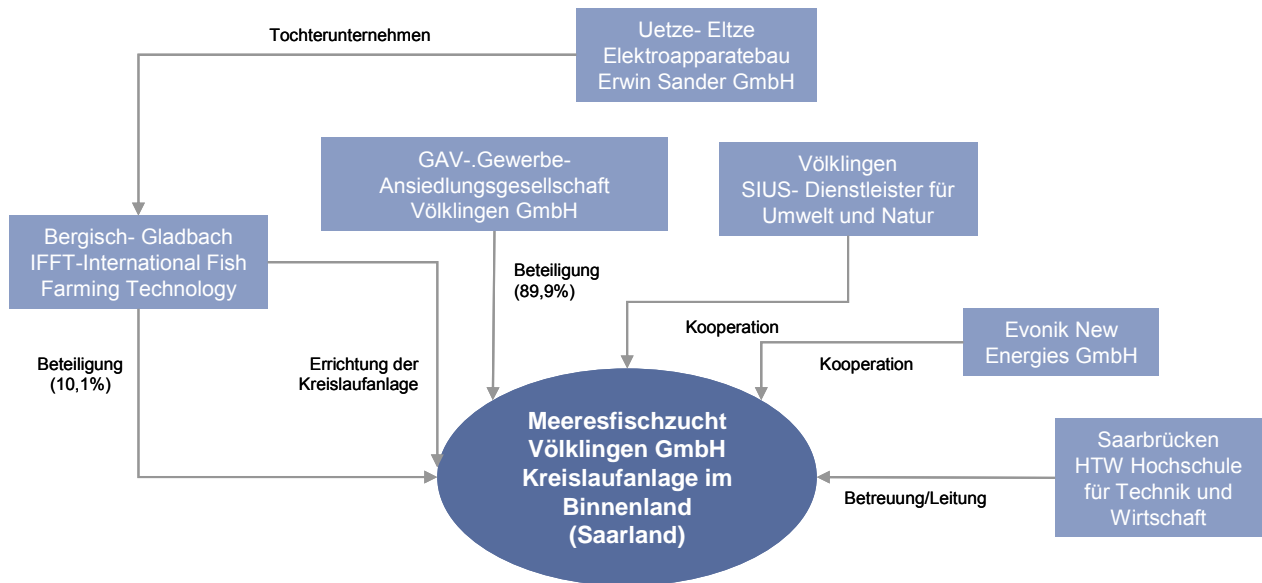


Abbildung 81: Entstehung und Entwicklung der Meeresfischzucht in Völklingen

Quelle: Eigene Darstellung 2010

Deutsche Forschung auf dem Gebiet alternativer Zuchtmethoden auf offener See

Die Zuchtmöglichkeiten auf offener See werden in Deutschland hauptsächlich am Alfred-Wegener-Institut (AWI) für Polar- und Meeresforschung in Bremerhaven erforscht. Einen weiteren Schritt der Innovation stellt hierbei die Kombination von Marikulturen und Offshorewindanlagen dar. Die Forschung zur Kultivierung von Meeresorganismen auf offener See begann im Jahre 2000. Der Fokus galt dabei der Kultivierung von Muscheln und Algen in der Nordsee. Es wurden bereits verschiedene Technologien erprobt: Muschelkollektorensysteme, Ringsysteme, Langleinensysteme. Zudem werden Studien zur Machbarkeit von Offshorewindanlagen/-parks in Kombination mit Marikulturen durchgeführt (vgl. Buck 2010).

Institut für Marine Ressourcen (IMARE)

Das Institut für Marine Ressourcen (IMARE) in Bremerhaven stellt als gemeinsame Ausgründung des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung und der Hochschule Bremerhaven eine Transfereinrichtung dar, welche die Erkenntnisse und Ideen aus der Grundlagenforschung zusammen mit der Industrie zu einem Produkt besonders im Bereich der maritimen Technologien entwickeln soll. Das IMARE ist in 5 Forschungsabteilungen aufgestellt: Marine Sensorik, Marine Aquakultur, Biodiagnostik, Marine Strukturen und die Blaue Bioindustrie.

Zentrum für Aquakulturforschung (ZAF)

Der Bereich Marine Aquakultur des IMARE übernimmt stellvertretend für das ganze Institut die Leitung des Zentrums für Aquakulturforschung (ZAF). Aufgabengebiete des ZAF sind Drittmittelfinanzierte Forschung, Industrieforschung, Beratung sowie Aus- und Weiterbildung (Hochschule Bremerhaven). In dieser neuartigen Infrastruktur werden neben den aktuell relevanten Fragen der Marikultur, wie beispielsweise alternative Ressourcen für die Futtermittel der Kultur (Ergänzungen bzw. Austauschstoffe für Fischmehl und Fischöl), natürliche Futterzusatzstoffe zur Verbesserung der Fischgesundheit, zur Stressverminderung, oder zur Vermeidung ungewollter geschmacklicher Ausprägungen, auch Fragen der technologischen Weiterentwicklung einzelner Anlagenkomponenten untersucht werden.

Ein Forschungsschwerpunkt wird die biologische Weiternutzung der Nährstoffausscheidungen der Fische und Krebstiere während der Kultur sein. Ziel dieser Forschung ist neben der Reduzierung des ökologischen Einfluss von Marikulturen die Schaffung zusätzlicher verwertbarer Produkte, vergleichbar dem Konzept der „IMTA“ (vgl. Seite 223).

Dank Einbeziehung modernster Mess-, Regel- und Steuertechnik, dem (kurzfristigen) Bereitstellen eines Wasserkörpers für ein marines, brackisches oder süßwasserartiges Milieu, sowie dem Einsatz bildgebender Verfahren (Video) können Aussagen über das Verhalten der Tiere in den Kreislaufanlagen gemacht werden, ohne dabei dem direkten Einfluss des Menschen ausgesetzt zu sein.

Fazit zur Situation in Deutschland

Die vorangegangenen Ausführungen haben gezeigt, dass vor dem Hintergrund der Ziele der vorliegenden Studie die marine Aquakultur einen kleinen Bereich der deutschen meerestechnischen Wirtschaft darstellt. Ziel der Studie ist es, Strategien und Empfehlungen für eine künftige maritime Technologie- und Industriepolitik zur Stärkung der meerestechnischen Wirtschaft im internationalen Wettbewerb zu entwickeln. Marktführer in der Meerestechnik lassen sich in der marinen Aquakultur nicht verorten. Es gibt keine signifikanten Exporterlöse deutscher Unternehmen in diesem Bereich. Export findet nur in kleinem Maßstab in Zusammenhang mit der Entwicklungszusammenarbeit statt.

Weltweiter Markt für Kreislauftechnologien

Nichtsdestotrotz sind vielversprechende Potenziale erkennbar. Diese liegen im Bereich der Kreislauftechnologien. Diese Technologie wird mittel- bis langfristig international an Bedeutung zunehmen: „Für innovative Kreislauftechnologien und damit verbundene ökologisch nachhaltige Konzepte besteht somit ein weltweiter Markt.“ (vgl. IFM- Geomar 2008).

Die Aquakultur ist der weltweit am schnellsten wachsende Sektor der Lebensmittelindustrie. Es besteht Einigkeit darin, dass Fischerzeugnisse in Zukunft zum größten Teil in Zuchtanlagen produziert werden. Die Technologien dafür stehen immer noch am Anfang ihrer Entwicklung. Die Forcierung der Forschung und Entwicklung auf diesem Gebiet birgt daher Chancen für die deutsche Wirtschaft. Die Tendenz zum Einsatz moderner, nachhaltiger Technologien wird zusätzlich angetrieben von auftretenden ökologischen Risiken konventioneller Fischzuchtmethoden und dem weltweit zunehmendem Umweltbewusstsein in Gesellschaft und Politik.

Technologischer Vorsprung Deutschlands?

Über den Fortschritt der deutschen Kreislauftechnologien herrscht Uneinigkeit. In einer kleinen Anfrage des Deutschen Bundestages wird von der Bundesregierung kein technologischer Vorsprung gesehen (vgl. Bundestag 2008). Der Wissenschaftliche Beirat des deutschen Fischereibundes betont hingegen das Potenzial deutscher Technologie auf dem Gebiet der Zucht aquatischer Organismen. Bei Einsatz angemessener personeller und technischer Ausstattung ist Deutschland demnach in der Lage, hier global eine führende Rolle einzunehmen (vgl. Wissenschaftlicher Beirat des deutschen Fischereibundes 2008).

Der internationale Markt für Kreislauftechnologien ist zudem nicht transparent. Daten über produzierte oder verkaufte Kreislaufanlagen sind nicht vorhanden und werden nicht statistisch erfasst. Erste Daten zu der Anzahl betriebener oder produzierter Kreislaufanlagen werden derzeit von der Universität in Wageningen (Niederlande) erhoben. Diese sind jedoch aus datenschutzrechtlichen Gründen nicht zugänglich.

Die internationale Situation Deutschlands aus technologischer Sicht konnte in den Interviews etwas näher bestimmt werden. Es ist kein eindeutiger technologischer Vorsprung Deutschlands zu erkennen, aber auch kein Rückstand anzunehmen.

Rückstände bei Vernetzung und Marketing

Rückstand besteht aber in der Vermarktung und der Vernetzung der relevanten Akteure der Aquakulturtechnik. Bei der Produktion und dem Verkauf von Kreislaufsystemen sind laut Expertengesprächen die Niederlande führend, auch wenn dies nicht mit Zahlen belegt werden kann. Den Niederlanden wird ein erfolgreiches Marketing zugesprochen. Bevor Kreislaufanlagen aus den Niederlanden marktfähig wurden, bestand auch hier ein Problem in der Vernetzung relevanter Akteure und das Fehlen einer nationalen Plattform für die Aquakultur. Heute sind die Niederlande europaweit führend in der Vermarktung der Kreislauftechnologie. Daher sollte auch in Deutschland in diesem Bereich angesetzt werden. Der technologische Stand der Kreislauftechnologien in Deutschland kann im internationalen Vergleich Schritt halten. Der Anlagenkomplex zur Zucht von Meeresfischen in Völklingen ist international ein höchst innovatives Beispiel für den Einsatz fortschrittlicher Technologien auf diesem Gebiet. Dieser Zuchtbetrieb ist weltweit eines der ersten Kreislaufsysteme, der Salzwasserfische in industriellem Maßstab produziert.

5.7.5 Stärken-Schwächen-Analyse der deutschen Marikulturtechnik

Im Folgenden wird eine Betrachtung der gegenwärtigen Stärken und Schwächen sowie der zukünftigen Chancen und Risiken der deutschen Marikulturtechnik vorgenommen, die auf den Expertenbefragungen und Sekundärrecherchen im Rahmen der Studie aufbaut.

Stärken

- **Hohe Kompetenz der Ingenieurtechnik**

Entwicklungen von Techniken in der Aqua- und Marikultur sind stark abhängig von Ingenieurwissenschaften im Maschinen- und Anlagebau sowie der Verfahrenstechnik. Diese sind von besonderer Bedeutung bei der Entwicklung und der Konstruktion von Kreislaufanlagen. Auf offener See sind ingenieurtechnische Fertigkeiten bei der Entwicklung von Zuchtssystemen gefragt, die den schwierigen Bedingungen in Offshoregebieten standhalten.

- **Export von Kreislaufanlagen vereinzelt schon realisiert**

Als eines der ersten Länder weltweit exportiert Deutschland bereits seine Kreislauftechnologie in kleinräumigem Maßstab. Die International Fish Farming Technology hat ein Projekt (Garnelen-

Projekt) in Vietnam angetrieben. In 20 kleindimensionierten Kreislaufsystemen wird die Aufzucht von Setzlingen für die Garnelenzucht erprobt. Außerdem existieren Planungen in Usbekistan Kreislaufanlagen zu installieren.

- **Schwerpunkt der Forschung im Bereich Kreislaufanlagen**

Die Forschung und Entwicklung in der Aquakultur- und Marikulturtechnologie ist in Deutschland besonders auf Kreislauftechnologien ausgerichtet. Schwerpunkte gelten der Energieeinspeisung und der Biofiltration.

- **Langjährige Erfahrung mit Kreislaufanlagen**

Deutschland kann auf langjährige technologische Erfahrungen mit Kreislauftechnologien aufbauen. Schon seit den 1980er Jahren wird der Einsatz von Kreislaufsystemen genutzt. Anfänglich fand die Produktion in Kreislaufanlagen auf einem geringen technologischen Niveau statt. Seither wurden die Kreislauftechnologien stetig weiterentwickelt.

- **Priorität auf Produktqualität**

In vielen Ländern der Welt wird die Massenproduktion von Meeresorganismen angestrebt. Dies schlägt sich negativ auf die Qualität der Produkte aus diesen Ländern nieder. In Deutschland liegt der Fokus der Aquakulturtechnologien auf der Qualität der Produkte. Dies beinhaltet eine artgerechte Tierhaltung, die Vermeidung des Einsatzes von Fischtherapeutika und die Zucht hochwertiger Fischarten.

- **Fortschritt der Umwelttechnologien**

Durch die weltweit auftretenden negativen ökologischen Folgen der Fischzucht rücken vermehrt Aspekte einer umweltfreundlichen Produktion in den Vordergrund. Deutschland verfügt über wettbewerbsfähige Technik im Bereich der Umwelt sowie über ein hohes Ansehen als einer der Antreiber der Klimapolitik.

- **Erfolgreiche Kooperation von Privatwirtschaft und Forschung**

Die Busse GmbH hat in Kooperation mit der Universität Leipzig längere Jahre an der Optimierung einer Kreislaufanlage gearbeitet. Die International Fish Farming Technology hat in Zusammenarbeit mit verschiedenen Akteuren eine Fischzuchtanlage mit mehreren Kreislaufanlagen im Saarland entwickelt und aufgebaut. Diese Anlage im industriellen Maßstab wird geleitet von der Hochschule für Technik und Wirtschaft im Saarland. Parallel wird am selben Standort eine Forschungsanlage betrieben. In der Forschungsanlage in Büsum wird eine enge Kooperation mit der privaten Wirtschaft betrieben. So erweitert beispielsweise das Unternehmen BlueBiotech in Büsum die Kompetenz seiner Fachkräfte in der Mikroalgenzucht.

- **Exploration der Offshoreseelandschaft schon erfolgt**

Durch die großräumige Planung von Windparks in der Nordsee ist das Gebiet mit seinen verschiedenen Eigenschaften weitgehend bekannt. Dies birgt Vorteile für eine mögliche Implementierung von Zuchtanlagen auf offener See. Kosten für die Ergründung der möglichen Standorte werden minimiert. Zudem wäre der erste Schritt für die Kombination von Zuchtanlagen mit Windanlagen auf hoher See bereits vollbracht.

Schwächen

- **Keine Erfahrung in der Käfighaltung im industriellen Maßstab**

Es gibt keine nennenswerten Produktionszahlen aus Käfiganlagen in Deutschland, obwohl diese Art der Zucht den Großteil der Marikultur weltweit ausmacht. Dadurch dass es in Deutschland keine Betreiber von Käfiganlagen in bedeutenden Dimensionen gibt, finden auf dem Gebiet der Modernisierung und Innovationen von Käfiganlagen keine Aktivitäten statt.

- **Kaum Binnennachfrage bzgl. mariner Aquakulturtechnik**

Die Nord- und Ostsee ist ungeeignet für den Betrieb von Zuchtanlagen in den Küstengewässern. Deswegen ist die Binnennachfrage diesbezüglicher Techniken kaum vorhanden. Kreislaufanlagen wiederum erfordern hohe Investitionen und werden aus diesem Grund derzeit nur in geringem Maße nachgefragt.

- **Fragmentierte Forschungslandschaft**

Trotz beachtenswerter Projekte in der Marikultur (insbesondere im Bereich der Kreislauftechnologien) ist eine großräumige, deutschlandweite und beständige Kooperation zwischen den Akteuren nicht zu erkennen. Es gibt oder gab bereits einige Projekte mit erfolgreicher Kooperation in Forschung und Entwicklung, doch längerfristige Kooperationen finden nur vereinzelt statt.

- **Kein beständiges zentrales Netzwerk**

Zwischen den verschiedenen Akteuren der Marikultur ist kein beständiges Netzwerk zu erkennen. Eine Plattform zum Austausch von Informationen und Innovation fehlt. Es finden vereinzelt Veranstaltungen statt. Diese sind unregelmäßig und decken nicht alle relevanten Bereiche mit den dazugehörigen Akteuren ab.

- **Fehlen von qualifiziertem Personal**

Der Betrieb moderner Marikultur erfordert fundierte Qualifikation in diesem Bereich. Das Bildungsangebot wird hier von Experten als defizitär eingeschätzt. Insbesondere im akademischen Bereich existieren wenige Qualifizierungsangebote.

Chancen

- **Steigender Fischbedarf in Europa und weltweit**
Der Fischbedarf in Europa und weltweit steigt weiterhin. Die Meere sind bereits überfischt und können diesen Bedarf nicht mehr decken. Die steigende Nachfrage lässt die Rentabilität von modernen, nachhaltigen Marikultur-Technologien zunehmend steigen.
- **Weltweit anerkannte marine Forschungseinrichtungen**
Das IFM-Geomar in Kiel und das Alfred-Wegener-Institut in Bremerhaven sind weltweit bekannte und anerkannte marine Forschungsinstitute. Die Forschungsarbeit dieser Institutionen im Bereich der Marikultur bringt internationale Beachtung und ermöglicht daher auch für die Marikultur ein hohes Renommee für Deutschland.
- **Steigende Nachfrage in Entwicklungs- und Schwellenländern**
Vor dem Hintergrund rapide steigender Bevölkerungszahlen in Entwicklungsländern werden Fischprodukte als wichtige Proteinlieferanten stark nachgefragt. Folglich existiert eine hohe Nachfrage nach Fischzuchttechniken und -anlagen. Die Ausstattung mit Aquakulturtechnik ist in Entwicklungs- und Schwellenländern schwach ausgeprägt und der Bedarf nach Import von Technologien hoch. Deutschlands Präsenz in der Entwicklungszusammenarbeit bietet Chancen des Exports von Aquakulturtechnologien.
- **Steigende Nachfrage qualitativ hochwertiger Produkte**
Das Qualitätsbewusstsein der Verbraucher für Lebensmittel nimmt zu (insbesondere in Europa). Hieraus ergeben sich Chancen im Bereich der Kreislauftechnologien, da diese hochwertige Produkte hervorbringen, die ökologisch unbedenklich sind und der Einsatz von Medikamenten in der Zuchtphase ausbleibt. Zudem ist bereits ein Ecolabelling in Form des „Aquaculture Stewardship Council“ (ASC) in Planung. Diese Zertifizierung vermittelt Produkte aus nachhaltiger Aqua- und Marikultur an den Verbraucher
- **Bewusstsein über schlechten Zustand von Küstenzonen steigt**
Die ökologische Belastung der Küstenzonen durch Marikulturen nimmt weltweit zu. Die Öffentlichkeit steigert ihr Bewusstsein für das bestehende Risiko durch die Marikultur. Dies führt zu Vorteilen der Kreislauftechnologien gegenüber konventionellen Methoden der Käfighaltung in Küstengewässern.
- **Räumliche Determinierung der Käfighaltung in Küstenzonen**
Küstenzonen auf der ganzen Welt weisen schon jetzt viele Fischzuchtanlagen auf. Zudem bestehen Nutzungskonflikte mit der Tourismusbranche. Dies führt zur Verlagerung von Zuchtanlagen auf die offene See oder Richtung Binnenland. Kreislaufanlagen können z. B. in Städten im Binnenland eingesetzt werden. Dies bedeutet wiederum kürzere Wege zum Konsumenten und somit Transportkostenvorteile.

- **Fokus der EU weitet sich auf Marikultur aus**

In Berichten der letzten Jahre wird das Thema Marikultur immer wieder vereinzelt aufgegriffen und der Wille zur Stärkung Europas in diesem Sektor signalisiert.

Risiken

- **Hoher Investitionseinsatz im Bereich von Kreislauftechnologien**

Die wirtschaftlichen Kosten für eine Kreislaufanlage sind sehr hoch. Die Anschaffungskosten liegen deutlich über denen konventioneller Zuchtssysteme. Zudem ist der Betrieb einer Kreislaufanlage sehr personalintensiv. Erste Umsätze werden erst nach mindestens zwei Jahren erzielt, wenn die Fische Marktgröße erreicht haben. Diese Umstände stellen ein enormes Hemmnis bei Investitionen in Kreislauftechnologien für potenzielle Betreiber dar.

- **Negatives Image der Fischzucht**

In der Bevölkerung herrscht bisher eine geringe Akzeptanz gegenüber der Fischzucht wie auch allgemein gegenüber der Tierzucht. Dies kann mögliche Antipathien mit sich ziehen und die Nachfrage nach Produkten der Marikultur sinken lassen.

- **Importdruck aus Billiglohnländern**

Ostasiatische Staaten bieten ihre Produkte sehr billig in Europa an. Potenzielle einheimische Investoren werden dadurch abgeschreckt in teure Produktionstechnologien zu investieren.

- **Abhängigkeit von Fischmehl, -öl**

Ein enormes Problem der Fischzucht stellt der Bedarf fleischfressender Fische oder Garnelen nach tierischen Proteinen dar. Diese werden aus konventionellen Fischfangbeständen gewonnen und forcieren weiterhin das Problem der „Überfischung der Meere“.

Fazit SWOT

Die Marikultur stellt einen kleinen Bereich der meerestechnischen Wirtschaft in Deutschland dar. Chancen in der Marikultur allgemein ergeben sich aus einer steigenden weltweiten Nachfrage nach Fisch und Meeresprodukten, die bereits heute nicht mehr mit dem natürlichen Fischfang gedeckt werden kann sowie durch die steigenden Anforderungen der Verbraucher an die Qualität der Produkte. Stärken der deutschen Marikultur liegen in der hohen ingenieurstechnischen sowie der hohen wissenschaftlichen Kompetenz. Auch einzelne Kooperationen zwischen Privatforschung und Forschung wurden bereits realisiert. Eine noch bestehende bedeutende Schwäche ist ein fehlendes beständiges zentrales Netzwerk der Akteure der Marikultur zum Austausch von Informationen und zur Förderung von Innovation. Vornehmliche Risiken stellen derzeit die noch hohen Investitionskosten im Bereich von Kreislauftechnologien sowie ein vorherrschendes negatives Image in der Bevölkerung gegenüber Fisch- und Meeresprodukten aus Zuchtanlagen dar.

Ableitung der Aktionsbereiche

Durch eine systematische Strukturierung der vorangegangenen Ergebnisse der Stärken-Schwächen-Analyse Marikultur können verschiedene Aktionsbereiche abgeleitet werden (vgl. Tabelle 28). Die Aktionsbereiche kennzeichnen die Bereiche, in denen im Folgenden die Empfehlungen zur Stärkung der Position der deutschen Marikultur im internationalen Wettbewerb definiert werden.

Stärken	Schwächen	Chancen	Risiken	Aktionsbereich
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Export von Kreislaufanlagen vereinzelt schon realisiert ▪ Priorität auf Produktqualität ▪ Erfolgreiche Kooperation von Privatwirtschaft und Forschung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kaum Binnennachfrage bzgl. mariner Aquakulturtechnik ▪ Kein beständiges zentrales Netzwerk 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Steigender Fischbedarf in Europa und weltweit ▪ Steigende Nachfrage in Entwicklungs- und Schwellenländern ▪ Steigende Nachfrage qualitativ hochwertiger Produkte 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Importdruck aus Billiglohnländern ▪ Abhängigkeit von Fischmehl, -öl 	<p>▶ Märkte und Strukturen</p>
-	-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bewusstsein über schlechten Zustand von Küstenzonen steigt 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Negatives Image der Fischzucht 	<p>▶ Image und Öffentlichkeit</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hohe Kompetenz der Ingenieurtechnik ▪ Schwerpunkt der Forschung im Bereich Kreislaufanlagen ▪ Langjährige Erfahrung mit Kreislaufanlagen ▪ Fortschritt der Umwelttechnologien ▪ Exploration der Offshore-seelandschaft schon erfolgt 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Keine Erfahrung in der Käfighaltung im industriellen Maßstab ▪ Fragmentierte Forschungslandschaft 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Weltweit anerkannte marine Forschungseinrichtungen ▪ Räumliche Determinierung der Käfighaltung in Küstenzonen 	-	<p>▶ Forschung und Technologie</p>
-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fehlen von qualifiziertem Personal 	-	-	<p>▶ Qualifizierung</p>
-	-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fokus der EU weitet sich auf Marikultur aus 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hoher Investitions-einsatz im Bereich von Kreislauftechnologien 	<p>▶ Finanzierung und rechtliche Rahmenbedingungen</p>

Tabelle 28: Ableitung der Aktionsbereiche aus der Stärken-Schwächen-Analyse Marikultur

Quelle: Eigene Darstellung

6. Die meeres technische Forschung und Wissenschaft

6.1 Meerestechnische Forschung

Für eine wissensbasierte und technologieorientierte Branche wie die Meerestechnik sind Austausch und Dialog mit der Wissenschaft von zentraler Bedeutung um eine zielgerichtete Forschung zu ermöglichen. In einer deskriptiven Darstellung wird in diesem Abschnitt ein erster Überblick über die öffentliche Forschungslandschaft der Meerestechnik in Deutschland gegeben. In diesem Zusammenhang wird auch die öffentliche Forschungsförderung des Bundes betrachtet, um Rückschlüsse auf die bestehenden Schwerpunkte der meeres technischen Forschung zu erlangen.

Eine umfassende inhaltliche Bewertung kann im Rahmen dieser Studie nicht geleistet werden. Diese erfolgt durch die parallel zu dieser Studie beauftragte Evaluation des Programms „Schifffahrt und Meerestechnik im 21. Jahrhundert“. Auf dieser Basis werden die Programmschwerpunkte neu konzipiert.

6.1.1 Institute der Meerestechnik

In Deutschland gibt es gegenwärtig 189 wissenschaftliche Einrichtungen mit meeres technischen Forschungskompetenzen - die Mehrzahl davon an den Hochschulen des Landes. Die übrigen wissenschaftlichen Institutionen sind außeruniversitäre Forschungseinrichtungen. Zu dieser heterogenen Gruppe zählen Einrichtungen der Fraunhofer-Gesellschaft, der Helmholtz-Gemeinschaft, der Leibniz-Gemeinschaft, Institute der Max-Planck-Gesellschaft, Landes- und Bundeseinrichtungen mit Forschungsaufgaben sowie Stiftungen und Vereine.

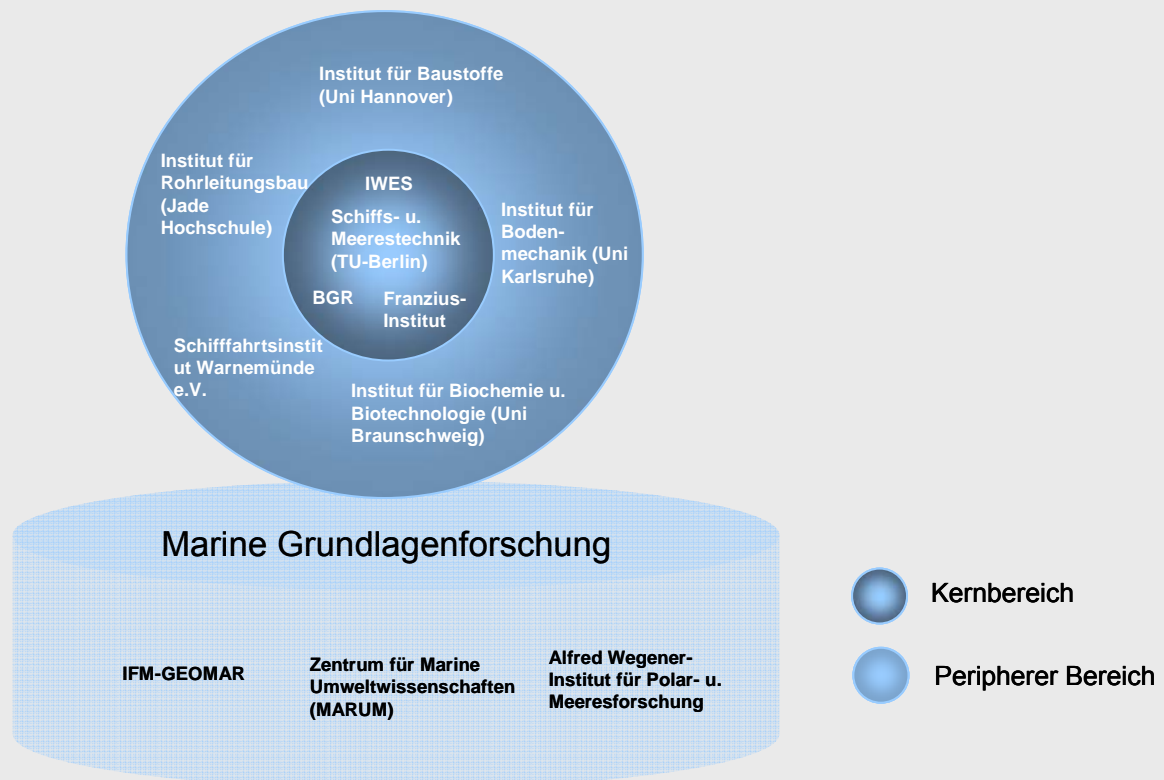
Regionale Verteilung

Die wissenschaftlichen Einrichtungen verteilen sich nahezu über das gesamte Land. Eine räumliche Verdichtung zeigt sich in den norddeutschen Küstenländern. Zentrale Forschungsstandorte der Meerestechnik insgesamt sind Bremen, Hamburg und Bremerhaven. Zentren der marinen Grundlagenforschung befinden sich in Kiel, Bremerhaven, Bremen und in Rostock (vgl. Abbildung 82).

Abgrenzung der meeres-technischen Forschung

Für die Beschreibung und Bewertung der Wissenschaftslandschaft wurden zwei Kategorien gebildet.

1. Der Kernbereich der meeres-technischen Forschung umfasst wissenschaftliche Einrichtungen, die in einem oder mehreren meeres-technischen Feldern kontinuierlich Forschung betreiben. Dabei handelt es sich in Einzelfällen um spezifische Einrichtungen - meistens aber um Fachabteilungen, Institute oder Forschergruppen innerhalb größerer Einrichtungen. Exemplarisch sind in Abbildung 83 einige Kerneinrichtungen dargestellt.
2. Um die meeres-technischen Forschungspotenziale möglichst vollständig abzudecken, ist eine zweite Gruppe von Einrichtungen als peripherer Bereich erfasst worden. Dieser umfasst Einrichtungen, die nur zu einem kleinen Teil, nur temporär oder in wichtigen Querschnittstechniken an meeres-technischen Projekten arbeiten. Hier finden sich vor allem ingenieur- und naturwissenschaftliche Institute an Hochschulen und größeren Forschungseinrichtungen.



Neben der eher anwendungsorientierten Forschung wird auch marine Grundlagenforschung erfasst, die die langfristige wissenschaftliche Basis der Meerestechnik bildet. Hierzu werden die zentralen Einrichtungen der Meeres- und Polarforschung sowie der marinen Geowissenschaften und der marinen Naturstoffforschung erfasst. Weitere Grundlagenforschung in Querschnittsfeldern, die auch für meeres-technische Unternehmen wichtig sind – etwa die Informationstechnologie – wird nur bei spezifischer Ausrichtung auf die Meerestechnik berücksichtigt.

Abbildung 83: Methodik zur Abgrenzung der meeres-technischen Forschungslandschaft

Quelle: Eigene Darstellung

Auf Basis dieser Abgrenzung zählen insgesamt 76 wissenschaftliche Institutionen zu den meerestechnischen Kerneinrichtungen. Weitere 113 Institute lassen sich dem peripheren Bereich zuordnen (vgl. Tabelle 29).

	Meerestechnische Forschung		
	Kernbereich	Randbereich	
Hochschuleinrichtungen	51	86	137
Außeruniversitäre Forschungseinrichtungen	25	27	52
Gesamt	76	113	189

Tabelle 29: Überblick der meerestechnischen Forschungseinrichtungen in Deutschland
Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage der Institutsbefragung

6.1.2 Beschäftigte

Rund 5.000 Beschäftigte in Meeresforschung und meerestechnischen Wissenschaften

In den befragten Instituten waren im Jahr 2009 über 2.600 Personen in der meerestechnischen Forschung im weiteren Sinne einschließlich der Grundlagenforschung beschäftigt. Davon sind rund 200 Professorinnen und Professoren und rund 950 sind wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

Die befragten Einrichtungen weisen insgesamt deutlich höhere Beschäftigungszahlen auf. Über die Angaben zu dem Anteil der Aktivitäten in den meerestechnischen Anwendungsfeldern bzw. in der Grundlagenforschung sind die Beschäftigten in der Meerestechnik ermittelt worden.

Die Befragungsergebnisse lassen eine Hochrechnung auf die gesamte meerestechnische Wissenschaft in Deutschland zu. Nach einer vorsichtigen Schätzung ergeben sich für die insgesamt 189 Einrichtungen dabei rund 5.000 Beschäftigte. Die Ergebnisse basieren überwiegend auf Eigenangaben. Es ist davon auszugehen, dass die Mehrzahl der Forscherinnen und Forscher nicht ausschließlich und vollständig an meerestechnischen Fragestellungen arbeiten.

Mit Blick auf die Forschungsfelder zeigt sich, dass rund ein Drittel der Mitarbeiter in Einrichtungen beschäftigt ist, die sich primär mit Fragestellungen der marinen Grundlagenforschung befassen. Hinsichtlich der meerestechnischen Anwendungsfelder ist der überwiegende Teil der Beschäftigten in der Offshorewindenergie tätig (43 %).

6.1.3 Aktuelle Forschungsfelder und Forschungsschwerpunkte

Meerestechnische Anwendungsfelder durchgängig in der Forschung vertreten

Die Auswertung nach Forschungsfeldern zeigt, dass die wissenschaftlichen Einrichtungen in Deutschland grundsätzlich die gesamte Bandbreite der zu untersuchenden meerestechnischen Segmente bearbeiten.

Abbildung 84 stellt das Profil der meeresstechnischen Forschung differenzierter dar. Dabei wird nach dem primären meeresstechnischen Forschungsfeld von Einrichtungen (linker Teil des Balkens) und nach weiteren Einrichtungen, die auch in diesem Feld aktiv sind, unterschieden. So beschäftigen sich insgesamt 69 der Einrichtungen mit der Offshorewindenergie, für 52 ist es sogar der prioritäre Forschungsgegenstand. 17 weitere Einrichtungen sind hier auch tätig, haben aber ein anderes prioritäres (meeresstechnisches) Forschungsfeld.

Die Zuordnung der Forschungsfelder erfolgte mehrheitlich auf Grundlage der Befragung. Es handelt sich folglich überwiegend um Eigenangaben. Darüber hinaus erfolgte bei den nicht antwortenden Instituten eine Internetrecherche, um jede Einrichtung mindestens einem Forschungsfeld zuordnen zu können.

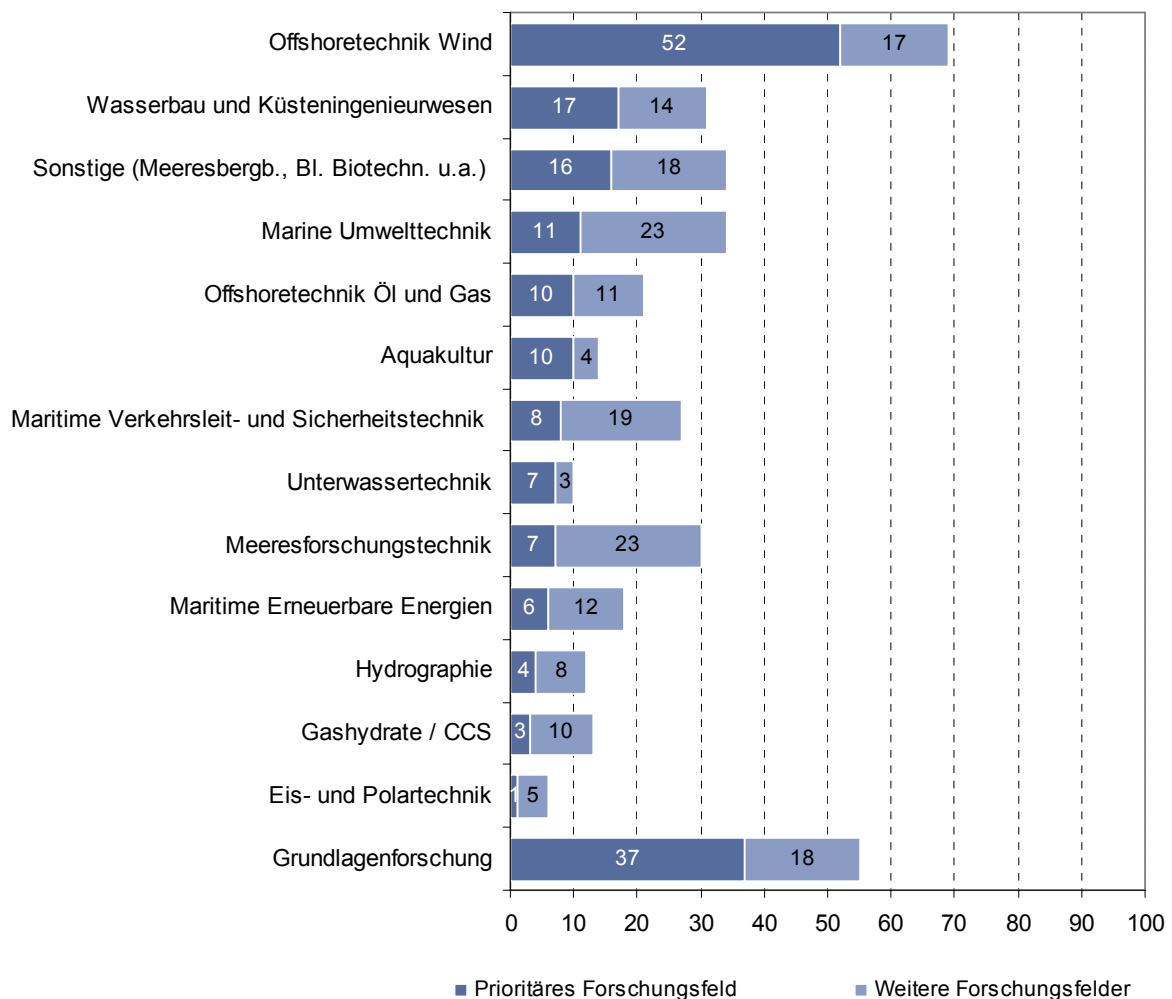


Abbildung 84: Forschungsfelder der meeresstechnisch wissenschaftlichen Einrichtungen (Mehrfachnennungen möglich)

Quelle: Eigene Darstellung.

Marine Grundlagenforschung und Offshorewindenergie besonders stark

Eine genauere Differenzierung lässt als besondere Ausprägungen der deutschen meerestechnischen Forschung die marine Grundlagenforschung und die Offshorewindtechnik erkennen.

Bei insgesamt 52 Einrichtungen ist die Offshorewindenergie das prioritäre meerestechnische Forschungsfeld. Die hohe Zahl der Nennungen erklärt sich durch den verstärkten Ausbau der Offshorewindkraft und die dazu korrespondierende öffentliche Förderung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten. Zudem weist die Windenergieforschung eine hohe Interdisziplinarität auf. Viele „fachfremde“ Einrichtungen z. B. aus der Elektrotechnik, Physik oder Logistik sind daher lediglich an einzelnen Forschungsprojekten beteiligt und demnach dem Randbereich zuzuordnen. Von den 52 Instituten gehören daher nur 22 Einrichtungen zum meerestechnischen Kernbereich.

Neben der Offshorewindenergie entfällt eine große Anzahl von Nennungen auf die marine Grundlagenforschung. Dabei haben die größeren Einrichtungen wie z. B. das IFM-GEOMAR oder das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in aller Regel weitere Kompetenzen in verschiedenen Anwendungsfeldern angegeben (z. B. in der Meeresforschungstechnik).

Die anderen Felder werden in vergleichsweise hohem Maße als weitere – nicht aber als prioritäre – Forschungsfelder genannt (insbesondere unter Berücksichtigung der Mitarbeiterzahlen). Dies gilt vor allem für die maritime Umwelttechnik und die Meeresforschungstechnik. Gerade die maritime Umwelttechnik ist offensichtlich eine Querschnittsaufgabe, die in vielen Bereichen Berücksichtigung findet und dementsprechend von vielen Einrichtungen integrativ bearbeitet wird. Hier scheinen breite und verteilte Kompetenzen und Kapazitäten zu bestehen. Diese Ergebnisse korrespondieren mit den Erkenntnissen der Studien zur Maritimen Wirtschaft in Hamburg und in Niedersachsen.

Im Vergleich zur wirtschaftlichen Relevanz ist vor allem der geringe Anteil der Forschungseinrichtungen in der Offshoreförderung von Öl und Gas auffällig. Hier bildet sich teilweise die Wertschöpfungsstruktur dieses Feldes ab: In Deutschland finden sich vor allem Zulieferer (Maschinenbau, Anlagenbau, Elektrotechnik) und Dienstleister (Engineering) für die internationale Industrie. Die korrespondierenden Forschungseinrichtungen finden sich dann in den spezifischen Fachgebieten und nur selten in spezialisierten Einrichtungen.

6.1.4 Zukünftige Forschungsschwerpunkte

Offshorewindenergie auch künftig wichtigstes Forschungsfeld

Neben den aktuellen Forschungsfeldern wurde auch abgefragt, welche Felder für die Einrichtungen in Zukunft (2020) an Bedeutung gewinnen werden. Die am häufigsten genannten sind in Abbildung 85 dargestellt.

15 % bzw. 14 % der Einrichtungen sehen für sich eine wachsende Bedeutung in der Offshoretechnik Wind (47 Nennungen) oder der Grundlagenforschung (44 Nennungen). Diese Felder sind demnach zum aktuellen Stand und auch in Zukunft die wesentlichen Forschungsrichtungen der deutschen Meerestechnik.

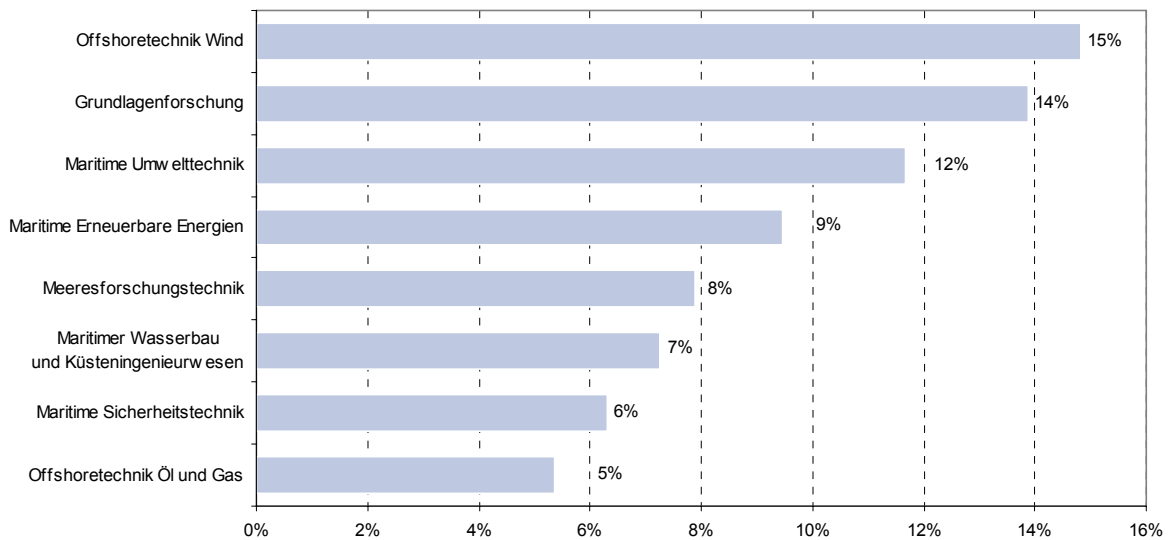


Abbildung 85: Forschungsfelder, die bis 2020 an Bedeutung gewinnen werden

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage der Institutsbefragung, Anteil der Nennungen in %, Mehrfachnennungen möglich. Dargestellt sind nur die Anwendungsfelder mit mindestens 5 % aller Nennungen.

Ein relativ hoher zukünftiger Stellenwert wird auch der maritimen Umwelttechnik, den erneuerbaren Energien (ohne Wind) und der Meeresforschungstechnik zugewiesen. Die beiden erstgenannten werden bei der Frage nach einer wachsenden Bedeutung häufiger genannt, als bei der Frage nach den aktuellen Forschungsaktivitäten.

Nur wenige Nennungen hinsichtlich eines Bedeutungszuwachses weisen u. a. der Meeresbergbau (1 %), die Aquakulturtechnik (2 %), die Eis- und Polartechnik und die Hydrographie (jeweils 3 %) auf (ohne Abbildung).

6.2 Öffentliche Forschungsförderung

Öffentliche Forschungsförderung ist insbesondere für eine kleinteilige, junge und technologieintensive Branche wie die Meerestechnik von wesentlicher Bedeutung im Hinblick auf das künftige Wachstum. Die öffentliche Forschungs- und Innovationsförderung zielt darauf ab, die Forschungslandschaft zu stärken und zu unterstützen. Neben der Förderung von wissenschaftlicher Infrastruktur oder der Auszeichnung von herausragenden Forschungsleistungen unterstützt die öffentliche Forschungsförderung vor allem konkrete Einzelvorhaben und Forschungsk Kooperationen zwischen Industrie und Wissenschaft. Die Umsetzung erfolgt in der Regel durch nationale und europäische Förderprogramme.

Öffentliche Forschungsförderung besitzt hohe Relevanz für die Meerestechnik

Die Betriebsbefragung zeigt, dass jedes dritte meerestechnische Unternehmen an öffentlicher Forschungsförderung teilnimmt. Damit profitiert ein außerordentlich hoher Anteil von Fördermitteln. Aber nicht nur die Unternehmen profitieren von öffentlich geförderten FuE-Vorhaben.

Für die öffentlichen Forschungseinrichtungen stellen Zuwendungen aus öffentlichen Forschungsprogrammen eine zentrale Säule bei der

Drittmittelakquirierung dar. Der mit Abstand wichtigste Drittmittelgeber für die meeres technische Forschung ist der Bund. Für Einrichtungen der marinen Grundlagenforschung nehmen zudem die Zuwendungen der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) eine zentrale Rolle ein. Auf dem dritten Platz der Drittmittelgeber liegen die Forschungsprogramme der EU (z. B. 7FRP).

Im folgenden Abschnitt wird die laufende Förderstrategie des Bundes skizziert. Dabei erfolgt eine synoptische Darstellung der nationalen Förderaktivitäten. Zur Darstellung der quantitativen Bedeutung der Förderung wird der Förderkatalog des Bundes ausgewertet.

6.2.1 Forschungsförderung des Bundes

Der Bund verfolgt das Ziel, Deutschland zu einem meeres technischen Hightech-Standort auszubauen (Deutscher Bundestag, 2009). Dazu wurden spezifische Forschungsprogramme geschaffen, die Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zwischen Industrie und Wissenschaft fördern sollen.

- 1.) Im Rahmen des Bundesförderprogramms „Schifffahrt und Meerestechnik für das 21. Jahrhundert“ wird vor allem die Exploration und Gewinnung von unterseeischen Ressourcen gefördert. Förderfähig sind u. a. Vorhaben aus den Bereichen Offshore-technik Öl und Gas, Unterwasserrobotik, Marine Methanhydrat sowie Polartechnik. Für den Förderzeitraum 2009 bis 2012 stehen insgesamt 103 Mio. Euro zur Verfügung. Gegenwärtig wird das Forschungsprogramm evaluiert, um die Schwerpunkte der Förderung für die kommende Förderphase neu festzulegen.
- 2.) Im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Forschungsschwerpunkts „System Erde“ werden die Wechselwirkungen und die Prozesse im Gesamtsystem Erde untersucht. Die integrierten Fachprogramme „Meeresforschung“ und „Polarforschung“ zielen dabei insbesondere auf meeres technische Fragestellungen ab. Das Meeresforschungsprogramm fördert unter anderem Vorhaben zur meeresbezogenen Klimaforschung und zur marinen Umweltforschung. Zudem wird die Entwicklung von innovativen Geräten und Systemen für die Meeresforschung und Meeresüberwachung (Sensorik, Messsysteme, Robotik) unterstützt. Weitere Förderschwerpunkte im „System Erde“ betreffen die marine Aquatechnologie, das Küsteningenieurwesen sowie das integrierte Küstenzonenmanagement.
- 3.) Forschungs- und Entwicklungsvorhaben in der Offshorewindenergie werden seit 2008 überwiegend aus dem 5. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung unterstützt. Neben der Offshorewindkraft als ein zentraler Förderschwerpunkt im Bereich der neuen Energien werden auch andere maritime Technologien (Wasserkraft / Gezeiten) unterstützt.

Neben den oben beschriebenen spezifisch ausgerichteten Programmen werden meerestechnische Technologien auch im Rahmen von Innovationsprogrammen oder Querschnittsprogrammen (z. B. Energie, Umwelt etc.) von Bund und Ländern gefördert.

Schwerpunkt und Stärken der meerestechnischen Forschung spiegeln sich in den bereit gestellten und erfolgreich akquirierten Fördermitteln wider. Die Verteilung der Fördermittel erlaubt eine erste Bewertung der meerestechnischen Forschung in Deutschland. Die Betrachtung zeigt außerdem die bisher gewählten Schwerpunkte in der Forschungsförderung auf.

Abbildung 86 zeigt die Verteilung der Fördermittel des Bundes seit dem Jahr 2000 bis heute (einschließlich der laufenden Projekte) auf die verschiedenen Bereiche der meerestechnischen Wirtschaft (Stand: Mai 2010). Als Empfänger sind die FuE-Akteure berücksichtigt – also sowohl private Unternehmen als auch wissenschaftliche Einrichtungen. Die im Förderkatalog des Bundes erfassten Mittel dienen der Unterstützung von anwendungsorientierter Forschung als auch von mariner Grundlagenforschung.²⁴

Insgesamt zeigt sich, dass die Förderung von grundlagenorientierter Meeresforschung erwartungsgemäß im Vordergrund stand, da es sich dabei im Wesentlichen um eine öffentliche Aufgabe handelt. Bei den meerestechnischen Anwendungsfeldern konzentrierte sich die Förderung insbesondere auf die Offshoretechnik zur Energiegewinnung. Im Vergleich dazu fiel die öffentliche Förderung in der Meeresforschungstechnik, im Küsteningenieurwesen sowie in der Aquakultur erheblich geringer aus.

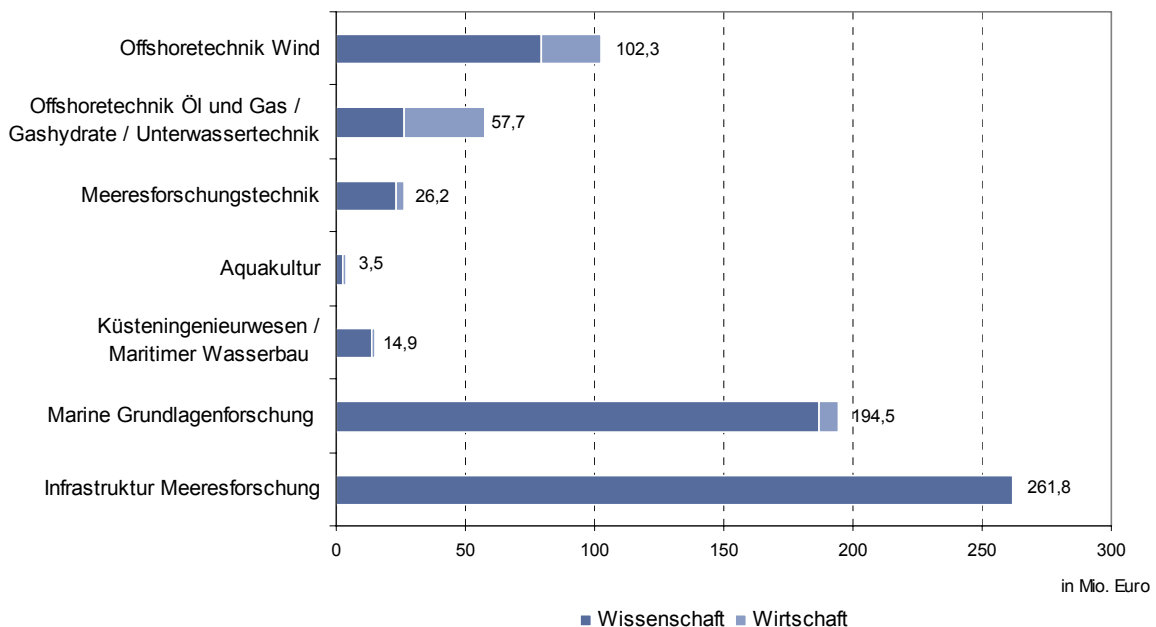


Abbildung 86: Verteilung der Bundesmittel für Forschungsförderung

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis des Förderkatalogs des Bundes.

²⁴ Basis für die Zuordnung der meerestechnischen FuE-Vorhaben nach Technologie- oder Themenfeldern ist die FuE-Leistungsplansystematik des Bundes. Eine Übersicht zur Systematik der ausgewählten Förderbereiche findet sich im Anhang (vgl. Tabelle 36)

Bei differenzierter Betrachtung zeigt sich, dass die höchsten Zuwendungen in den Ausbau und den Betrieb der Meeresforschungsflotte geflossen sind. Ein hoher Anteil der Fördermittel entfiel auf den Bau eines neuen großen Forschungsschiffes als Nachfolger des FS Sonne.

Auch ohne Berücksichtigung der Meeresforschungsflotte wird klar, dass die marine Grundlagenforschung sowohl im Hinblick auf die Höhe der Bewilligungen als auch bei der Anzahl der geförderten Projekte (296) dominiert. Die marine Grundlagenforschung ist dabei sehr offen abgegrenzt. Sie umfasst

- marine und polare Ökosystemforschung,
- küstenbezogene Flachmeerforschung,
- marine Umweltforschung sowie
- marine Ressourcen einschließlich der marinen Naturstoffforschung.

Der Großteil dieser Mittel wurde von den großen außeruniversitären Forschungseinrichtungen in Bremen, Schleswig-Holstein und Brandenburg in Anspruch genommen.

Mit rund 100 Mio. € wurde Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Offshorewindenergie gefördert. Die Förderung zielte vor allem auf die Technologieentwicklung ab. Ein zentrales Vorhaben ist das 2009 in Betrieb genommene Testfeld „alpha ventus“, auf dem die technischen Anforderungen an Windenergieanlagen auf See und deren Gründungen erprobt werden. In der Forschungsförderung der erneuerbaren Energien nimmt die Offshorewindenergie eine zentrale Rolle ein und wurde neben der Photovoltaik in den vergangenen Jahren am stärksten unterstützt (vgl. BMU, 2010).

Die Gas- und Öl-Offshoretechnik sowie Tiefwassertechnik wurden mit knapp 60 Mio. € gefördert. Bei den Projekten handelt es sich zumeist um industriegeführte Verbundprojekte im vorwettbewerblichen Bereich und mit starker Anwendungsorientierung. In Bezug auf die Förderhöhe zeigt sich, dass vor allem Großprojekte mit Leuchtturmcharakter gefördert wurden (z. B. SUGAR; ISUP). Im Betrachtungszeitraum ist ein deutlicher Anstieg der Fördermittel zu erkennen. Das liegt u. a. daran, dass neue Förderthemen wie z.B. Methanhydrate aufgenommen wurden. Abbildung 87 zeigt die Forschungsförderintensitäten differenziert nach meeres-technischen Anwendungsfeldern. Der Indikator ist ein Ausmaß dafür, wie stark eine Branche von der Forschungsförderung profitiert. Dazu wird der jährliche Umsatz des Jahres 2008 zugrunde gelegt und in Relation zur absoluten Förderhöhe im Betrachtungszeitraum 2000 – 2009 gesetzt.

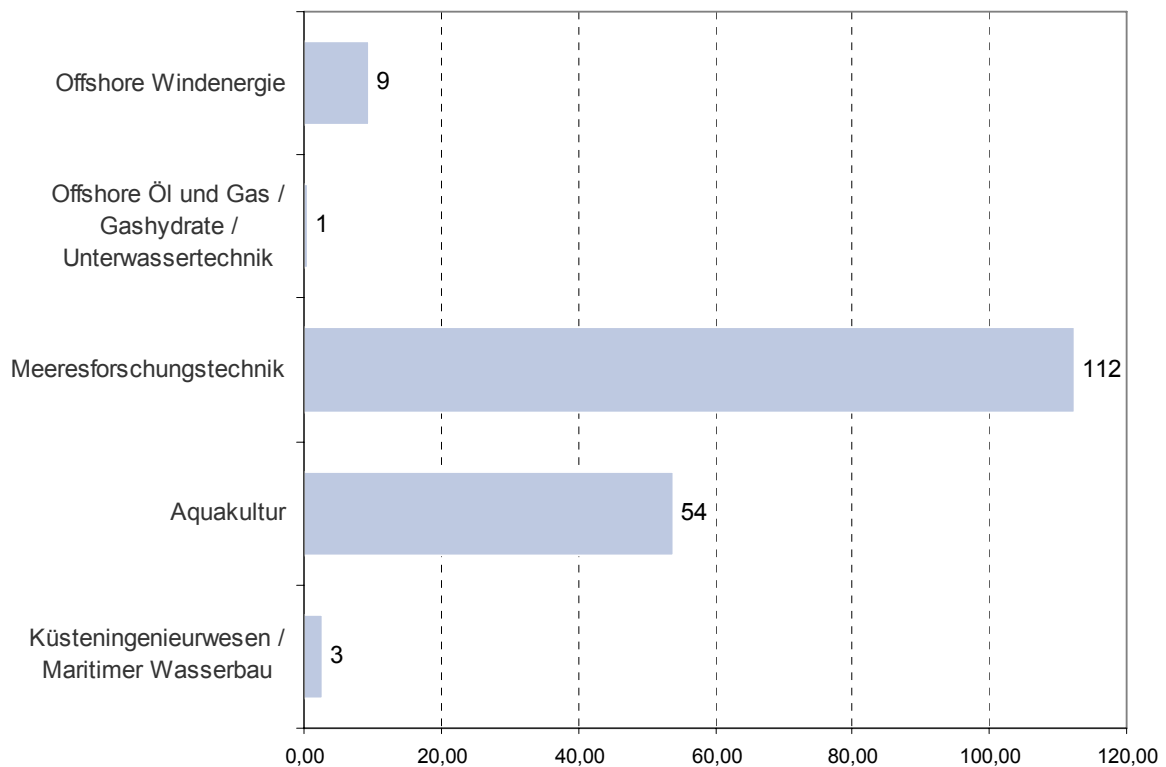


Abbildung 87: Forschungsförderintensitäten in den meeresstechnischen Feldern

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis des Förderkatalogs des Bundes, 2010; Umsatz 2008 = 100; Forschungsförderung im Zeitraum von 2000 bis 2009

Die Meeresforschungstechnik hängt erwartungsgemäß am stärksten von öffentlicher Förderung ab. Mit einem Wert von 112 weist sie auch aufgrund des geringen Branchenumsatzes von 23,3 Mio. Euro den höchsten Wert auf. Entsprechende Instrumente und Systeme zur Meeresforschung werden vor allem von den öffentlichen Meeresforschungsinstituten eingesetzt und auch dort entwickelt.

Als mögliche Zukunftsbranche mit einer bislang schwach ausgeprägten wirtschaftlichen Bedeutung in Deutschland profitierte die Aquakulturwirtschaft ebenfalls überdurchschnittlich stark von flankierender Forschungsförderung (54). Weitaus schwächer fällt die Forschungsförderung in Relation zum Branchenumsatz im Küsteningenieurwesen und maritimen Wasserbau aus, wo FuE in vergleichsweise geringem Maße durchgeführt wird.

Die Offshoretechnik Öl und Gas verzeichnet hohe Anteile an der meeresstechnischen Wirtschaft, aber im Vergleich zur gesamtwirtschaftlichen Bedeutung wird sie nur gering gefördert. Das liegt u. a. an der Struktur der Branche in Deutschland.

6.2.2 Die meeresstechnische Forschung im internationalen Kontext

Ziel des folgenden Abschnitts ist es, die internationale Bedeutung der deutschen meeresstechnischen Forschung zu analysieren. Wichtige Leitfragen sind dabei:

- In welchen Bereichen liegen spezifische Stärken und Schwächen deutscher Akteure?
- Welche Position nimmt die deutsche Forschung im Vergleich zu anderen Ländern ein?

Zur Beantwortung dieser Fragen wird die deutsche Beteiligung an den Forschungsrahmenprogrammen der EU untersucht. Das Forschungsrahmenprogramm (FRP) ist das wichtigste Instrument zur Vergabe von Mitteln für die grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung auf europäischer Ebene. Die Beteiligung und Akquisition von Mitteln aus diesen Forschungsprogrammen ist ein wichtiger Indikator für die Qualität der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten. Deutsche Akteure profitieren dabei nicht nur von den finanziellen Zuwendungen, sondern der Mehrwert einer Beteiligung liegt auch in der Netzwerkbildung, der Internationalisierung und dem Wissenstransfer sowie in der Erschließung neuer Märkte.

Auswertung der EU-Forschungsrahmenprogramme:

In einer aufwendigen Recherche wurden die Projekte des sechsten und siebten Forschungsrahmenprogramms auf meerestechnische Themenstellungen untersucht. Über den Betrachtungszeitraum 2002 bis 2010 konnten insgesamt 131 EU-Projekte mit meerestechnischem Bezug identifiziert werden. Das Fördervolumen dieser Projekte lag bei insgesamt rund 561 Mio. Euro. Die folgende Abbildung zeigt die Verteilung der Fördermittel auf die meerestechnischen Bereiche.

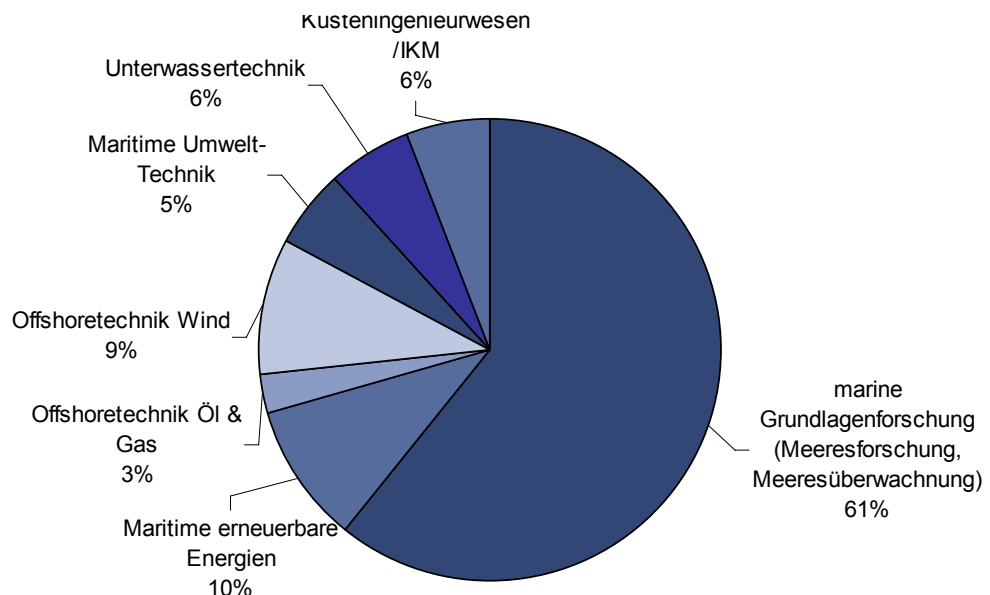


Abbildung 88: Finanzielle Zuwendungen in den meerestechnischen Feldern

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Community R&D Information Service (CORDIS)

Die mit Abstand meisten Projekte (52) mit den höchsten Zuwendungen (341 Mio. €) entfallen auf die marine Grundlagenforschung. Thematisch sind in dieser Kategorie Projekte verortet, die sich mit den Prozessen, der Funktionsweise und den Wechselwirkungen des Meeressystems befassen. Einen Teilbereich der Grundlagenforschung bilden Vorhaben, die im Zusammenhang mit den GMES-Diensten zur Meeresüberwachung stehen (z. B. MYOCEAN). In diesen Projekten unterstützt die EU im erheblichen Umfang den Aufbau und die Entwicklung eines europäischen Systems für die Beobachtung und Vorhersage der Meeresumwelt. Häufig werden im Rahmen dieser Vorhaben auch entsprechende Messinstrumente entwickelt, so dass ein direkter Bezug zur anwendungsorientierten Meerestechforschungstechnik besteht.

Andere Bereiche der Meerestech wie zum Beispiel das Küsteningenieurwesen oder der maritime Wasserbau werden über das Forschungsrahmenprogramm nur durch einige wenige Projekte unterstützt.

Eine Sonderrolle nehmen die Offshoretechnik zur Öl- und Gasförderung ein: Hier wird ein sehr großer Teil der Förderung im nationalen Rahmen der betreffenden Länder (insbesondere Norwegen und Großbritannien) bzw. der großen Unternehmen getragen. Der geringe Anteil an der Forschungsförderung auf EU-Ebene relativiert sich dadurch deutlich. Die Länder verfügen über große und sehr etablierte Forschungseinrichtungen, bzw. große Forschungsabteilungen in den Unternehmen. Eine ähnliche Entwicklung – allerdings in viel kleinerem Maßstab – findet sich bei der Offshorewindenergie, wo einzelne Länder größere Forschungseinrichtungen (DK, NL) etabliert haben.

Deutsche Beteiligung an meerestechnischen FuE-Projekten

Deutsche Einrichtungen sind an 64 % der Projektergebnisse beteiligt

Deutsche Teilnehmer (Universitäten, Forschungseinrichtungen und Unternehmen) sind an 64 % der geförderten Projekte beteiligt, am häufigsten in den Bereichen Marine Grundlagenforschung (90 % der Projekte) und Offshoretechnik-Wind (68 %). Meerestechnische Bereiche mit einer vergleichsweise geringen Präsenz deutscher Akteure sind Maritime Erneuerbare Energien und Offshoretechnik Öl und Gas, hier liegt die deutsche Beteiligung lediglich bei 41 %, bzw. 40 %. Bei den genannten Daten ist zu beachten, dass an den Projekten jeweils Akteure aus vielen Ländern beteiligt sind.

Themenübergreifend haben sich 224 deutsche Akteure an EU-Projekten beteiligt. Der Anteil deutscher Einrichtungen und Forscher liegt damit insgesamt bei rund 10 % (vgl. Tabelle 30). Nur Teilnehmer aus Großbritannien (13 %) waren an den Forschungsrahmenprogrammen stärker beteiligt. Dahinter folgen Frankreich (8 %), Italien (8 %), die Niederlande (6 %) und Spanien (6 %).

Bereich	Projekte			Akteure		
	Anzahl insg.	Anzahl mit dt. Beteiligung ¹	dt. Anteil an allen Projekten	Anzahl insg.	Anzahl der dt. Akteure	dt. Anteil an allen Akteuren
Marine Grundlagenforschung	52	43	90 %	1314	127	10 %
Offshoretechnik-Wind	19	13	68 %	211	37	17,5 %
Maritime Erneuerbare Energien	18	7	41 %	207	8	4 %
Offshoretechnik Öl und Gas	10	4	40 %	102	9	9 %
Unterwassertechnik	13	7	54 %	146	16	11 %
Maritime Umwelttechnik	11	6	55 %	145	18	12 %
Küsteningenieurwesen/IKM	8	2	25 %	163	9	5 %
Ingesamt	131	81	65 %	2288	224	10 %

Tabelle 30: Deutsche Beteiligung am FRP6 und FRP7 für ausgewählte Bereiche

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Community R&D Information Service (CORDIS)

**Deutsche meeres-
technische Wirtschaft –
häufig an interna-
tionalen FuE-Projekten
beteiligt**

Mit Blick auf die beteiligten Einrichtungstypen dominieren öffentliche Forschungseinrichtungen (74 %): Außeruniversitäre Einrichtungen (44 %) sind dabei häufiger beteiligt als die deutschen Hochschulen (30 %). Auf Unternehmen entfallen rund ein Viertel (26 %) der Beteiligungen. Damit ist die deutsche meeres-technische Wirtschaft überdurchschnittlich stark vertreten. Im europäischen Vergleich weisen andere führende Länder geringe Beteiligungsquoten der Wirtschaft auf. (UK 18 %; Frankreich 17 % und Spanien 13 %)

**Deutsche Meeresfor-
schungsinstitute am
stärksten vertreten**

Über den Untersuchungszeitraum beteiligten sich viele Einrichtungen an mehr als einem Projekt. Am stärksten vertreten war das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung mit 22 Projektbeteiligungen. Den zweiten Platz belegen die Institute der Max-Planck-Gesellschaft mit insgesamt rund 17 % der deutschen Beteiligungen (14 Vorhaben). Besonders aktiv war dabei das Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie in Bremen. Ebenfalls viele Projektbeteiligungen entfielen auf das Leibniz-Institut für Meereswissenschaften (13), die Universität Bremen (12) und die Institute der Fraunhofer-Gesellschaft (10).

Projekte unter deutscher Leitung

**Großbritannien,
Deutschland und
Frankreich überneh-
men am häufigsten
die Leitung**

Im Zusammenhang mit der Projektbeteiligung spielt die Projektleitung eine wesentliche Rolle. Koordinatoren erhalten deutlich höhere Zuwendungen als die übrigen Teilnehmer. Sie müssen für diese Rolle aber auch über einen entsprechenden wissenschaftlichen Ruf verfügen und international gut vernetzt sein. Als zentrale Akteure im Netzwerk haben sie andererseits den besten Zugang zu den „knowledge flows“.

Mit Blick auf die Projektorganisation nehmen deutsche Akteure im europäischen Vergleich überdurchschnittlich häufig die Funktion des Koordinators ein. In 18 Projekten sind deutsche Einrichtungen Konsortialführer. Das entspricht einem Anteil von 15 % bezogen auf alle Projekte. Lediglich Teilnehmer aus Großbritannien führen häufiger die Projekte an (vgl. Tabelle 31).

Land	Anzahl Projektleitungen
Großbritannien	38
Deutschland	19
Frankreich	18
Italien	13
Norwegen	10

Tabelle 31: TOP-5 Länder mit den meisten Projektleitungen

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Community R&D Information Service (CORDIS)

Thematisch werden von deutschen Akteuren die meisten Projekte in der marinen Grundlagenforschung koordiniert (sieben Vorhaben). Eine größere Zahl von Projektleitungen weisen Großbritannien und Frankreich mit jeweils zwölf Vorhaben auf. Mit Blick auf die Relevanz der Projekte zeigt sich allerdings, dass deutsche Akteure selten die Organisation von großen Verbundprojekten übernehmen: Keines der zehn Projekte im Bereich der marinen Grundlagenforschung mit einem Gesamtvolumen von über 10 Mio. € wird von deutschen Einrichtungen geleitet.

In der Offshorewindforschung nimmt Deutschland die Spitzenposition ein. Hier wird jedes vierte Projekt (insgesamt fünf Vorhaben) von einem deutschen Akteur organisiert. Weiterhin stark vertreten sind Großbritannien, die Niederlande und Dänemark.

Auch in der Unterwassertechnik spiegeln sich die deutschen Stärken in der Anzahl der Projektleitungen wider. Drei von dreizehn Projekten (23 %) werden von deutschen Teilnehmern koordiniert. Weitaus weniger präsent sind deutsche Einrichtungen in den Bereichen Maritime Erneuerbare Energien und Offshoretechnik Öl und Gas (eine Projektleitung).

Finanzielle Zuwendungen an deutsche Akteure

Ebenso wichtig wie die Beteiligung an FuE-Projekten ist auch die Höhe der finanziellen Zuwendungen, die deutsche Akteure durch internationale Forschungsprogramme akquirieren. Der Anteil der Zuwendungen hängt von den übernommenen Aufgaben innerhalb des Projektes ab und spiegelt damit die Kompetenz und das Potenzial der Teilnehmer wider.

In den Datenbanken der EU sind lediglich die Zuwendungen für das geförderte Gesamtprojekt angegeben. Die finanziellen Anteile der beteiligten Partner werden nicht öffentlich kommuniziert. Da es sich in der Regel um große Konsortien handelt, ist eine länderspezifische Auswertung der Finanzaufgaben problematisch. Zu den 20 größten Projekten wurden daher Informationen bei den nationalen Kontaktstellen eingeholt.

Im Ergebnis zeigt sich, dass deutsche Teilnehmer an allen Vorhaben finanziell beteiligt sind. Die Bandbreite der Zuwendungsanteile liegt dabei zwischen 3 % und 23 %. Im Durchschnitt erhalten deutsche Akteure rund 13 % der bewilligten Mittel.

6.3 Zusammenfassung und Fazit

Die deutsche meeresstechnische Forschung wird im Wesentlichen von den einschlägigen Meeresforschungseinrichtungen wie dem AWI, dem IFM-Geomar oder dem MARUM geprägt. In der Offshorewindenergie hat sich mit dem Fraunhofer IWES in Bremerhaven eine weitere zentrale Einrichtung etabliert.

Darüber hinaus zeichnet sich die meeresstechnische Forschungslandschaft durch ihre Kleinteiligkeit, Dezentralität und hohe Diversifikation aus. Die meeresstechnischen Kompetenzen finden sich an zahlreichen „fachfremden“ Einrichtungen, die sich über das gesamte Land verteilen. In diesem Merkmal hebt sich die meeresstechnische Wissenschaft von den Strukturen anderer führender europäischer Ländern wie z. B. Großbritannien und Frankreich ab. Dort werden die meeresstechnischen Kompetenzen stärker gebündelt und besser nach außen vermarktet.

Aufgrund dieses Strukturmerkmals besitzen Großbritannien und Frankreich Vorteile bei der Akquise der Organisation international renommierter Forschungsprojekte. Teilnehmer aus Großbritannien übernehmen mit Abstand am häufigsten die Projektorganisation. Frankreich ist insbesondere durch das IFREMER besonders stark bei großen und wissenschaftlich bedeutenden Projekten vertreten.

Die Analyse der Beteiligung deutscher Akteure an den Forschungsrahmenprogrammen zeigt, dass die meeresstechnische Forschung in bestimmten Bereichen eine starke Position einnimmt. Das gilt insbesondere für die meeresbezogene Grundlagenforschung und Klimaforschung. Weiterhin bestehen ausgeprägte Stärken in der Offshorewindforschung und zum Teil auch in der Unterwassertechnik. In anderen Bereichen ist die deutsche Forschung weniger breit aufgestellt. Das ist im Wesentlichen auf die wirtschaftliche Struktur in Deutschland zurückzuführen. Allerdings zeigen einige Referenzprojekte wie SUGAR oder ISUP immer wieder das technologische und wissenschaftliche Potenzial der deutschen Meerestechnik. Die Wettbewerbsfähigkeit der meeresstechnischen Wirtschaft zeigt sich an der umfassenden Beteiligung an europäischen FuE-Projekten. In keinem anderen Land sind meeresstechnische Unternehmen so stark in europäische Forschungsprojekte eingebunden wie in Deutschland.

7. Qualifizierung und Bildung in der Meerestechnik

Die Suche nach qualifizierten Fach- und Führungskräften stellt die meerestechnische Wirtschaft vor dem Hintergrund eines drohenden Fachkräftemangels vor große Herausforderungen. Aus diesem Grund wird das Thema Qualifizierung in einem gesonderten Kapitel untersucht.

Da keine originären Studien oder Daten für die Meerestechnik existieren wird einleitend kurz die allgemeine gegenwärtige und künftige Situation auf dem deutschen Arbeitsmarkt skizziert. Dann werden die Personalbedarfe und die Qualifikationserfordernisse in der Meerestechnik selbst auf Basis der Betriebsbefragung hergeleitet. Der Nachfrage werden die Angebote in der Ausbildung und Qualifizierung, die – in unterschiedliche Tiefe – auf die Meerestechnik ausgerichtet sind gegenübergestellt.

7.1 Fachkräftesituation in der deutschen Wirtschaft

Allgemeiner Fachkräftemangel bei Ingenieuren und Technikern

Die begrenzte Verfügbarkeit von qualifiziertem Fachpersonal ist für viele Betriebe schon heute ein zentrales Thema. Allerdings kann nicht verallgemeinernd von einem flächendeckenden Fachkräftemangel gesprochen werden. Die anhaltend hohe Arbeitslosigkeit zeigt, dass ein Engpass stark von der jeweiligen Branche, dem Qualifikationsniveau und der benötigten Tätigkeit abhängt. Gegenwärtig besteht eine qualifikatorische Unausgeglichenheit z. B. bei den für die Meerestechnik wichtigen Berufsgruppen der Ingenieure und Techniker (vgl. IDW, 2010).

In der öffentlichen Diskussion wird langfristig vor einem sich kontinuierlich aufbauenden Arbeitskräftemangel gewarnt. Allerdings hat die Wirtschafts- und Finanzkrise gezeigt, dass die Einschätzungen zu künftigen Personalbedarfen stark von äußeren Einflüssen abhängig sind. Neben den in der Regel eher kurzfristig orientierten Prognosen von Personalverantwortlichen sind daher auch volkswirtschaftliche Rahmenbedingungen in Betracht zu ziehen. In den Arbeitsmarktprognosen, in denen die gegenwärtige Wirtschaftskrise bereits berücksichtigt wurde, wird der von einigen Studien vorhergesagte dramatische Arbeitskräfteengpass für das Jahr 2020 relativiert (vgl. Fuchs, G., Zika, G., 2010).

Meerestechnisch relevante Entwicklungstrends

Obwohl die quantitative Abschätzung von Arbeitskräfteangebot und -nachfrage in vorliegenden Studien stark variiert, werden folgende, auch für die Meerestechnik relevante Entwicklungstrends übereinstimmend bestätigt:

- Die demographische Entwicklung führt in Deutschland bis 2025 zu einem sinkenden Arbeitskräfteangebot, das durch Zuwanderung und eine steigende Erwerbsbeteiligung nicht kompensiert werden kann.
- Der voranschreitende Strukturwandel und die internationale Arbeitsteilung erzeugen zunehmend Nachfrage nach Hochqualifizierten (Wissensintensivierungseffekt). Zuwächse verzeichnen weiterhin unternehmensnahe Dienstleistungen.

- Der Bedarf an Ingenieuren und Naturwissenschaftlern steigt, da sie besonders häufig in forschungs- und wissensintensiven Bereichen benötigt werden (vgl. Bonin, H. et al. 2007).
- Das Durchschnittsalter der Erwerbstätigen nimmt zu. Durch die steigende Zahl von Verrentungen nimmt der Ersatzbedarf an (Hoch-)qualifizierten zu.
- Aufgrund der qualifikatorischen Unausgeglichenheit könnten ab dem Jahr 2020 ernsthafte Angebotsengpässe auf dem Arbeitsmarkt auftreten, die sich bis 2030 stark verschärfen, wenn keine Gegenmaßnahmen eingeleitet werden.

Im folgenden Abschnitt werden die genannten Entwicklungstrends in Bezug auf die Auswirkungen auf die meeres technische Wirtschaft analysiert.

7.2 Fachkräftesituation in der meeres technischen Wirtschaft – die Bildungsnachfrage

Qualifikationsstruktur in der Meerestechnik

Die Meerestechnik zählt zu den wissensintensiven Branchen mit einem sehr hohen Qualifikationsniveau. Bemerkenswert ist vor allem der mit rund 50 % überdurchschnittliche Anteil der Akademiker/-innen an den Beschäftigten (der Durchschnitt der Gesamtwirtschaft liegt bei gerade 10,4 %) (vgl. BA, 2010; eigene Berechnung). Dabei handelt es sich vor allem um Hochschulabsolventen der Ingenieur- und Naturwissenschaften.

Weitere 48 % der Beschäftigten verfügen über eine abgeschlossene Berufsausbildung. Dazu gehören insbesondere die gewerblich-technischen Berufe in den industriell geprägten Feldern der Offshore-Energiegewinnung (Öl und Gas, Wind). Die Zahl der Ungelernten ohne Berufsabschluss ist in der Meerestechnik mit 2 % insgesamt sehr gering.

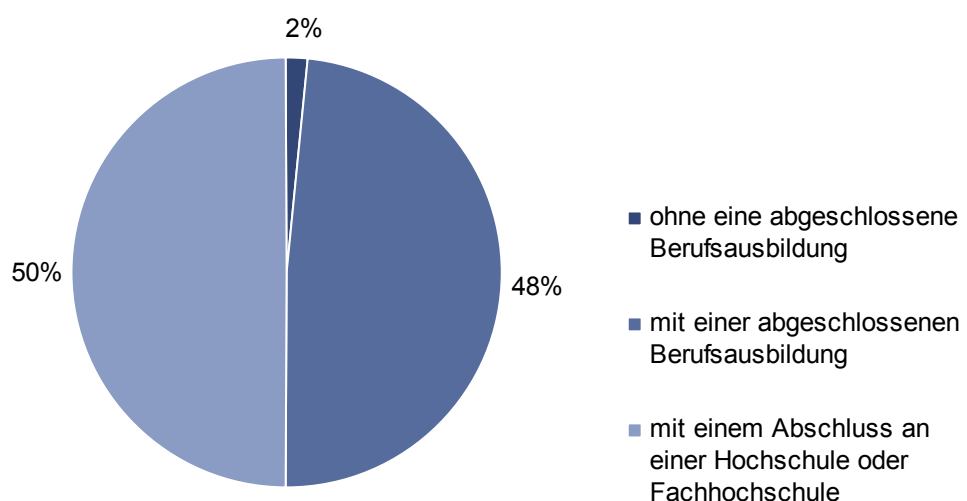


Abbildung 89: Qualifikationsniveau in der meeres technischen Wirtschaft

Quelle: Eigene Darstellung.

Hoher Bedarf an Ingenieuren und Industrietechnikern

Auch wenn während der Wirtschafts- und Finanzkrise der Personalbedarf tendenziell niedriger war, droht mittel- und langfristig aufgrund der demographischen Entwicklung und dem anhaltenden Trend zur Wissensgesellschaft ein erheblicher Konkurrenzkampf um höher qualifizierte. Insbesondere KMU und Unternehmen in Branchennischen könnten hier vor große Herausforderungen gestellt werden.

Die Meerestechnik wird analog zu anderen technisch-geprägten Branchen künftig einen hohen Bedarf an Fachkräften aller Qualifikationsstufen mit Fachrichtungen der MINT-Berufe aufweisen.²⁵ Besonders im Fokus stehen Ingenieure aller Fachrichtungen (vgl. Abbildung 90). Über 70 % der Unternehmen sehen hier einen hohen Bedarf an zusätzlichen Mitarbeitern. Eine angesichts des Qualifikationsprofils der Meerestechnik beachtenswert hohe Nachfrage besteht auch bei den gewerblich-technischen Fachkräften bei gut 45 % der Befragten.

Lediglich gut 10 % der Unternehmen sehen in der Zukunft keinen wesentlichen Bedarf an zusätzlichen Fachkräften.

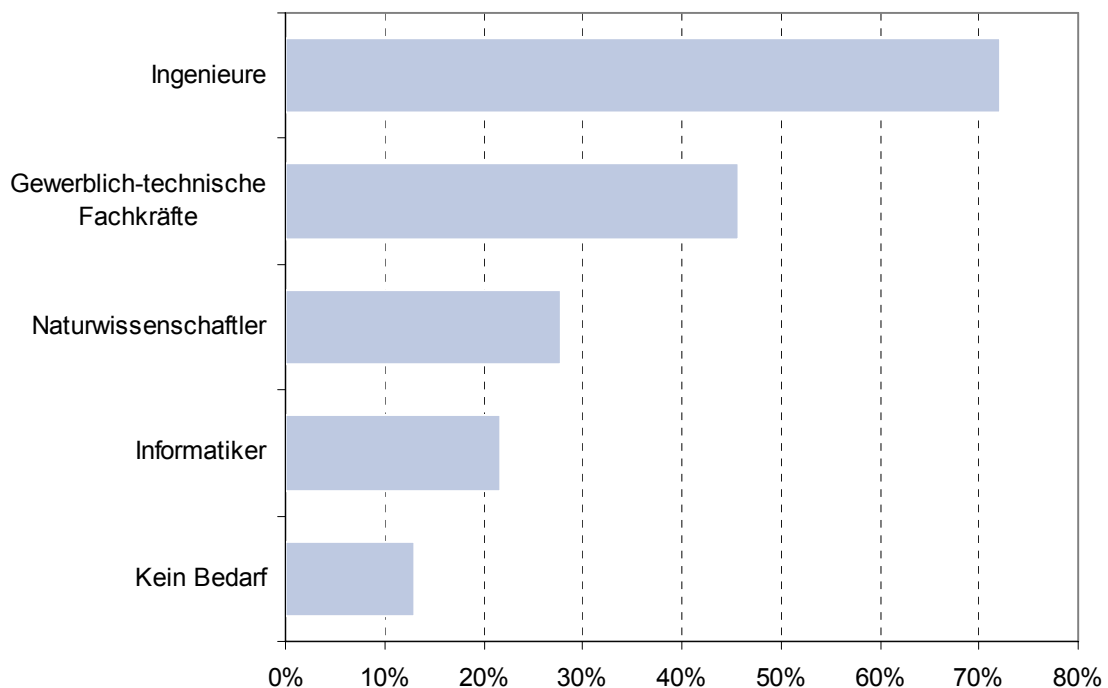


Abbildung 90: Künftiger Personalbedarf differenziert nach Berufsgruppen

Quelle: Eigene Darstellung

Sehr großer Engpass bei Ingenieuren

Die Verfügbarkeit der nachgefragten Arbeitskräfte wird von den befragten Unternehmen sehr unterschiedlich bewertet.

Zu berücksichtigen ist grundsätzlich, dass die Befragung in der schwersten Wirtschaftskrise der letzten Jahrzehnte durchgeführt wurde. Dass dennoch jeweils über 60 % der Betriebe eine schlechte oder sehr schlechte Verfügbarkeit von Informatikern und Ingenieuren melden, unterstreicht die Dimension des drohenden Fachkräfteproblems (vgl. Abbildung 91).

²⁵ MINT: Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik.

Besonders die hohe Nachfrage nach Ingenieuren bei gleichzeitig geringem Fachkräfteangebot droht zu einem limitierenden Faktor für die weitere Entwicklung der Meerestechnik zu werden.

Auch die Verfügbarkeit von Naturwissenschaftlern ist eher schlecht. Hier wäre allerdings genauer nach den Fachrichtungen zu differenzieren.

Lediglich bei den gewerblich-technischen Fachkräften sieht etwas mehr als die Hälfte der befragten Unternehmen eine gute Verfügbarkeit gegeben.

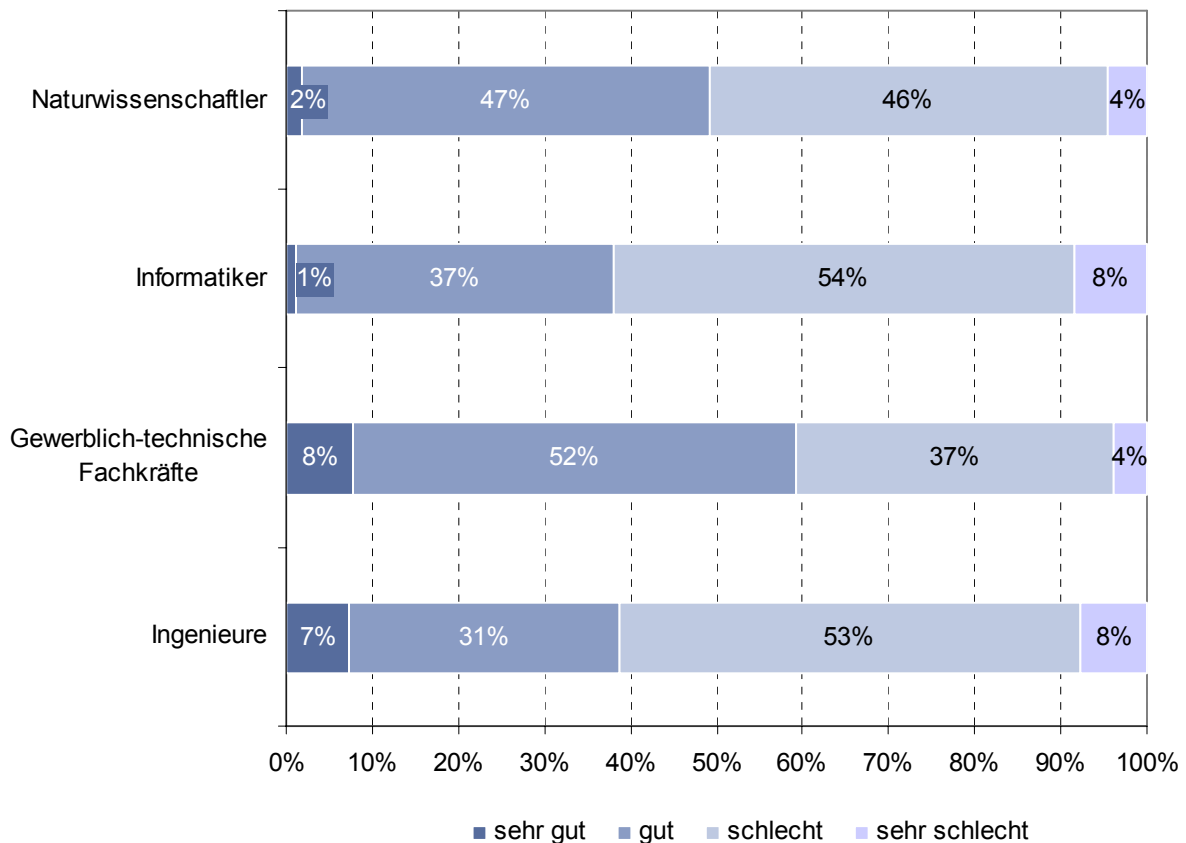


Abbildung 91: Bewertung der Verfügbarkeit von Fachkräften auf dem Arbeitsmarkt

Quelle: Eigene Darstellung 2010

Die Qualifizierungsaktivitäten in der meerestechnischen Wirtschaft sowie das Vorhandensein regionaler Ausbildungs- und Qualifizierungseinrichtungen nehmen vor diesem Hintergrund einen zentralen Stellenwert für die künftige Wettbewerbsfähigkeit der meerestechnischen Wirtschaft ein. Im Folgenden werden daher die gegenwärtigen Qualifizierungsmaßnahmen überblicksartig dargestellt.

7.3 Qualifizierungsaktivitäten in der Meerestechnik

7.3.1 Aus- und Weiterbildungsaktivitäten der meerestechnischen Wirtschaft

47 % der Betriebe bilden eigene Fachkräfte aus

Knapp jeder zweite meerestechnische Betrieb (47 %) bildet eigene Fachkräfte aus. Im Vergleich zum Bundesdurchschnitt der Gesamtwirtschaft (24 % im Jahr 2009) ist die durchschnittliche Ausbildungsbetriebsquote, als Anteil der ausbildenden Betriebe an allen Betrieben, in der meerestechnischen Wirtschaft damit sehr hoch.

Die Ausbildungsquote (der Anteil der Auszubildenden an allen Beschäftigten) als Indikator für die tatsächliche Ausbildungsleistung liegt dagegen mit 3,3 % deutlich unter dem gesamtwirtschaftlichen Durchschnitt von 6,6 %.

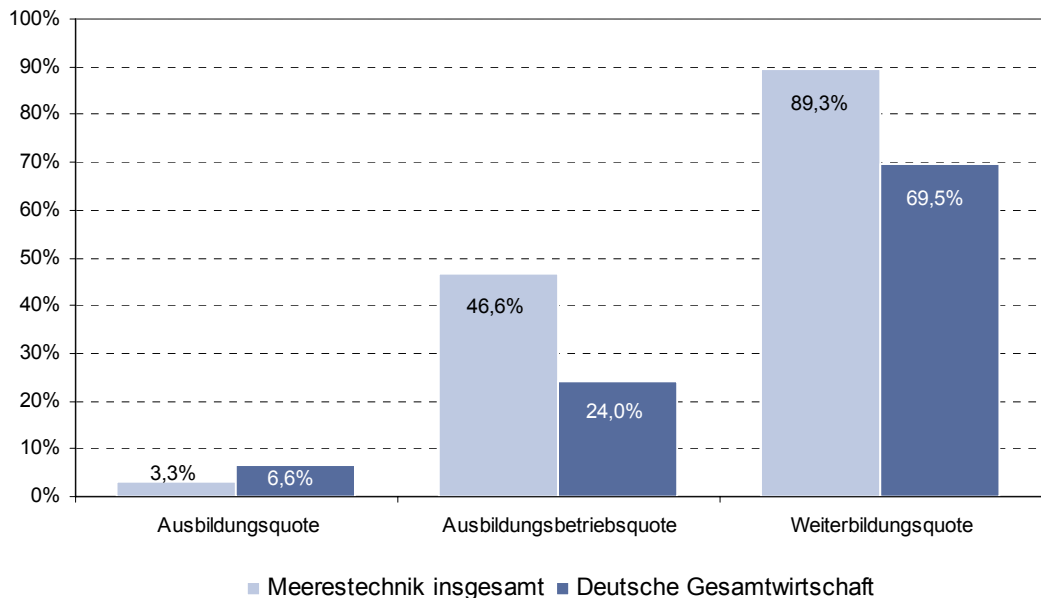


Abbildung 92: Indikatoren der betrieblichen Aus- und Weiterbildung in der Meerestechnik
Quelle: Eigene Darstellung

Die niedrige Ausbildungsquote in der Meerestechnik erklärt sich aus

- dem vergleichsweise hohen Anteil extern ausgebildeter Akademiker,
- dem Fehlen von spezifisch meerestechnischen Ausbildungsberufen und
- der hohen Spezialisierung vieler KMU mit entsprechend spezialisierten Ausbildungen.

Überdurchschnittlich hohe Weiterbildungsquote

Häufig werden von meerestechnischen Betrieben Personen ohne meerestechnischen Ausbildungshintergrund eingestellt und berufsfachliche Kenntnisse im Rahmen von Fortbildung vermittelt. Besonders das sogenannte "Training on the job", also die Weiterbildung am Arbeitsplatz nimmt in der Meerestechnik eine zentrale Rolle ein: Knapp jedes zweite meerestechnische Unternehmen (47 %) bietet unternehmensinterne Weiterbildung an. Weitere 42 % bieten Weiterbildung überwiegend über

externe Bildungseinrichtungen an. Mit einer Weiterbildungsquote von insgesamt 89,3 % liegt die Meerestechnik weit über der durchschnittlichen Quote in der Gesamtwirtschaft (69,5 %) (vgl. Abbildung 92).

Rund 61 % der befragten Betriebe erklärten, zusätzlich zum bereits durchgeführten Maßnahmenspektrum Weiterbildungsbedarf zu haben. Bei der Frage nach den inhaltlichen Schwerpunkten des Weiterbildungsbedarfs stehen berufsfachliche und branchenspezifische Kenntnisse (76 %) an oberster Stelle. Aufgrund der internationalen Ausrichtung der meeresstechnischen Wirtschaft sehen zwei Drittel (67 %) der Befragten großen Bedarf der Verbesserung der Sprachkenntnisse ihrer Mitarbeiter.

7.3.2 Bildungseinrichtungen

Neben den unternehmensinternen Qualifizierungen treten beim Ausbildungsangebot die öffentlichen Einrichtungen. Aufgrund des hohen Akademisierungsgrades haben diese in der meeresstechnischen Wirtschaft einen besonders hohen Stellenwert. Daher liegt der Fokus der Betrachtung – nach einem kurzen Blick auf die betriebliche Ausbildung – auch auf dem Lehrangebot der Universitäten und Fachhochschulen.

Betriebliche Ausbildung

Keine Ausbildungsberufe in der Meerestechnik

Obwohl die betriebliche Ausbildung für die Betriebe der Meerestechnik eine nicht unwichtige Säule zur Rekrutierung neuer Fachkräfte ist, gibt es in Deutschland keine fachbezogenen Ausbildungsberufe mit meeresstechnischen Hintergrund. Die zum Großteil eingesetzten gewerblich-technischen Fachkräfte wie etwa Mechatroniker, Elektriker oder Schweißer werden häufig über Weiterbildungsträger für die Anforderungen an die Meerestechnik geschult. Abgesehen von wenigen Ausnahmen wie z. B. der Bohrmeisterschule in Celle (eine Aus- und Fortbildungseinrichtung auf den Gebieten der Bohr-, Förder- und Speichertechnik, die für die Öl- und Gasindustrie schult) beschränken sich meeresstechnische Bildungsangebote daher überwiegend auf deutsche Hochschulen.

Das Angebot der Hochschulen im Überblick

Die Nachfrage nach Akademikern wird zu einem großen Teil durch Hochschulabsolventen mit einem ingenieurwissenschaftlichen oder naturwissenschaftlichen Studium abgedeckt (z. B. Maschinenbau, Elektrotechnik, Produktionstechnik, Geophysik, Biochemie etc.). Die Verfügbarkeit von Hochschulabsolventen aus klassischen Studiengängen ohne explizit maritimen Bezug ist für die meeresstechnische Wirtschaft von zentraler Bedeutung – zumal es nur wenige explizit meeresstechnische Studiengänge gibt.

Steigende Zahl von Studienanfängern in den Ingenieurfächern

Die Zahl der Studierenden ist in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen. Eine positive Entwicklung zeigt sich besonders im Hinblick auf den Ingenieurwachstum. Die Studienanfängerzahlen in den Ingenieurwissenschaften stiegen von 2007/2008 bis 2009/2010 um rund 13 % überdurchschnittlich an (alle Fächer: +9 %). Deutlich verhaltener

fiel dagegen der Zuwachs in der Fächergruppe Mathematik und Naturwissenschaften aus (+7 %).

Der Anstieg der Studienanfängerzahlen erklärt sich aus den geburtenstarken Jahrgängen und aus schulreformbedingten doppelten Abiturjahrgängen in einigen Bundesländern. Gleichzeitig hat auch die grundsätzliche Studiumsneigung zugenommen. Die Zahl der Studienanfänger eines Jahrgangs ist in den letzten Jahren stark gestiegen. Ursächlich dafür sind neben ökonomischen Gesichtspunkten sicherlich auch die zahlreichen Kampagnen und Initiativen, die insbesondere für MINT-Berufe werben.

Meerestechnische Studienangebote an 18 Hochschulen

Zusätzlich zu den allgemeinen Studienangeboten, in denen überwiegend branchenübergreifendes Basiswissen vermittelt wird, werden an insgesamt 18 deutschen Hochschulen spezifische Studienangebote mit meerestechnischen Vertiefungen angeboten (vgl. Tabelle 32). Dabei dominieren vor allem ergänzende Aufbaustudiengänge (Masterstudiengänge, M. Sc.), die ein grundständiges Studium – zumeist mit ingenieur- oder naturwissenschaftlichem Hintergrund – voraussetzen. Nur vereinzelt sind konsekutive Studienangebote zu finden, die aus einem Bachelor und einem darauf aufbauenden Master bestehen.

	Hochschule	Studiengang
Küsteningenieurwesen	Universität Hannover	M.Sc. Wasser-, Umwelt- und Küsteningenieurwesen
	Universität Oldenburg	M.Sc. Water and Coastal Management
	Universität Rostock	M.Sc. Coastal Geosciences
	Universität Bochum	M.Sc.-Studiengang Bauingenieurwesen mit Vertiefung Boddynamik und Meerestechnik
Offshoretechnik-Wind	Universität Oldenburg	Windenergietechnik und -management
	Universität Oldenburg	Postgraduate Programme Renewable Energy
	Hochschule Bremerhaven	Bc. Maritime Technologien
	Hochschule Bremerhaven	M.Sc. Windenergietechnik
	Hochschule Bremen	M.Sc. Zukunftsfähige Energiesysteme
	Fachhochschule Kiel/Flensburg	M.Sc. Wind-Engineering
	Beuth Hochschule für Technik Berlin	Maschinenbau und erneuerbare Energien (konsekutiv)
	Fachhochschule Flensburg	Bc. Regenerative Energietechnik
Offshore-technik Öl und Gas	Technische Universität Clausthal	M.Sc. Petroleum Engineering

	Hochschule	Studiengang
Maritime Sicherheit	Hochschule Bremerhaven	M.Sc. Integrated Safety and Security Management
Aquakultur	Universität Rostock	M.Sc. Aquakultur
	Humboldt-Universität zu Berlin	M.Sc. Fishery Science and Aquaculture
	Universität Hamburg	M.Sc. Marine Ökosysteme und Fischereiwirtschaft
Hydrographie	HafenCity Universität Hamburg	Masterstudiengang Geomatik mit Schwerpunkt Hydrographie
Marine Grundlagenforschung	Jacobs University Bremen	Bc. Earth and Space Sciences (u. a Oceanography)
	Jacobs University Bremen	M.Sc. Marine Microbiology
	Jacobs University Bremen	Ph.D. Marine Microbiology
	Universität Rostock	M.Sc. Meeresbiologie
	Universität Hamburg	Bc. Geophysik/Ozeanographie
	Universität Kiel	M.Sc. Marine Geosciences
	Universität Kiel	Bc. Physik des Erdsystems: Meteorologie - Ozeanographie - Geophysik
	Universität Kiel	M.Sc. Climate Physics: Meteorology and Physical Oceanography
	Universität Hamburg	Bc. Geophysik/Ozeanographie
	Universität Bremen	M.Sc. Marine Mikrobiologie
	Universität Bremen	M.Sc. Marine Biologie
	Universität Bremen	M.Sc. Marine Geowissenschaften
	Universität Bremen	ERASMUS MUNDUS Master of Science Program in Marine Biodiversity and Conservation
	Universität Oldenburg	M.Sc. Marine Umweltwissenschaften
Weitere Studiengänge	Fachhochschule Bremen	Bc. Schiffbau und Meerestechnik
	TU Hamburg-Harburg	M.Sc. Schiffbau- und Meerestechnik
	TU Berlin	Schiffs- und Meerestechnik (konsekutiv)
	Fachhochschule Kiel	Schiffbau und maritime Technik (konsekutiv)
	Universität Duisburg-Essen	M.Sc. Schiffbau und Meerestechnik

Tabelle 32: Überblick der meeres-technischen Studiengänge an deutschen Hochschulen
 Quelle: Befragung der Hochschulen; eigene Darstellung

**42 Studiengänge mit
meerestechnischem
Bezug**

Insgesamt existieren in Deutschland 42 Studiengänge mit Bezug zur Meerestechnik. Allerdings verändert sich das Studienangebot insbesondere in der Meerestechnik derzeit relativ schnell. An einigen Standorten wird über eine Erweiterung des Angebotes nachgedacht. Zum Teil bestehen auch schon konkrete Umsetzungspläne: So wird die Jade-Hochschule Wilhelmshaven/Oldenburger/Elbfleth in Kürze einen Studiengang „Meerestechnik“ sowie „Marine Sensorik“ anbieten.

**Zusätzliche Erhebung
der Studierenden und
Absolventenzahlen**

Zu den meerestechnischen Studiengängen wurden von den Hochschulen im Rahmen einer zusätzlichen schriftlichen Befragung die Anzahl der Studierenden und der Absolventen sowie Informationen zur Belegung der Studiengänge (Auslastungsquote) erhoben. Zu 26 Studiengängen liegen Informationen vor. Damit beträgt die Rücklaufquote 64 %. In den meerestechnischen Studiengängen, zu denen Angaben vorliegen, waren im Wintersemester 09/10 insgesamt rund 660 Studierende eingeschrieben. Die Zahl der Absolventen lag bei etwa 150. Die durchschnittliche Auslastungsquote betrug rund 58 %. Durch die Umstellung auf Bachelor- und Masterstudiengänge befinden sich einige Studiengänge noch in der Umstellungsphase. Das erklärt die zum Teil sehr niedrige Auslastung einiger Studiengänge.

**Einziges umfassendes
Meerestechnikstudium
in Bremerhaven**

Das Lehrangebot korrespondiert erwartungsgemäß mit den entsprechenden Forschungsschwerpunkten der Hochschulen. So werden meeresorientierte Studiengänge insbesondere von den Hochschulen Kiel und Bremen/Bremerhaven angeboten. Beide Standorte verfügen über breite Kompetenzen in der Meeresforschung.

Mit Blick auf die Lehrinhalte zeigt sich, dass sich die meisten Studiengänge auf ausgewählte meerestechnische Bereiche beschränken, z. B. die Bohrtechnik im Studiengang Petroleum Engineering (TU Clausthal) oder Hydrographie im Studiengang Geomatik (HafenCity Universität Hamburg). Damit trägt das Angebot der heterogenen Struktur der Meerestechnik Rechnung.

Eine Ausnahme ist dabei der Bachelorstudiengang „Maritime Technologien“, der von der Hochschule Bremerhaven angeboten wird. Der Studiengang vermittelt neben ingenieurwissenschaftlichen und naturwissenschaftlichen Grundlagen spezifisches Wissen für unterschiedliche Einsatzfelder der Meerestechnik. Dazu gehören u. a. die Offshore-technik-Wind, die Unterwassertechnik, die Meeresmesstechnik aber auch die Aquakultur. Der mit Abstand größte meerestechnische Studiengang in Deutschland ist mit 100 Studenten voll ausgelastet.

**Neue Angebote und
hohe Auslastung ins-
besondere bei Offshore
Wind**

Um dem wachsenden Fachkräftebedarf in der Offshorewindwirtschaft gerecht zu werden, sind in jüngster Vergangenheit vermehrt neue Studienangebote entstanden, die sich mit windtechnischen Fragestellungen beschäftigen. An den Fachhochschulen Kiel und Flensburg kann seit dem Wintersemester 08/09 das Masterstudium Wind-Engineering absolviert werden. In Bremerhaven wurde in Kooperation mit der Wirtschaft ein Masterstudiengang Windenergie-technik eingerichtet. Trotz des Kapazitätsausbaus weisen die spezifischen Wind-Studiengänge eine hohe Auslastung auf. Aufgrund der großen Nachfrage musste deshalb z. T. eine Zulassungsbeschränkung eingeführt werden.

Relevant für die meeres-technische Wirtschaft sind weiterhin die schiffbauorientierten Studiengänge an den Universitäten in Duisburg-Essen, Hamburg-Harburg und Berlin sowie an den Fachhochschulen in Bremen und Kiel. Obwohl besonders in diesen Studiengängen z. T. auch spezifisches Wissen für die Meerestechnik gelehrt wird, zeigt sich, dass die Absolventen vorwiegend einen Arbeitsplatz im Schiffbau oder der entsprechenden Zulieferindustrie wählen.

7.4 Fazit

Zusammenfassend lässt sich für die Personal- und Qualifizierungssituation der deutschen Meerestechnik resümieren:

- Hochqualifizierte dominieren: Das personelle Gerüst in der Meerestechnik bilden vor allem Ingenieure und Naturwissenschaftler sowie gewerbliche Fachkräfte. Diese grundlegenden Berufsprofile dienen häufig als Basisqualifikation.
- Schon heute akuter Ingenieurengpass: Der Bedarf an Ingenieuren ist bei den Betrieben überdurchschnittlich hoch. Gleichzeitig wird die Angebotssituation von den befragten Betrieben schon heute als kritisch eingestuft. Dieser Engpass könnte sich mittel- bis langfristig weiter verschärfen.
- Hoher Bedarf an Weiterbildungsmaßnahmen von bereits ausgebildeten Fachkräften: Im Vergleich mit der Gesamtwirtschaft ist die Weiterbildungsbeteiligung der meeres-technischen Betriebe ausgesprochen hoch. Allerdings zeigen die Ergebnisse der Betriebsbefragung, dass über die durchgeführten Weiterbildungsmaßnahmen hinaus zusätzlicher Bedarf besteht, der nicht gedeckt werden kann.

Für den Einsatz in der Meerestechnik ist häufig spezifisches Know-how notwendig, das in der beruflichen Ausbildung/im Studiengang unzureichend vermittelt wird. Die Analyse des Ausbildungsangebots zeigt, dass es in Deutschland keine spezifischen Ausbildungsberufe mit meeres-technischen Bezug gibt. Von den Hochschulen werden überwiegend nur für Teilbereiche der Meerestechnik adäquate Studiengänge angeboten. Das entspricht aber durchaus der Heterogenität der Branche. Zudem weisen die entsprechenden Studiengänge eine hohe Auslastung auf. Das gilt insbesondere für die Angebote in der (Offshore)-Windenergie.

Das überdurchschnittlich hohe Qualifikationsniveau, das große Teile der meeres-technischen Wirtschaft kennzeichnet und die geplante Ausweitung der Beschäftigung in Wachstumsbranchen wie der Offshorewindenergie, wird die Unternehmen in Hinblick auf die Sicherung ihres Fachkräftebedarfs vor große Herausforderungen stellen. Für die Meerestechnik wird es wichtig, sich im „Kampf“ um die besten Köpfe mit anderen Hightech-Branchen zu beweisen. Eine aktive Vermarktung der meeres-technischen Branche bei Nachwuchskräften ist daher ein wichtiges Handlungsfeld. In Zukunft wird es für die Unternehmen auch darauf ankommen, eine langfristig ausgerichtete Bildungs- und Personalpolitik zu etablieren. Demographiebedingt wird es immer wichtiger, auch ältere Arbeitnehmer einzustellen und die berufliche Weiterbildung voranzutreiben.

8. Vernetzungsstrukturen der Meerestechnik

Interaktivität und Arbeitsteiligkeit zwischen Betrieben sowie Bildungs- und Forschungseinrichtungen sind wesentliche Kennzeichen von Innovationsprozessen, die weniger von einzelnen Unternehmen, sondern verstärkt in Kooperationsverbänden hervorgebracht werden (vgl. Koschatzky 2005, S. 53f.).

Die Meerestechnik, als bedeutende Querschnittstechnologie innerhalb der maritimen Wirtschaft, sollte neben intensiven nationalen Verflechtungsbeziehungen auch eine ausgeprägte internationale Vernetzung aufweisen. Damit würden sich die Optionen der Arbeitsteilung und der Generierung von innovationsrelevanten Inhalten erweitern und die Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Netzwerks und der mit ihm verbundenen Betriebe maßgeblich erhöhen lassen. Das Ausmaß und die Intensität der Netzwerkbeziehungen in der meerestechnischen Wirtschaft und Wissenschaft auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene werden auf der Basis der folgenden umfangreichen Netzwerkanalyse sichtbar.

8.1 Relevanz und Aufbau der Netzwerkanalyse

Methodische Vorgehensweise und Leitfragen

Für die Untersuchung der Vernetzungsstrukturen von Betrieben sowie von Bildungs- und Forschungseinrichtungen ist das Verfahren der Netzwerkanalyse ein guter methodischer Ansatz. Dieses Instrumentarium ist geeignet, die Stärken und Schwächen der Vernetzung akteursbezogen und in sektoral oder regional vergleichender Form herauszuarbeiten.

Mit Hilfe dieser Analyse können nicht nur die Vernetzungsstrukturen innerhalb der Meerestechnik sichtbar gemacht werden, sondern es kann auch eine Annäherung an die Wertschöpfungszusammenhänge innerhalb des Wirtschaftsbereichs hergestellt werden.

Zur Erfassung der bestehenden Verflechtungsbeziehungen der Meerestechnik in Deutschland wurde eine Netzwerkanalyse aller befragten meerestechnischen Betriebe sowie aller Bildungs- und Forschungseinrichtungen mit meerestechnischem Bezug durchgeführt. Um Schnittstellen zwischen der Meerestechnik und den übrigen maritimen Kernsegmenten zu identifizieren, wurden letztere auch in die Analyse mit einbezogen.

Im Mittelpunkt der Untersuchung stehen folgende zentrale Fragestellungen:

- Wie hoch ist die Vernetzungsqualität innerhalb der Meerestechnik sowie in einzelnen Anwendungsfeldern?
- Welches sind die Stärken und Schwachstellen im Netzwerk der Meerestechnik?
- Wer sind die strategischen Akteure des Netzwerks?
- Welcher Stellenwert kommt den Wissenschafts- und Bildungseinrichtungen innerhalb des Netzwerks zu?
- Wie ist die meerestechnische Wirtschaft und Wissenschaft mit anderen Bereichen der maritimen Wirtschaft verflochten?

- Wie sind einzelne Regionen bzw. Bundesländer in das Netzwerk eingebunden und wie stark sind die internationalen Kooperationsbeziehungen ausgeprägt?

Durch Befragung der Betriebe sowie der Bildungs- und Forschungseinrichtungen wurde die für die Netzwerkanalyse erforderliche Datengrundlage gewonnen. Es wurden die Betriebe und Institute nach ihren wichtigsten Kooperationspartnern innerhalb der meerestechnischen Wirtschaft sowie innerhalb der übrigen maritimen Kernsegmente (Schiffbau, Schiffbauzulieferer, Meerestechnik, Reedereiwirtschaft, maritime Dienstleistungen sowie Hafenvirtschaft und -logistik) befragt. Darüber hinaus erfolgte eine Erhebung der bedeutendsten Kooperationen mit Aus- und Weiterbildungsträgern sowie Wissenschaftseinrichtungen. Neben der Meerestechnik wurde auch die übrige maritime Wirtschaft nach ihren Kooperationsbeziehungen befragt, um die wesentlichen Schnittstellen zwischen diesen Segmenten und der Meerestechnik zu identifizieren (vgl. Kapitel 3).

Im Rahmen der Netzwerkanalyse konnten über die Benennung der Kooperationspartner zusätzlich zu den antwortenden meerestechnischen Betrieben und Instituten weitere Akteure erfasst werden. Somit konnten insgesamt 839 Akteure in die Netzwerkanalyse einbezogen werden. Auf der Basis dieser Ergebnisse kann ein sehr weit reichendes Bild der Vernetzung der meerestechnischen Wirtschaft und Wissenschaft erzeugt werden.

Bei der Erfassung der bestehenden Kooperationsbeziehungen²⁶ wurde zwischen folgenden Intensitätsstufen der Zusammenarbeit unterschieden:

- **langfristige strategische Geschäftsbeziehungen:** Diese über einen längeren Zeitraum (mehrjährig) angelegte Kooperationsbeziehung dient der Erzielung nachhaltiger Wettbewerbsvorteile. Die Zusammenarbeit basiert auf einem intensiven Wissensaustausch zwischen den Kooperationspartnern (z. B. Forschungs- und Entwicklungspartnerschaften, langfristige Lieferverträge, langfristige Dienstleistungsverträge).
- **punktueller Kooperationen zur Bearbeitung von Einzelthemen:** Dabei handelt es sich in der Regel um eine längerfristige, bereits eingespielte Zusammenarbeit, bei der zur Erzielung bestimmter Problemlösungen fallweise auf ausgewählte Geschäftspartner zurückgegriffen wird (z. B. Einzelaufträge für spezifische Problemlösungen). Auch diese Form der Kooperation basiert auf Vertrauen und beinhaltet einen zeitlich begrenzten, aber dennoch intensiven Wissensfluss.

²⁶ Bei Kooperationen handelt es sich grundsätzlich um eine freiwillige Form der Zusammenarbeit zwischen mehreren rechtlich und wirtschaftlich selbstständigen Unternehmen bzw. Institutionen, die auf einer schriftlichen oder mündlichen Kooperationsvereinbarung basiert. Die Zusammenarbeit ist systematisch, zweckorientiert und auf die Erreichung eines gemeinsamen Zieles ausgerichtet. Reine Markttransaktionen haben im Unterschied zu Kooperationen über deren Abschluss hinaus kein weitergehendes Ziel, während bei Kooperationen Ziele vereinbart werden, die über die Transaktionsebene hinausgehen. Bei reinen Markttransaktionen bleiben die Marktteilnehmer zudem weitgehend anonym, während Kooperationen ein Partnerauswahlprozess sowie eine umfangreiche Verhandlung zugrunde liegen. Auf dem Markt besteht zudem zwischen dem Käufer und dem Verkäufer über die Transaktion hinaus kein Bindungsgrad, während Kooperationen über einen längeren Zeitraum angelegt sind. Nicht zuletzt erfolgt auf dem Markt die Koordination über den Preis, während bei der Kooperation Vereinbarungen zur Koordination getroffen werden (vgl. Müller 2006).

- **Kooperationen im Bereich Ausbildung/Qualifizierung:** Diese Form der Zusammenarbeit dient insbesondere der Generierung und der Vermittlung von Wissen und Fertigkeiten mit dem Ziel, das Humankapital zu erhöhen. Dazu zählt beispielsweise auch das in einer betrieblichen Ausbildung, einem Praktikum oder Trainee-Programm gewonnene Erfahrungswissen („learning by doing“), das nicht ohne weiteres kodifiziert und damit ausgetauscht werden kann.

8.2 Räumliche Vernetzungsstrukturen der Meerestechnik

Die Meerestechnik besteht aus einem zusammenhängenden Netzwerk

Die deutsche Meerestechnik besteht aus einem dichten, weitgehend zusammenhängenden Netzwerk. In Abbildung 93 sind die räumlichen Vernetzungsstrukturen der meerestechnischen Wirtschaft und Wissenschaft in Deutschland auf der Ebene der einzelnen Landkreise und kreisfreien Städte dargestellt. Dabei wurden hier nur die Kooperationspartner der befragten Akteure abgebildet, die selbst auch der meerestechnischen Wirtschaft und Wissenschaft zuzuordnen sind. Dabei zeigt sich, dass es zahlreiche Kooperationsachsen zwischen den einzelnen Standorten der Meerestechnik gibt. Zudem haben sich verschiedene größere Zentren herausgebildet, die als zentrale Knotenpunkte des Netzwerks fungieren.

Die meisten Kooperationsbeziehungen sind im Land Bremen sowie in der Freien und Hansestadt Hamburg zu verorten. Die größten Kooperationsachsen verlaufen zwischen der Freien und Hansestadt Hamburg und Kiel sowie zwischen der Freien und Hansestadt Hamburg und der Freien Hansestadt Bremen.

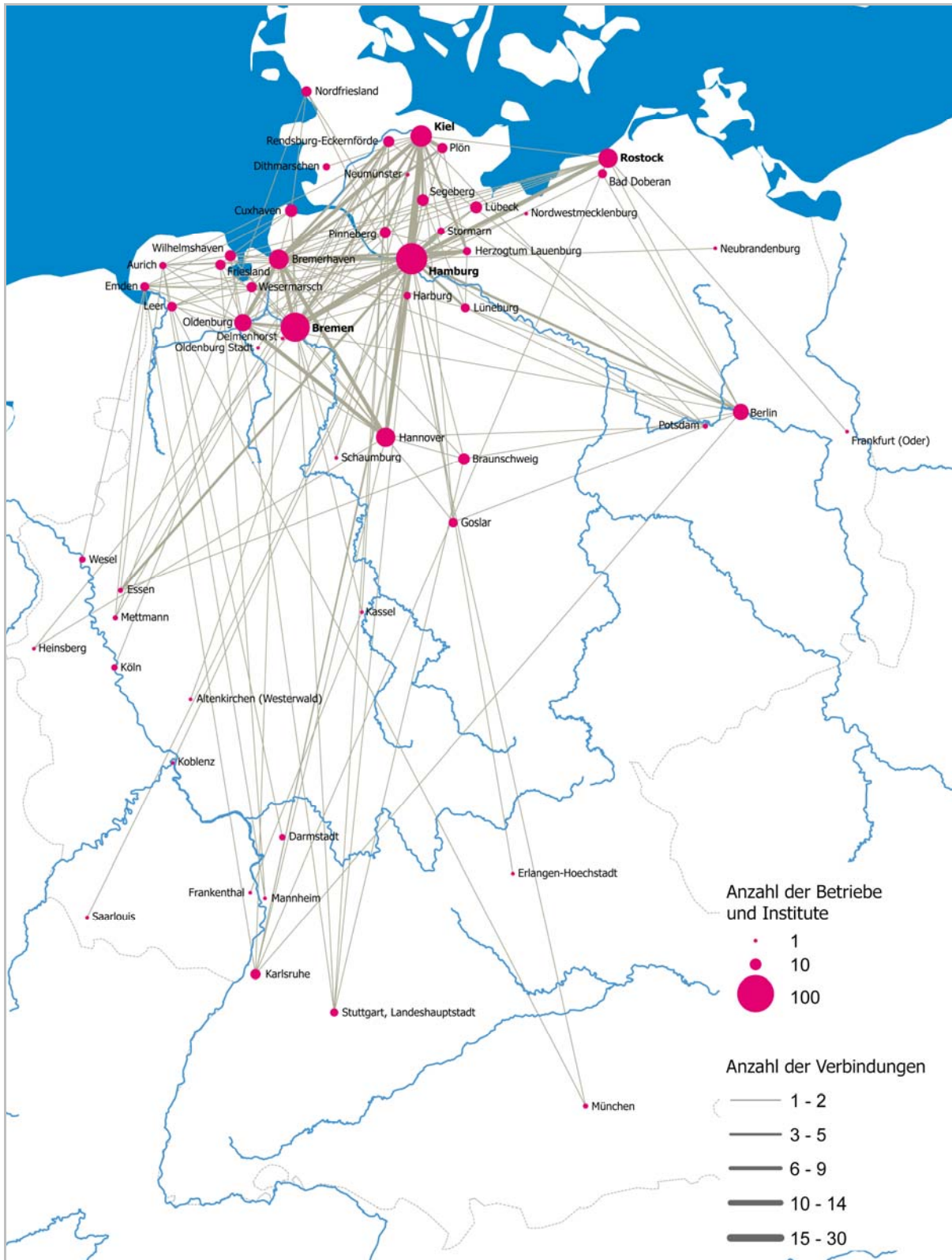


Abbildung 93: Räumliche Vernetzungsstrukturen innerhalb der Meerestechnik (auf Kreisebene)

Quelle: Eigene Darstellung, 2010

Die Meerestechnik verfügt über ausgeprägte Kooperationsbeziehungen ins Ausland

Für die Meerestechnik ist neben einer intensiven Vernetzung auf nationaler Ebene auch eine ausgeprägte internationale Vernetzung von zentraler Bedeutung. Nur durch ausgeprägte internationale Kooperationen können die Betriebe und Wissenschaftseinrichtungen an der internationalen Forschung sowie an internationalen Trends teilhaben.

Von allen erfassten Kooperationsbeziehungen der meeresstechnischen Wirtschaft und Wissenschaft entfallen 20 % auf das Ausland. Die Ausrichtung der internationalen Kooperationsbeziehungen zeigt ein deutliches Übergewicht zugunsten Westeuropas. Insgesamt 69 % aller Kooperationen verlaufen in Richtung westeuropäischer Nationen (vgl. Abbildung 94). Mit deutlichem Abstand folgen die Verbindungen nach Asien/Pazifik (10 %), Nordamerika sowie Zentral- und Osteuropa (jeweils 9 %). Der Nahe Osten/Afrika sowie Lateinamerika spielen hingegen eher eine untergeordnete Rolle für die Kooperationsaktivitäten der deutschen Meerestechnik. Diese Ergebnisse zeigen, dass die meeresstechnische Wirtschaft und Wissenschaft erwartungsgemäß relativ stark in die internationalen Wissensströme und Wertschöpfungsaktivitäten eingebunden sind. Im Vergleich zur gesamten maritimen Wirtschaft, bei der die internationalen Kooperationsbeziehungen ein Viertel ausmachen, ist der Wert jedoch leicht unterdurchschnittlich.

Anzahl der Verbindungen zu 6 Weltregionen in %

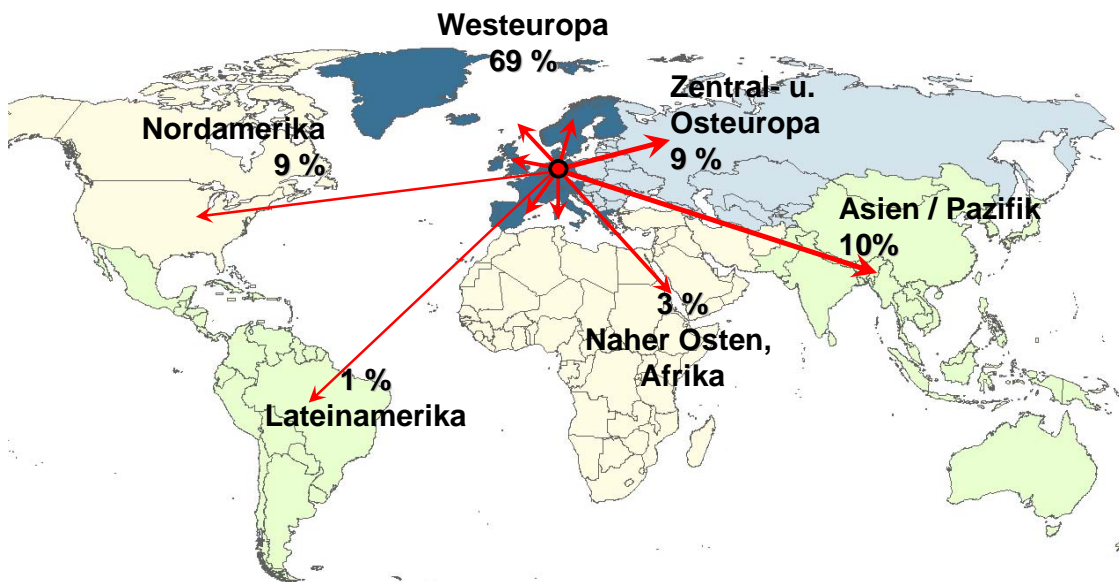


Abbildung 94: Internationale Vernetzungsstrukturen der meeresstechnischen Wirtschaft und Wissenschaft

Quelle: Eigene Darstellung

8.3 Vernetzungsqualitäten der Meerestechnik

Im Folgenden werden die Vernetzungsqualitäten und Wertschöpfungsaktivitäten der gesamten Meerestechnik in Deutschland vertiefend beleuchtet. Dabei können auch Aussagen zu einzelnen Anwendungsfeldern mit einer hinreichenden Netzwerkgröße (Offshoretechnik Wind sowie Öl und Gas, Küsteningenieurwesen/Wasserbau sowie Maritime Mess- und Umwelttechnik) getroffen werden. Die übrigen Anwendungsfelder können aufgrund der geringen Fallzahlen nicht einzeln untersucht werden. Die geringen Fallzahlen sind ein Hinweis dafür, dass in diesen Bereichen die Vernetzungsstrukturen noch schwach ausgeprägt sind.

Indikatoren	Wirtschaft und Wissenschaft insgesamt	Meeres-technische Wissenschaft	Offshore-technik Wind	Offshore-technik Öl & Gas	Küsten-ingenieurwesen/Wasserbau	Maritime Mess- und Umwelt-technik	Meeres-technische Wirtschaft insgesamt
Netzgröße	839	558	202	68	115	119	426
Vernetzungsdichte	31,4	47,0	20,6	14,4	21,0	21,7	19,9
Kohäsion (Anzahl unverbundener Netzkomponenten)	43	6	23	9	16	8	44
Anzahl isolierter Akteure	39	1	19	4	11	4	38
Überregionaler Verbundenheitsgrad (in %)	46,3	47,2	47,4	46,5	33,6	45,9	44,4
Internationaler Verbundenheitsgrad (in %)	19,8	23,6	8,5	16,4	14,7	13,5	11,9
Verbindungsgrad Wirtschaft - Wissenschaft (in %)	30,3	-	26,1	35,2	12,5	45,4	30,3
Verbindungsgrad Wissenschaft - Wirtschaft (in %)	36,9	-	-	-	-	-	36,9

Erläuterungen:

Vernetzungsdichte = Summe aller nach der Intensitätsstufe bewerteten Verbindungen dividiert durch Anzahl der befragten Akteure

Überregionaler Verbundenheitsgrad (in %) = Anteil aller nach der Intensitätsstufe bewerteten Verbindungen ins übrige Bundesgebiet an allen bewerteten Verbindungen der befragten Akteure.

Internationaler Verbundenheitsgrad (in %) = Anteil aller nach der Intensitätsstufe bewerteten internationalen Verbindungen an allen bewerteten Verbindungen der befragten Akteure.

Verbindungsgrad Wirtschaft - Wissenschaft (in %) = Anteil aller nach der Intensitätsstufe bewerteten Verbindungen zu Wissenschaftseinrichtungen an allen bewerteten Verbindungen der befragten Betriebe.

Verbindungsgrad Wissenschaft - Wirtschaft (in %) = Anteil aller nach der Intensitätsstufe bewerteten Verbindungen zur Wirtschaft an allen bewerteten Verbindungen der befragten Wissenschaftseinrichtungen.

Tabelle 33: Vernetzungsqualitäten der meeres-technischen Wirtschaft und Wissenschaft im Vergleich

Quelle: Eigene Darstellung

Zur Analyse der Vernetzungsqualitäten in der Meerestechnik können die Indikatoren aus Tabelle 33 herangezogen werden. Die betrachteten Netzwerke setzen sich aus allen (aktiv) befragten Akteuren im jeweiligen Feld und deren (passiv) genannten Kooperationspartnern innerhalb der Meerestechnik sowie der übrigen maritimen Wirtschaft zusammen. Dabei kann es Schnittmengen zwischen einzelnen Netzwerken geben, da einige Betriebe und Institute als passive Kooperationspartner in mehreren Netzwerken genannt wurden.

Das Netzwerk der Meerestechnik in Deutschland

Das Netzwerk der Meerestechnik weist eine überdurchschnittliche Dichte auf

Von den rund 1.556 erfassten Kooperationsbeziehungen der meeres-technischen Wirtschaft und Wissenschaft entfallen rund 40 % auf die höchste Intensitätsstufe der Zusammenarbeit (langfristige strategische Kooperationsbeziehungen). Eine noch höhere Bedeutung kommt den punktuellen Kooperationen zur Bearbeitung von Einzelthemen zu (rund 56 %). Die ausschließliche Zusammenarbeit in der Ausbildung macht rund 4 % aller Kooperationsbeziehungen aus. Diese Ergebnisse zeigen, dass der überwiegende Teil der Akteure intensiv miteinander vernetzt ist. Lediglich 39 Akteure (4,7 %) des Netzwerks weisen keinerlei Kooperationsbeziehungen auf. Dabei muss jedoch bedacht werden, dass einige dieser Unternehmen ihre Kooperationspartner aus Geheimhaltungsgründen nicht nennen. Zudem ist das Netzwerk weitgehend kohärent, es existieren jedoch einige unverbundene Netzwerkkomponenten. Das gesamte Netzwerk zeichnet sich dennoch durch eine relativ hohe Vernetzungsdichte aus (rund 32 %), die im Vergleich zur gesamten maritimen Wirtschaft in Deutschland überdurchschnittlich ausgeprägt ist (22,6 %). Zur hohen Vernetzungsdichte tragen vor allem die Bildungs- und Forschungseinrichtungen mit ihren zahlreichen Kooperationsbeziehungen bei. Unter den größeren Anwendungsfeldern der Meerestechnik weisen die Maritime Mess- und Umwelttechnik, das Küsteningenieurwesen sowie der Bereich Offshoretechnik Wind eine leicht überdurchschnittliche Vernetzungsdichte auf. Das nationale Netzwerk der Offshoretechnik Öl und Gas ist hingegen deutlich kleiner und besteht aus einigen schwach verbundenen Netzkomponenten.

Strategische Akteure des Netzwerks

Innerhalb des Netzwerks der Meerestechnik stechen mehrere zentrale Akteure hervor, die von den befragten Betrieben und Instituten besonders häufig als Kooperationspartner genannt wurden. Die Kenntnis dieser Akteure ist besonders relevant, wenn es um die Implementierung politischer Maßnahmen und die Umsetzung konkreter Vernetzungsprojekte geht. Sie nehmen eine Multiplikatorenfunktion wahr, da sie in ihren eigenen Netzwerkzusammenhängen wichtige Kommunikationsleistungen für Vernetzungsprojekte erbringen können. Da es sich bei diesen strategischen Akteuren zumeist um renommierte Unternehmen und Forschungseinrichtungen handelt, geht von ihrer Beteiligung eine zusätzliche, nicht zu unterschätzende Signalwirkung aus.

Zu den am häufigsten genannten Kooperationspartnern zählt der Germanische Lloyd Oil & Gas. Mit der Zertifizierung von Bauten bzw. Geräten sowie eigener Forschungsaktivitäten und weiterer Dienstleistungen übernimmt das Unternehmen eine zentrale Funktion innerhalb der Meerestechnik.

Ein weiterer bedeutender Netzwerkknoten ist das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI). Mit seinen Forschungsaktivitäten und einer exzellenten Forschungsinfrastruktur zählt es zu den weltweit führenden Zentren für die Klimaforschung in den beiden Polarregionen und den Meeren.

Darüber hinaus wurde auch das Leibniz-Institut für Meereswissenschaften (IFM-GEOMAR) besonders häufig als Kooperationspartner genannt. Ziel des Instituts ist es, interdisziplinär alle wichtigen Bereiche der Meeresforschung von der Geologie des Meeresbodens bis zur maritimen Meteorologie zu bearbeiten.

Einen hohen Vernetzungsgrad weisen zudem auch einige Hochschulen in Norddeutschland auf. Dazu zählen insbesondere die Leibniz-Universität Hannover (u. a. mit den Instituten für Statik und Dynamik, Energieversorgung und Hochspannungstechnik sowie Antriebssysteme und Leistungselektronik) sowie die Universität Bremen u. a. mit dem MARUM - Zentrum für marine Umweltwissenschaften, dem Fachbereich Geowissenschaften sowie dem BIBA Bremer Institut für Produktion und Logistik. Weitere Hochschulen, die innerhalb des Netzwerks eine zentrale Position einnehmen, sind die Carl von Ossietzky Universität Oldenburg u. a. mit dem Institut für Chemie und Biologie des Meeres sowie die Technische Universität Hamburg u. a. mit dem Institut für Fluidodynamik & Schiffstheorie und dem Institut für Meereskunde.

Hoher überregionaler und internationaler Verbundenheitsgrad

Die Befragten weisen zudem zahlreiche überregionale Kooperationsbeziehungen auf. Der Anteil der nach der Intensitätsstufe bewerteten Verbindungen in andere Bundesländer liegt bei rund 46 %. Dabei weisen die Bildungs- und Forschungseinrichtungen sowie die Betriebe aus den Bereichen Offshoretechnik Wind sowie Öl und Gas die meisten bundesländerübergreifenden Kooperationsbeziehungen auf.

Neben einer gut ausgeprägten Vernetzung auf nationaler Ebene zeichnet sich die Meerestechnik durch eine hohe Auslandsorientierung aus. Wie bereits dargestellt, handelt es sich bei fast einem Fünftel aller nach der Intensitätsstufe bewerteten Verbindungen um Auslandskooperationen. Dabei ist die meerestechnische Wissenschaft stärker in die internationalen Wissensflüsse eingebunden als die meerestechnische Wirtschaft. Unter den größeren Anwendungsfeldern der Meerestechnik hat vor allem der Bereich Offshore Öl und Gas überdurchschnittliche Auslandskooperationen.

Intensive Austauschbeziehungen zwischen Wirtschaft und Wissenschaft

Die meerestechnische Wirtschaft weist einen ausgeprägten Verbindungsgrad zur meerestechnischen Wissenschaft auf. Rund ein Drittel der Kooperationspartner der Betriebe sind Bildungs- und Forschungseinrichtungen mit meerestechnischem Bezug. Dabei verfügt vor allem das Anwendungsfeld maritime Mess- und Umwelttechnik über ausgeprägte Kooperationsbeziehungen zur Wissenschaft. Die Wissenschaftseinrichtungen sind Hauptabnehmer der hier erbrachten Dienstleistungen. Auch die Offshoretechnik Öl und Gas weist im Vergleich zur gesamten meerestechnischen Wirtschaft überdurchschnittlich viele Kooperationsbeziehungen zu den meerestechnischen Instituten auf.

Die Betriebe dieses Anwendungsfeldes arbeiten u. a. mit einigen außeruniversitären Forschungseinrichtungen sowie der Leibniz-Universität Hannover und der Fachhochschule Kiel zusammen.

Die meerestechnische Wissenschaft selbst ist eng mit der Wirtschaft verflochten. Der Verbindungsgrad zur gesamten maritimen Wirtschaft liegt bei rund 37 %, davon entfällt die Hälfte auf die meerestechnische Wirtschaft. Demzufolge kooperieren die Bildungs- und Forschungseinrichtungen neben Betrieben der Meerestechnik auch genau so intensiv mit Betrieben aus den übrigen Segmenten der maritimen Wirtschaft (z. B. Reeder, maritime Dienstleister, Werften). Diese Ergebnisse sind Ausdruck eines ausgeprägten Wissenstransfers zwischen Wissenschaft und Wirtschaft.

Besonders wettbewerbsfähige Betriebe

Eine Betrachtung der nationalen bzw. internationalen Vernetzung der befragten Betriebe in Kombination mit zentralen Kennziffern wie Innovations-, Export- und Akademikerquote sowie Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten ermöglicht es, besonders wettbewerbsfähige Betriebe innerhalb des Netzwerks der Meerestechnik zu identifizieren. Die Kenntnis dieser Akteure, die bei all diesen Indikatoren überdurchschnittliche Werte aufweisen, ist im Rahmen eines Netzwerkmanagements von zentraler Bedeutung, da sie in besonderer Weise in die nationalen und z. T. internationalen Wissensströme eingebunden sind und ihnen als Impulsgeber ein zentraler Stellenwert für die Entwicklungsdynamik der meerestechnischen Wirtschaft zukommt. Die auf diese Weise identifizierten Akteure können innerhalb des Netzwerks die Funktion eines Technologietreibers übernehmen.

Als besonders wettbewerbsfähige Betriebe konnten u. a. die Johann Heinrich Bornemann GmbH (Offshoretechnik Öl & Gas), die REpower Systems AG (Offshoretechnik Wind), die INTERSCHALT maritime systems AG (Maritime Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik), die -4H- JENNA engineering GmbH, die HYDROMOD Service GmbH, die Sea & Sun Technology GmbH, die L-3 Communications ELAC Nautik GmbH, die SiS Sensoren Instrumente Systeme GmbH, die Helzel Messtechnik GmbH, die Nautilus Marine Service GmbH (Maritime Mess- und Umwelttechnik), das Unternehmen sea2ice (Eis- und Polartechnik), sowie die F+Z Baugesellschaft mbH als eine Tochter der Bilfinger Berger Ingenieurbau GmbH und die General Acoustics e.K. (Küsteningenieurwesen/Wasserbau) identifiziert werden.

Es existieren vielfältige Austauschbeziehungen zwischen einzelnen Anwendungsfeldern

In Abbildung 95 sind die Verflechtungsbeziehungen innerhalb der Meerestechnik ausgehend von den einzelnen Anwendungsfeldern der Meerestechnik sowie der meerestechnischen Wissenschaft dargestellt. Die von den Betrieben des Anwendungsfeldes Offshoretechnik-Wind ausgehenden Kooperationsbeziehungen entfallen beispielsweise zu 49 % auf die Zusammenarbeit mit anderen Betrieben des gleichen Anwendungsfeldes (horizontale Kooperationen).

Zweitwichtigster Kooperationspartner dieser Betriebe sind die meerestechnischen Wissenschafts- und Bildungseinrichtungen (35 % aller Kooperationsbeziehungen). Die Kooperationsbeziehungen des Bereichs Offshoretechnik-Wind zu den übrigen Anwendungsfeldern sind hingegen deutlich schwächer ausgeprägt (vgl. Abbildung 95).

Die Kooperationsbeziehungen können auch als die maßgeblichen Kanäle interpretiert werden, über die die Wissens- und Wertströme zwischen den Akteuren transferiert werden. Dabei zeigt sich, dass bis auf wenige Ausnahmen – es existieren keine Verbindungen zwischen der Offshoretechnik Öl und Gas und der Unterwassertechnik, zwischen der Offshoretechnik Öl und Gas und der Maritimen Sicherheitstechnik – alle Anwendungsfelder wechselseitig miteinander verflochten sind. Da der Bereich Öl und Gas jedoch das industrielle Hauptanwendungsfeld der Unterwassertechnik ist, liegt hier die Vermutung nahe, dass die Zusammenarbeit zwischen diesen Bereichen nicht über reine Markttransaktionen hinausreicht. Gleiches gilt für die Zusammenarbeit zwischen der Maritimen Sicherheitstechnik und dem Bereich Offshore Öl und Gas sowie für die Zusammenarbeit innerhalb der Anwendungsfelder Unterwassertechnik sowie Küsteningenieurwesen.

Es existieren Querbeziehungen zwischen den einzelnen Wertschöpfungsstufen, so dass weniger von einer Wertschöpfungskette, der ein linearer Produktionszusammenhang zugrunde liegt, als vielmehr von einem ganzen Wertschöpfungssystem gesprochen werden kann.

Die Forschungs- und Bildungseinrichtungen kooperieren in hohem Maße untereinander (62 % ihrer Kooperationsbeziehungen). Dies lässt sich u. a. dadurch erklären, dass meerestechnische FuE-Projekte häufig eine hohe Interdisziplinarität verlangen. Kooperationen sind zudem aufgrund der hohen Spezialisierung einzelner meerestechnischer Institute oftmals unerlässlich.

Die meerestechnische Wissenschaft weist aber auch Verflechtungsbeziehungen zu allen Anwendungsfeldern der meerestechnischen Wirtschaft auf. Ihr kommt damit insgesamt eine zentrale Rolle innerhalb des Wertschöpfungssystems zu. Als Träger anwendungsorientierter Forschung sind sie einerseits ein zentraler Kooperationspartner der Betriebe bei Forschungs- und Entwicklungsprojekten. Andererseits bilden sie spezialisierte und qualifizierte Nachwuchskräfte aus. Vor allem die Betriebe der Maritimen Mess- und Umwelttechnik sowie der Maritimen Sicherheitstechnik und des Bereichs Offshore Öl und Gas arbeiten eng mit den meerestechnischen Instituten zusammen.

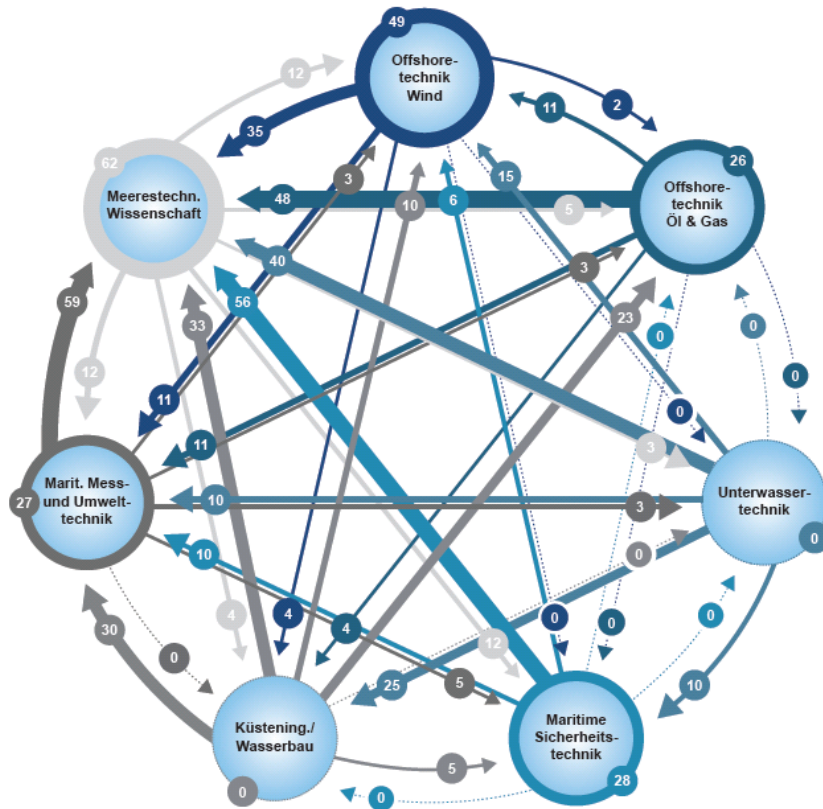


Abbildung 95: Vernetzung innerhalb und zwischen einzelnen Anwendungsfeldern der meerestechnischen Wirtschaft sowie der meerestechnischen Wissenschaft

Quelle: Eigene Darstellung

Zahlenangaben: Prozentualer Anteil aller von dem jeweiligen Segment ausgehenden Kooperationsbeziehungen (gewichtet nach der Intensität der Kooperationen)

Die Meerestechnik weist hohe Schnittstellen zur übrigen maritimen Wirtschaft auf

In Abbildung 96 sind die Verflechtungsbeziehungen innerhalb und zwischen einzelnen Kernsegmenten der maritimen Wirtschaft dargestellt. Auffällig ist, dass alle Segmente der maritimen Wirtschaft wechselseitig miteinander verflochten sind. Auch die meerestechnische Wirtschaft weist Schnittstellen zu allen maritimen Wirtschaftsbereichen auf.

Die Betriebe der Meerestechnik kooperieren zu rund einem Viertel untereinander. Der Großteil der Kooperationsbeziehungen (rund 76 %) verläuft jedoch zur Wissenschaft sowie zu anderen maritimen Kernsegmenten. Die meerestechnische Wirtschaft ist somit eng in das Wertschöpfungssystem der maritimen Wirtschaft eingebunden. Die zentrale Kooperationsachse zwischen der meerestechnischen Wirtschaft und den maritimen Bildungs- und Forschungseinrichtungen ist zudem Ausdruck eines ausgeprägten Wissenstransfers zwischen Wissenschaft und Wirtschaft.

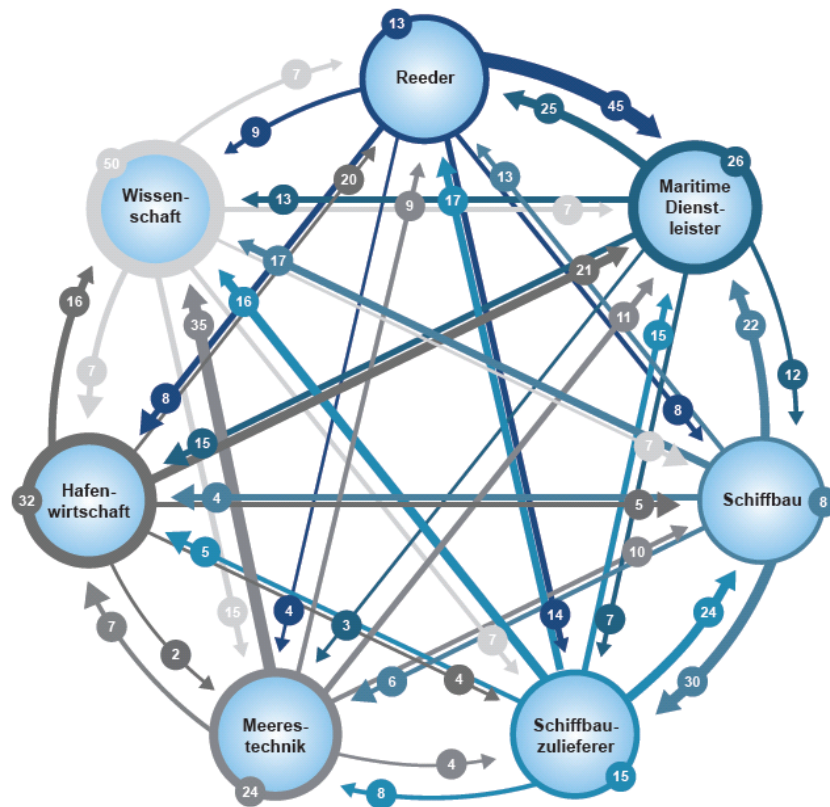


Abbildung 96: Vernetzung innerhalb und zwischen einzelnen Kernsegmenten der maritimen Wirtschaft

Quelle: Eigene Darstellung, 2010

Zahlenangaben: Prozentualer Anteil aller von dem jeweiligen Segment ausgehenden Kooperationsbeziehungen (gewichtet nach der Intensität der Kooperationen)

8.4 Formelle und informelle Netzwerke

Bedeutung und Funktion formeller und informeller Netzwerke

Berufs- bzw. branchenspezifische Verbände und Vereinigungen übernehmen wichtige Funktionen bei der Initiierung von und Weiterentwicklung bestehender Netzwerkbeziehungen. Sie bieten ihren Mitgliedern zum einen den Rahmen für den gegenseitigen Austausch und ermöglichen den Kontakt von bislang noch kaum oder gar nicht in Kooperationsbeziehungen eingebundenen Akteuren mit den aktiven Teilnehmern eines Netzwerks. Zum anderen fördern sie die Entstehung von Vertrauen. Dieses spielt in der wissensbasierten Ökonomie nicht nur als Grundlage für den Transfer insbesondere von implizitem Wissen eine entscheidende Rolle (vgl. Sukowski 2002, S. 64f; Genosko 1999, S. 318), sondern begünstigt auch die Entstehung von Kooperationen (vgl. Schubert et al. 2001, S. 12f.). Derartige Netzwerke sind somit für die Entstehung und Stabilität eines Netzwerks von großer Bedeutung und müssen daher bei der Analyse der Vernetzungsstrukturen berücksichtigt werden.

In Deutschland existieren bereits zahlreiche Netzwerke, welche die Entstehung und den Ausbau von Vernetzungsstrukturen innerhalb der Meerestechnik begünstigen. Die Netzwerke bestehen einerseits aus

informellen Netzwerken, die auf persönlichen Bindungen und einem vertrauensvollen Austausch der Akteure bei inoffiziellen Treffen basieren. Andererseits gibt es formelle Netzwerke, die berufsfachlich und professionell in Form von Verbänden, Vereinigungen und Gemeinschaften organisiert und in denen die Modalitäten der Mitgliedschaft durch eine Satzung geregelt sind.

Diese Konstellationen haben insbesondere auf regionaler Ebene die Funktion, das gegenseitige Vertrauen der Netzwerkakteure für die Bildung von Kooperationen herzustellen oder auszubauen und Unsicherheiten einzelner Partner abzubauen. Zudem geben sie den Akteuren die Gelegenheit des formellen und informellen Austausches fachlicher oder kultureller Art, z. B. zu projektbezogenen Fragestellungen oder Fachthemen sowie zur Interessensbündelung zur Stärkung ihrer gemeinsamen Verhandlungsposition, die ein Akteur alleine nicht erlangen könnte. Oftmals fungieren sie regional auch als Ersatz für unzureichende oder gar fehlende institutionelle Entscheidungsstrukturen oder als Mobilisierer, um Akteure zu Gunsten gemeinsamer regionaler Belange zusammenzuführen. Darüber hinaus tragen die Netzwerke durch ihre Forumsfunktion sowohl zur Identifizierung gemeinsamer Fragestellungen als auch zur Festlegung neuer Handlungskorridore ihrer Handlungsfelder bei (vgl. Schubert et al. 2001, S. 12).

Die Aktivitäten der formellen Netzwerke bilden in der Regel das gesamte Spektrum von der Koordinierung von Konferenzen, Vorträgen und Messen über die Durchführung von Workshops, Arbeitskreissitzungen und Fachgesprächen bis hin zu Veröffentlichungen von Magazinen oder die Beratung der Mitglieder bei konkreten Projekten ab. Nicht zuletzt profitieren die Mitglieder von den möglicherweise bestehenden Kontakten der Vereinigungen zu hochrangigen Vertretern aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft, sowie der teilweise auch international ausgerichteten Netzwerkaktivitäten.

60 % der Betriebe nehmen an Branchennetzwerken der meeres-technischen Wirtschaft teil

Im Rahmen dieser Studie wurde eine Bestandsaufnahme der Netzwerkinitiativen in der Meerestechnik durchgeführt. Diese basiert auf den Ergebnissen der Betriebsbefragung und einer Internetrecherche.

Über 60 % aller Betriebe gaben in der Befragung an, dass sie bereits regelmäßig an Aktivitäten eines regionalen, nationalen oder internationalen Netzwerks der meeres-technischen Wirtschaft teilnehmen. Zu den am häufigsten genannten Branchennetzwerken zählen die Windenergie-Agentur Bremerhaven (WAB) sowie die Gesellschaft für Maritime Technik e. V.

In der Bestandsaufnahme wurden insgesamt 15 Verbände, Vereinigungen und Stiftungen, 14 Forschungsvereinigungen, vier regionale Netzwerke sowie ein sonstiger Zusammenschluss innerhalb Deutschlands identifiziert (vgl. Tabelle 34).

Verbände, Vereine, Stiftungen

Bundesverband WindEnergie e. V.
Deutsche Hydrographische Gesellschaft e. V.
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft Abwasser und Abfall e. V.
German Gashydrate Organisation c/o MC Marketing Consulting
German Hydrographic Consultancy Pool w.V.
Gesellschaft für Maritime Technik e. V.
Hafentechnische Gesellschaft e. V. (HTG)
Maritime Allianz Ostseeregion e. V.
MAR-ING Netzwerk Schiffs- und Meerestechnik
Offshore-Forum Windenergie GbR
Schiffbautechnische Gesellschaft e. V. (STG)
Stiftung OFFSHORE-WINDENERGIE
Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V.
Verband für Schiffbau und Meerestechnik e. V.
WindEnergieZirkel Hanse e. V.
Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung e. V.

Forschungsvereinigungen

Center of Maritime Technologies e. V.
Deutsche Gesellschaft für Meeresforschung (DGM)
fk-wind - Forschungs und Koordinierungsstelle Windenergie Bremerhaven
Forschungszentrum Küste (FZK)
ForWind – Zentrum für Windenergieforschung
Kieler Exzellenzcluster „Ozean der Zukunft“
Kompetenzzentrum Windenergie Schleswig-Holstein (CEwind)
Konsortium Deutsche Meeresforschung
MARISSA
Nordwest-Verbund Meeresforschung e. V.
Zentrum für Geo-Informationssysteme für räumliche Entscheidungsprozesse des Küstenzonenmanagements (Uni Hannover)
Zentrum für Marine Umweltwissenschaften (MARUM)
Zentrum für Marine- und Atmosphärische Wissenschaften (ZMAW)
Zentrum für Meeres- und Klimaforschung der Universität Hamburg (ZMK)

Regionale Netzwerke

Maritimes Cluster Schleswig Holstein c/o WTSH - Wirtschaftsförderung und Technologietransfer Schleswig-Holstein GmbH
Windcomm schleswig-holstein - Netzwerkagentur Windenergie c/o WFG Wirtschaftsförderungsgesellschaft Nordfriesland GmbH
windcomm schleswig-holstein
Windenergie-Agentur Bremerhaven/Bremen e. V.
Wind Energy Network Rostock e. V.

Sonstige

Maritime Consulting Group (MCG)

Tabelle 34: Übersicht über die formellen Netzwerkiniciativen in Deutschland

Quelle: Eigene Darstellung

Zu den bedeutendsten **Verbänden, Vereinigungen und Stiftungen**, die in der Meerestechnik tätig sind, zählen u. a. die folgenden Institutionen:

- Eine zentrale Einrichtung der Meerestechnik ist die Gesellschaft für Maritime Technik e. V. (GMT). Sie vertritt die Interessen deutscher Unternehmen und Forschungseinrichtungen auf dem Gebiet der Meerestechnik und maritimen Technik gegenüber der Öffentlichkeit und den politischen Entscheidungsträgern. Zu den Hauptaufgaben der GMT zählen die Initiierung, Förderung und Koordinierung nationaler und internationaler Forschungs- und Entwicklungsprojekte an der Schnittstelle zwischen Wirtschaft, Forschung und Anwendung.
- Eine weitere bedeutende Institution ist der Verband für Schiffbau und Meerestechnik e. V. (VSM). Er organisiert als politische und wirtschaftliche Interessenvertretung der maritimen Industrie diverse regelmäßig tagende Arbeitskreise, Ausschüsse und fachbezogene Gremien. Darüber hinaus gibt er mehrere Publikationen in Form von Jahresberichten, eines Magazins und eines Mitglieder-Newsletters heraus.
- Im Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V. (VDMA) existiert seit 1972 die Arbeitsgemeinschaft Schiffbau- und Offshore-Zulieferindustrie. Der Verband bietet praxisorientierte Seminare, Informationsveranstaltungen und einen Newsletter an. Der VDMA arbeitet bundesweit und ist mit regionalen Geschäftsstellen vertreten.
- Die 1899 gegründete Schiffbautechnische Gesellschaft e. V. mit Sitz in Hamburg hat es sich zur Aufgabe gemacht, Schiffstechniker, Reeder und andere mit der Schifffahrt und der Schiffstechnik in Beziehung stehende Kreise des In- und Auslandes zur Erörterung und Förderung technisch-wissenschaftlicher und praktischer Aufgaben der Schiffs- und Meerestechnik zusammenzuführen.

Zudem existieren zahlreiche weitere Verbände und Vereinigungen mit Fokus auf ausgewählte Anwendungsfelder der Meerestechnik wie beispielsweise die Deutsche Hydrographische Gesellschaft e. V., das Offshore-Forum Windenergie GbR, der Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung e. V. oder die „German Gashydrate Organisation“.

Neben den Verbänden und Stiftungen gibt es mehrere **Forschungsvereinigungen** im Bereich der Meerestechnik. Zu den wichtigsten Institutionen zählen u. a. die folgenden Zusammenschlüsse:

Eine bedeutende Einrichtung ist das Center of Maritime Technologies (CMT) e. V., das auf Initiative der Maritimen Wirtschaft (Verband für Schiffbau und Meerestechnik e. V., Forschungszentrum des Deutschen Schiffbaus e. V.), der Wissenschaft (Technische Universität Hamburg-Harburg) und des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gegründet wurde. Ziel des Vereins ist die Stärkung von Forschung, Entwicklung und Innovation im maritimen Bereich durch Förderung der Zusammenarbeit der verschiedenen maritimen Akteure, zwischen Industrie und Wissenschaft sowie im europäischen Forschungsraum.

Als weitere Forschungsvereinigung in der Meerestechnik ist ForWind, das gemeinsame Zentrum für Windenergieforschung der Universitäten Hannover und Oldenburg zu nennen. ForWind verbindet wissenschaftliches Know-how mit industrienaher Forschung und bietet auch Beratung für die Windenergie an. Es gibt auch Vortragsreihen und Workshops, in denen aktuelle und neue Ergebnisse in der Öffentlichkeit, Politik und Wirtschaft präsentiert werden.

Zudem existiert mit dem Nordwest-Verbund Meeresforschung eine weitere Forschungsvereinigung in der Meerestechnik. Bei dem Verbund handelt es sich um einen Zusammenschluss der niedersächsischen und bremischen Meeresforschungseinrichtungen als Initiator für Transferprojekte zwischen Wissenschaft und Wirtschaft in den Meeres(forschungs)technologien.

Die Forschungsvereinigung MAR-ING bündelt Kompetenzen verschiedener technischer Hochschulen und Universitäten, um standortübergreifend ein neues, multimediales Lernnetzwerk für Masterstudiengänge in der Schiffs- und Meerestechnik zu schaffen. Ziel der Vereinigung, die von der Technischen Universität Berlin, der Universität Duisburg-Essen, der Technischen Universität Hamburg-Harburg und der Universität Rostock ins Leben gerufen wurde, ist es, hochqualifizierte Arbeitskräfte für die meerestechnische Wirtschaft auszubilden und somit der hohen Nachfrage der Unternehmen in diesem Zukunftsfeld nachkommen zu können.

Weitere Forschungszusammenschlüsse sind beispielsweise das Konsortium Deutsche Meeresforschung, die Deutsche Gesellschaft für Meeresforschung (DGM), das Zentrum für Marine Umweltwissenschaften (MARUM) oder das Kompetenzzentrum Windenergie Schleswig-Holstein (CEwind).

Darüber hinaus haben sich in der Meerestechnik verschiedene **regionale Netzwerke** etabliert:

Die im Februar 2002 gegründete Windenergie-Agentur Bremerhaven/Bremen e. V. (WAB) mit Sitz in Bremerhaven ist das Kompetenznetzwerk für Windkraft in der Weserregion. Sie stellt das verbindende Element zwischen Forschungsinstituten und Unternehmen der Region bezüglich Forschungsfragen zum Thema Offshore dar. Dem Verein, dessen Finanzierung durch Mittel der EU, des Landes Bremen sowie Beiträge der Mitglieder erfolgt, gehören 140 Unternehmen und Institute aus allen Bereichen der Windenergieindustrie an. An zentraler Stelle steht die Vernetzung der Mitglieder und Bündelung von Kompetenzen, sowie Öffentlichkeitsarbeit zur Förderung der Windenergie.

Der Wind Energy Network Rostock e. V. ist ein Netzwerk von derzeit 46 Unternehmen der Windenergiebranche in Mecklenburg-Vorpommern und versteht sich als Plattform der gesamten Wertschöpfungskette der Branche. In der Meerestechnik ist der Verein somit im Anwendungsfeld Offshorewindtechnik aktiv. Angestrebt ist die Weiterentwicklung der Region Rostock und Mecklenburg-Vorpommern zu einer der führenden Regionen mit Windenergiekompetenz in Deutschland. Dies wird durch aktive Lobbyarbeit, Bündelung von Informationen und

Know-how, sowie Organisation gemeinsamer Veranstaltungen und Unterstützung der Forschungs- und Entwicklungsvorhaben der Mitglieder realisiert. Weiterhin vertritt der Verein die Interessen der Mitglieder auf Landes- und Bundesebene und ebnet den Kontakt zu Universitäten und Forschungseinrichtungen, Verwaltung und Politik.

Das Maritime Cluster Schleswig-Holstein ist ein Branchennetzwerk für Schleswig-Holstein mit Sitz in Kiel, dessen Management bei der Wirtschaftsförderung und Technologietransfer Schleswig-Holstein GmbH (WTSH) angesiedelt ist. Bei den Partnerunternehmen handelt es sich vor allem um kleine und mittelständische Unternehmen der Branchen Schiffbau, Schiffbauzulieferindustrie und Meerestechnik. In der Meerestechnik liegen die Kompetenzen v. a. in den Anwendungsfeldern Offshoretechnik und Meeresforschung. Das Maritime Cluster Schleswig-Holstein fungiert als Kommunikationsplattform, fördert den Know-how-Transfer und bietet Unterstützung bei der Finanzierung von Projekten. Weiterhin ist es in internationale Kooperationen eingebunden.

Die Netzwerkagentur *windcomm* schleswig-holstein bündelt die in der Region vorhandenen Kompetenzen der Windenergiebranche und koordiniert Aktivitäten in diesem Bereich. Sie zielt darauf ab, die regionale Wertschöpfung zu stärken und bietet ein umfangreiches Netzwerk für einen gemeinsamen Auftritt in der Region und auf dem Weltmarkt.

Das Kompetenzcluster MARISSA im Bundesland Bremen bietet unternehmensübergreifend integrierte Lösungen für die maritime Sicherheitstechnik an. Mit Zunahme des globalen Güterstroms wachsen für Industrieunternehmen die Herausforderungen in Logistik, Verkehrssicherheit, Umweltschutz und Schiffssicherheit. Branchenübergreifend und international agierend vermittelt MARISSA Technologien und Kompetenzen aus der Region Bremen, um Unternehmen weltweit auf diese Herausforderungen vorzubereiten und zu unterstützen.

Darüber hinaus existieren **maritime Kompetenzzentren** auf regionaler Ebene, die im Hinblick auf die Entwicklung der Meerestechnik in Zukunft eine Rolle spielen können. Dazu zählen das Mariko in Leer, das Elsflether Zentrum für Maritime Forschung, das Maritime Kompetenzzentrum Travemünde sowie das Schifffahrtsinstitut Warnemünde e. V.

Zudem wird derzeit von der Gesellschaft für marine Aquakultur (GMA) das Kompetenzzentrum Marine Aquakultur in Büsum aufgebaut. An dem Projekt sind unterschiedliche Fachbereiche der Universität Kiel, des IFM-GEOMAR und der Fachhochschule Flensburg beteiligt.

Nicht zuletzt finden zahlreiche Kooperations- und Netzwerkbeziehungen auf informeller Ebene, ohne fest installierte Intermediäre, statt. Hierzu zählen beispielsweise lose Unternehmerstammtische oder von Wirtschaftsförderungsgesellschaften angeregte Denkfabriken zu ausgewählten Themen.

Insgesamt zeigt sich, dass die bestehenden formellen und informellen Netzwerke wichtige Plattformen des fachlichen und persönlichen Austausches und der Kooperation sind und auch der Anbahnung von Geschäftsbeziehungen dienen.

Netzwerke der Meerestechnik im internationalen Raum

Neben den nationalen Netzwerkvereinigungen sind auf europäischer und internationaler Ebene u. a. folgende Vereinigungen und Initiativen aktiv:

- **European Maritime Safety Agency (EMSA)**
Die EMSA leistet einen Beitrag zur Verbesserung der Seeverkehrssicherheit in den Gewässern der EU. Damit soll das Risiko von Unfällen auf See, der Verschmutzung der Meere durch Schiffe und des Verlustes von Menschenleben auf See verringert werden. Die EMSA hat ihren Sitz in Lissabon.
- **OMARC (Ocean Margin Deep-Water Research Consortium)**
OMARC hat sich die Erforschung des Ökosystems der Tiefsee zum Ziel gesetzt. Das Konsortium will das Wissen über die geographischen, biologischen und mikrobiologischen Gegebenheiten in den europäischen Tiefseegebieten fördern.
- **International Federation of Hydrographic Societies (IFHS)**
Die zentrale Aufgabe der IFHS besteht darin, die internationalen hydrographischen Kooperationen der Mitgliedstaaten zu erleichtern und damit die hydrographische Forschung und den Wissenstransfer voranzutreiben. Die Mitglieder der IFHS sind über den gesamten Globus verteilt.
- **POWER cluster**
Das Netzwerk POWER cluster vereint die Nordseeregionen, die ein Interesse an der Unterstützung und Realisierung des wirtschaftlichen und technologischen Potenzials der Offshorewindenergie haben. Das Netzwerk ist aus dem Vorgängerprojekt „POWER - Pushing Offshore Wind Energy Regions“ hervorgegangen. Das Konsortium zielt darauf ab, die soziale Akzeptanz von Offshorewindenergieanlagen zu verbessern, die zugehörige Wirtschaft zu stärken, die Qualifikation der regionalen Arbeitskräfte ihren Bedürfnissen anzupassen und ein Offshorewindenergiecluster zu entwickeln.
- **Society for Underwater Technology (SUT)**
Die SUT ist eine interdisziplinäre Institution, die sich zum Ziel gesetzt hat, verschiedene an Unterwassertechnologie, Meeresforschung und Offshoretechnik interessierte Akteure und Institutionen zusammenzubringen. 1966 gegründet, hat die SUT heute Mitglieder aus 40 Ländern, die in diesen Bereichen tätig sind.
- **Pôle MER PACA**
Das PACA Marine Kompetenzzentrum verfolgt das Ziel ein global anerkannter Ansprechpartner in der nachhaltigen Entwicklung und Sicherheit des Mittelmeerraumes zu werden. Seit der Gründung im Jahr 2005 hat sich das Zentrum u. a. auf die Themen Maritime Sicherheit, Nautik, Umwelt- und Küstenmanagement sowie Energie aus dem Meer spezialisiert.

- North Sea Marine Cluster (NSMC)
Das NSMC ist ein branchenübergreifendes Cluster, das auf regionales Wachstum und eine Verbesserung der Seefahrtssdienstleistungen und -technologien abzielt. Es werden u. a. Ermittlungen, Analysen und Berichte zu verschiedenen seefahrtsspezifischen Fragestellungen umgesetzt (z. B. in der Hydrographie, Ozeanographie etc.).
- OceansAdvance
Ziel der Initiative ist die Entwicklung und Stärkung eines meeres-technologischen Clusters in Neufundland und Labrador. Dabei sollen durch das Zusammenwirken von Privatwirtschaft, Forschungseinrichtungen sowie öffentlichen Institutionen Synergieeffekte erzielt werden.
- European Network of Maritime Clusters
Das 2005 in Paris gegründete Netzwerk verfolgt vor allem die Stärkung der maritimen Clusterstrukturen innerhalb der Mitgliedsländer (Dänemark, Frankreich, Deutschland, Niederlande, Finnland, Italien, Polen, Norwegen, Spanien, Schweden und das Vereinigte Königreich) sowie in Gesamteuropa. Zudem stellt es den Wissensaustausch zwischen den Mitgliedsländern sicher. Es handelt sich um ein flexibles Netzwerk, in dem die Zusammenarbeit auf freiwilliger Basis erfolgt.

Darüber hinaus gibt es in zahlreichen europäischen Ländern Vereinigungen zur Förderung der meeres-technischen bzw. maritimen Wirtschaft auf nationaler Ebene:

- Dutch Maritime Network, Rotterdam (Niederlande)
- Maritimt Forum, Oslo sowie Norwegian Centres of Expertise (NCE) Aquaculture (Norwegen)
- Meriliitto, Finnish Maritime Society (Finnland)
- Maritime UK sowie British Wind Energy Association (Großbritannien)
- Smart ocean Ireland (Irland)
- Danske Maritime sowie Offshore Center Danmark (Dänemark)
- Le Cluster Maritime Français (Frankreich)
- West Pomeranian Maritime Cluster Association sowie Pomeranian Maritime and Vistula Catchment Basin Cluster Association (Polen)
- CLUSTER MARITIMO ESPAÑOL (Spanien)
- Federazione del Mare (Italien)

Wesentliche Ziele dieser Netzwerke sind neben der Förderung der Vernetzung die Interessenvertretung gegenüber der Politik sowie die internationale Vermarktung des Wirtschaftsbereichs.

8.5 Fazit

Die Ergebnisse der Netzwerkanalyse liefern wichtige Informationen über den aktuellen Stand der Vernetzungsstrukturen der Meerestechnik in Deutschland:

- Die deutsche Meerestechnik besteht aus einem weitgehend zusammenhängenden Netzwerk mit einer im Vergleich zur gesamten maritimen Wirtschaft überdurchschnittlichen Vernetzungsdichte. Das Netzwerk erstreckt sich über das gesamte Bundesgebiet; es weist jedoch vor allem im Norddeutschland eine hohe räumliche Konzentration auf.
- Die Vernetzungsqualität in einzelnen Unterbereichen der Meerestechnik ist recht unterschiedlich: Das Netzwerk der meeres-technischen Wissenschaft ist außerordentlich dicht. Auch die Anwendungsfelder Maritime Mess- und Umwelttechnik sowie Wasserbau/Küsteningenieurwesen und Offshoretechnik Wind verfügen über einen überdurchschnittlichen Vernetzungsgrad. Die Vernetzungsdichte in der Offshoretechnik Öl und Gas ist hingegen unterdurchschnittlich ausgeprägt. Auch in den kleineren Anwendungsfeldern ist von einem geringen Vernetzungsgrad auszugehen.
- Das Netzwerk der Meerestechnik weist zudem noch unausgeschöpfte Potenziale auf: In allen Anwendungsfeldern der Meerestechnik lassen sich isolierte Akteure sowie unverbundene Netzkomponenten identifizieren. Es ist davon auszugehen, dass durch eine höhere Netzwerkdicke der Innovationsprozess noch befördert werden kann.
- Den meeres-technischen Bildungs- und Forschungseinrichtungen kommt innerhalb des Netzwerks eine zentrale Bedeutung zu. Sie dienen nicht nur als Know-how-Lieferanten und Kooperationspartner bei Forschungs- und Entwicklungsprojekten, sondern bilden qualifizierte und spezialisierte Nachwuchskräfte für die Wirtschaft aus.
- Die Meerestechnik weist zahlreiche Kooperationsbeziehungen ins Ausland auf. Im Vergleich zur gesamten maritimen Wirtschaft ist der Anteil der Auslandskooperationen jedoch leicht unterdurchschnittlich.
- Innerhalb der Bundesrepublik sowie im Ausland existieren zahlreiche formelle und informelle Netzwerke in der Meerestechnik bzw. der gesamten maritimen Wirtschaft. Diese institutionalisierten Netzwerke sind eine wichtige Plattform für die Anbahnung und Intensivierung von Kooperationen.

9. Politische und rechtliche Rahmenbedingungen der meeres-technischen Wirtschaft in Deutschland

9.1 Politische und rechtliche Rahmenbedingungen

Die meeres-technische Wirtschaft in Deutschland ist auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene in ein eng verzahntes System vertraglich geregelter Übereinkommen eingebunden. Die Erarbeitung und Implementierung auch weltweit geltender Regelwerke wird von Deutschland dabei in verschiedenen Bereichen aktiv begleitet.

9.1.1 Internationale Übereinkommen

International verbindliche Konventionen

Die maritime Wirtschaft und insbesondere die Seeverkehrswirtschaft sind stark globalisierte Gewerbe, die besonders im Hinblick auf den Umweltschutz und die Sicherheit auf den Meeren international verbindliche Konventionen erfordern. Dies setzt eine enge Zusammenarbeit der beteiligten Staaten voraus, die über weltweit agierende Organisationen gewährleistet wird. Die Vereinten Nationen sowie die International Maritime Organisation (IMO), eine Sonderorganisation der UN, sind zentrale Institutionen, deren Regelwerke den Mitgliedsstaaten einen verbindlichen Rahmen vorgeben.

Deutschland Entwicklungspartner

Im Fokus internationaler Abkommen stehen die Seeverkehrssicherheit, der Meeresumweltschutz sowie Nutzungsrechte der See und des Meeresbodens. Deutschland ist in verschiedene multilaterale und bilaterale Vereinbarungen mit internationalen Partnerländern eingebunden, die als übergeordnete Richtlinien einer nationalen Meerespolitik dienen. Durch den Beitritt insbesondere zur UN sowie zur IMO ist Deutschland maßgeblich an der Entwicklung und Implementierung weltweiter Standards beteiligt. Innerhalb der IMO ist die Bundesrepublik bereits langjähriges Mitglied des Rates und in verschiedenen Ausschüssen vertreten. Deutsche Vertreter wirken dort u. a. in den Arbeitsgruppen und bei der Antragstellung aktiv mit. Im Folgenden werden exemplarisch die bedeutendsten internationalen Übereinkommen, die einen Bezug zur Meerestechnik besitzen, skizziert.

Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen (UNCLOS)

Das 1994 in Kraft getretene Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen (UNCLOS - United Nations Convention on the Law of the Sea) ist der umfangreichste multilaterale Vertrag zu nahezu allen Bereichen des Seevölkerrechts. Er stellt die wichtigste Rechtsgrundlage dar und trifft Regelungen über die menschlichen Aktivitäten in den Meeren und Ozeanen. Das Seerechtsübereinkommen hat geltendes Seevölkerrecht kodifiziert sowie neue seevölkerrechtliche Normen geschaffen, beispielsweise im Meeresumweltschutz (vgl. AUSWÄRTIGES AMT 2007; BFN o. J.). Deutschland gehört seit 1994 zu den Vertragsstaaten des Seerechtsübereinkommens und ist damit an der Ausgestaltung dieses internationalen Regelwerkes beteiligt. Von den Vertragsstaaten ratifizierte Gesetzgebungen werden entsprechend in nationales Recht übertragen.

ISPS-Code

Der International Ship and Port Facility Security Code (ISPS-Code) entstand in Folge der Terroranschläge vom 11. September 2001 in den USA und ergänzt das SOLAS-Übereinkommen (International Convention for the Safety of Life at Sea) aus dem Jahr 1974. Der ISPS-Code umfasst ein Maßnahmenpaket zur Gefahrenabwehr auf Fracht- und Fahrgastschiffen in internationaler Fahrt sowie in Hafenanlagen, die Schiffe im internationalen Verkehr bedienen. Dies beinhaltet u. a. umfassende Kontrollrechte für Hafenbehörden, verschärfte Zutrittsbestimmungen zu Hafenanlagen sowie die Ladungskontrolle auf Schiffen (vgl. IMO o.J.a).

In Deutschland ist die Umsetzung des ISPS-Codes maßgeblich Aufgabe des Bund-/ Länder-Arbeitskreises „Maritime Security“ (BLAMS), der im Jahr 2002 vom Bund und den Küstenländern ins Leben gerufen wurde. Der Bund ist in diesem Kontext zuständig für Reedereien und Schiffe, die Länder sind für die Hafenanlagen verantwortlich.

MARPOL-Übereinkommen

Das MARPOL-Übereinkommen der IMO ist das wichtigste Regelwerk zur Regulierung und Verhinderung von Verschmutzungen der marinen Umwelt durch Schiffe und ist weltweit gültig. Es besteht aus dem eigentlichen Übereinkommen, zwei Protokollen und sechs Anlagen, in denen die unterschiedlichen Arten von Meeresverschmutzungen durch Schiffe sowie Maßnahmen zu deren Vermeidung dokumentiert sind. Das MARPOL-Übereinkommen regelt u. a. die Verhütung der Meeresverschmutzung durch Öl, schädliche flüssige Stoffe und Schadstoffe in verpackter Form sowie Verschmutzungen durch Schiffsabwasser, Schiffsmüll wie auch Luftverunreinigungen (vgl. BSH 2010).

Die Bundesrepublik Deutschland ist durch die Einbindung in verschiedene internationale Übereinkommen zur Einhaltung gesetzlicher Vorgaben im Küsten- und Meeresumweltschutz verpflichtet. Der Beitritt zum Seerechtsübereinkommen bildete u. a. die Grundlage für die Einrichtung der ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) in der Nord- und Ostsee, damit wurde eine neue Basis für den Meeresumweltschutz und eine Verbesserung der Sicherheit des Seeverkehrs geschaffen (vgl. AUSWÄRTIGES AMT 2007). Deutschland ist des Weiteren durch die Unterzeichnung des SOLAS-Übereinkommens an die Vorschriften des ISPS-Codes gebunden und zur Implementierung festgelegter Sicherheitsmaßnahmen verpflichtet (vgl. IMO o.J.a). Als Mitgliedstaat der IMO hat Deutschland zudem die Vereinbarungen im Rahmen des MARPOL-Übereinkommens ratifiziert und ist damit für die Einhaltung internationaler Umweltstandards auf nationaler Ebene verantwortlich.

9.1.2 Europäische Übereinkommen

Auf der europäischen Ebene bildet die Implementierung von Leitlinien einer integrierten Meerespolitik durch die Europäische Kommission einen wichtigen Ausgangspunkt für die Verbesserung und Integration nationalstaatlicher Maßnahmen zur nachhaltigen Nutzung der Meere.

Grünbuch „Die künftige Meerespolitik der EU“

Die Europäische Kommission veröffentlichte im Jahr 2006 das Grünbuch „Die künftige Meerespolitik der EU: Eine europäische Vision für Ozeane und Meere“ und leitete damit eine Konsultation ein, die zur Erarbeitung eines Aktionsplanes aufgefordert hatte.

Das Grünbuch knüpft dabei an die Strategie von Lissabon an und zielt darauf ab, eine nachhaltige Entwicklung der Nutzung von Meeres- und Ozeanressourcen auf der Grundlage eines angemessenen Gleichgewichts zwischen wirtschaftlicher, sozialer und ökologischer Dimension zu erreichen.

Blaubuch „Integrierte Meerespolitik für die Europäische Union“

Im Jahr 2007 erarbeitete die Europäische Kommission ein Blaubuch einschließlich eines Aktionsplanes zur zukünftigen europäischen Meerespolitik, das den europaweiten Handlungsdruck dokumentiert und strategische Lösungsansätze entwickelt. Übergeordnetes Ziel einer integrierten Meerespolitik der Europäischen Union ist die Schaffung optimaler Bedingungen für eine nachhaltige Nutzung der Ozeane und Meere, um gleichzeitig ein Wachstum in den maritimen Sektoren und den Küstenregionen zu ermöglichen. Ein weiteres Kernziel ist der Aufbau einer Wissens- und Innovationsgrundlage für die Meerespolitik. Meereswissenschaft, Meerestechnologien und Meeresforschung bieten danach wichtige Grundlagen, um die Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten auf die Ökosysteme des Meeres zu analysieren, und eröffnen Lösungsmöglichkeiten zur Reduzierung von Umweltbelastungen und Verminderung der Folgen des Klimawandels.

Das von der Europäischen Kommission entwickelte Konzept für die Ausgestaltung einer integrierten Meerespolitik legt für die Mitgliedsstaaten einen verbindlichen politischen Orientierungsrahmen fest. Die Mitgliedsstaaten werden konkret aufgefordert, in Kooperation mit den nationalen und regionalen Akteuren des maritimen Sektors politische Strategien für eine national integrierte Meerespolitik zu entwickeln. Die Europäische Union schlägt für die Entwicklung einer integrierten Meerespolitik entsprechende Leitlinien vor.

Die EG-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie

Im Hinblick auf den Umweltzustand der europäischen Meeresgewässer wird mit der Implementierung der EG-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) ein einheitlicher Ordnungsrahmen für die Mitgliedstaaten der Europäischen Union vorgegeben. Innerhalb der EU-Meerespolitik stellt die MSRL somit die „Umweltsäule“ dar. Die Richtlinie verfolgt das Ziel, durch einen integrativen Politikansatz eine nachhaltige Nutzung der europäischen Meere zu fördern, die Meeresökosysteme zu schützen bzw. zu erhalten und so bis zum Jahr 2020 einen guten Zustand der Meere zu erreichen. Die Mitgliedstaaten sind angehalten, nationale Aktionspläne in Bezug auf die genannten Zielsetzungen zu entwickeln. Um den unterschiedlichen Bedingungen, Herausforderungen und Bedürfnissen der einzelnen Meeresregionen entgegenzukommen, sind jeweils regional-spezifische Lösungsansätze zu erarbeiten. Die Mitgliedstaaten haben in diesem Zusammenhang eine Koordinierung ihrer Meeresstrategien für die jeweiligen Regionen zu gewährleisten.

Mit Bezug auf diese Leitlinien der EU hat die Bundesregierung den Entwurf für einen "Entwicklungsplan Meer im Rahmen einer integrierten deutschen Meerespolitik" erarbeitet. Er zielt auf eine ganzheitliche Betrachtungsweise und entwickelt integriertes meerespolitisches Handeln, um die neuen wirtschaftlich-technologischen Chancen zu nutzen sowie Wertschöpfung und Beschäftigung der maritimen Sektoren bei gleichzeitiger Wahrung der Ziele des Meeresumweltschutzes zu erhöhen.

9.1.3 Nationale Übereinkommen

Hightech-Strategie für Deutschland

Mit der im Jahr 2010 neu aufgelegten Hightech-Strategie des Bundes setzt die deutsche Bundesregierung konkrete Entwicklungsziele für die folgenden fünf Themenfelder fest: Klima/Energie, Gesundheit/Ernährung, Mobilität, Sicherheit und Kommunikation.

Mit der Hightech-Strategie wird ein nationales Gesamtkonzept vorgelegt, das für die unterschiedlichen Innovationsfelder konkrete Ziele formuliert, Prioritäten setzt und neue Instrumente wie den Spitzencuster-Wettbewerb oder die Innovationsallianzen ins Leben ruft.

Die Bundesregierung orientiert sich in ihren innovationspolitischen Aktivitäten deshalb an fünf Bedarfsweldern mit dem Ziel, die neuen Märkte der Zukunft zu erschließen. Die Förderung wichtiger Schlüsseltechnologien und die Verbesserung innovationsrelevanter Rahmenbedingungen werden auf ihre Beiträge für Fortschritte in den Bedarfsweldern ausgerichtet. Im Hinblick auf das Bedarfsweld Mobilität steht insbesondere die Entwicklung eines Nationalen Masterplans Maritime Technologien im Fokus. Der Nationale Masterplan ist darauf ausgerichtet, einen Rahmen für technologische Innovationen in Schiffbau, Schifffahrt und Meerestechnik zu setzen. Ziel ist die Ausschöpfung zukünftiger Marktpotenziale durch Exzellenz u. a. in der marinen Verkehrsleit- und Überwachungstechnik, der marinen Umwelttechnik, bei den Meeresforschungstechnologien und Offshoretechniken, der Eis- und Polartechnik, den Unterwassertechniken sowie bei den neuen Energieträgern wie Gashydraten (vgl. BMBF 2010).

Auswirkungen auf die Förderpolitik der Bundesregierung könnte die Ölkatastrophe in Folge der Havarie der Ölbohrplattform „Deepwater Horizon“ im April 2010 im Golf von Mexiko haben. EU-Kommissar Günther Oettinger sprach sich am 7. Juli 2010 für ein Moratorium für die Öl- und Gasförderung vor der Küste Europas aus und kündigte Gesetzesinitiativen für die folgenden Monate an. Eine mögliche Konsequenz wäre die Übertragung der bisher den einzelnen Mitgliedsstaaten obliegenden Befugnis zur Vergabe neuer Förderlizenzen und der Sicherheitskontrolle in der Erdölindustrie auf die EU. Dies würde eine Einschränkung der Handlungsmöglichkeiten in nationalen Forschungs- und Förderprogrammen zur Offshoreförderung von Öl und Gas bedeuten. Entsprechende Entwicklungen könnten eine Modifizierung der Hightech-Strategie bezüglich der deutschen Offshoreförderung von Öl und Gas notwendig machen (vgl. BMBF o. J.; FOCUS 2010).

Politische Themen der Nationalen Maritimen Konferenzen

Für die maritimen Sektoren in Deutschland haben sich die Abkommen der Nationalen Maritimen Konferenzen zu einem bedeutenden Impulsgeber wirtschaftspolitischer Entwicklungsstrategien herausgebildet. Die hohe Bedeutung der meerestechnischen Wirtschaft spiegelt sich dabei insbesondere in den gesetzten Kernthemen der Konferenzen der vergangenen Jahre wider. „Maritime Technologien“, „Offshorewindenergie“ sowie „Klima- und Umweltschutz im Seeverkehr“ wurden u. a. als Leitthemen der Workshops bearbeitet. Zentrale Empfehlungen für die „Offshorewindenergie“ stellen u. a. die Sicherstellung von Netzanschlüssen

für Offshorewindparks sowie der Ausbau der Hafeninfrastruktur und die Vernetzung der maritimen Wirtschaft mit der Offshorewindenergiebranche dar. Für den „Klima- und Umweltschutz im Seeverkehr“ liegt der Fokus z. B. auf der Implementierung von Maßnahmen zur Reduktion schifffahrtsbedingter Emissionen.

Raumordnung in der AWZ

Die in der AWZ existierenden vielfältigen Nutzungsansprüche durch Aktivitäten der Schifffahrt und Fischerei, der Offshoretechnik wie auch der Meeresforschung und Marine können zu Konflikten und zu Schwierigkeiten mit den Zielen des Umwelt- und Naturschutzes führen. Die traditionellen Nutzungsarten haben Konkurrenz durch neue wirtschaftliche Entwicklungen bekommen, so dass vielfältige Schutz- und Nutzungskonflikte zu bearbeiten sind, um ein Nebeneinander der bestehenden Interessen zu erreichen. Eine nachhaltige Raumentwicklung kann nur gewährleistet werden, wenn die Instrumente der Raumordnung auch auf See angewandt werden.

Das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) hat für die deutsche ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ) in Nord- und Ostsee Ziele und Grundsätze der Raumordnung festgelegt. Sie sind hinsichtlich der wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Nutzung, der Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit der Seeschifffahrt sowie zum Schutz der Meeresumwelt als Raumordnungsplan formuliert. Der Bedeutung der Schifffahrt als Verkehrsträger für den Welthandel musste dabei genauso Rechnung getragen werden wie der Bereitstellung ausreichend dimensionierter Flächen zum Erreichen der angestrebten Ausbauziele der Offshorewindenergie. Raumansprüche bestehen darüber hinaus u. a. in Bezug auf die Rohstoffgewinnung, die Verlegung von Kabeln und Rohrleitungen sowie für Forschungsaktivitäten. Gleichzeitig musste eine räumliche Flexibilität für noch nicht absehbare künftige Entwicklungen bewahrt werden. Aus diesem Grunde wurden für genannte Nutzungen Gebietsfestlegungen getroffen und andererseits weite Teile der AWZ von Festlegungen freigehalten.

9.2 Förderlandschaft der Europäischen Union und des Bundes

Die Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovationen in den maritimen Sektoren und insbesondere auch in der Meerestechnik erfolgt auf europäischer wie auch auf nationaler Ebene durch verschiedene Maßnahmenpakete. Im Folgenden werden ausgewählte Förderprogramme der EU und des Bundes in ihren Grundzügen skizziert. Eine detaillierte Darstellung speziell der laufenden Forschungsförderung des Bundes erfolgt bereits im Abschnitt zur meerestechnischen Forschung und Wissenschaft (vgl. Kap. 6.2.1).

7. Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Union

Die Europäische Kommission vergibt in Bezug auf das 7. Forschungsrahmenprogramm im Zeitraum 2007 bis 2013 Zuschüsse für europäische Forschungsprojekte mit einem Budget von über 54 Mrd. Euro. Das Programm besteht hauptsächlich aus den vier spezifischen Programmen Zusammenarbeit (Verbundprojekte), Menschen (Unterstützung von Wissenschaftlern), Ideen (Grundlagenforschung) und Kapazitäten (inkl. KMU-Maßnahmen). Im Themenbereich 7 „Transport (Verkehr)“ werden dafür ca. 4 Mrd. Euro investiert.

Innerhalb des Programms Zusammenarbeit steht u. a. die Umweltforschung mit der Zielsetzung eines nachhaltigen Managements der Umwelt und ihrer Ressourcen im Fokus. In diesem Kontext geht es insbesondere um das Management und die Entwicklung der marinen Umwelt. Darüber hinaus setzt die Förderung im Verkehr u. a. auf die Themen „Unterstützung des europäischen globalen Satellitennavigationssystems (Galileo)“ sowie „Erhöhung der technischen Sicherheit und verbesserte Gefahrenabwehr“.

Schifffahrt und Meerestechnik für das 21. Jahrhundert

Im BMWi-Forschungsprogramm „Schifffahrt und Meerestechnik für das 21. Jahrhundert“ werden bestimmte Themen durch spezielle Förderbekanntmachungen aufgegriffen – insbesondere als Ergebnis von Beschlüssen der Nationalen Maritimen Konferenzen. Die Fördermittel des Forschungsprogramms werden maßgeblich für industriegeführte Verbundprojekte eingesetzt, in denen Unternehmen mit Hochschulen oder Forschungseinrichtungen kooperieren.

In der Meerestechnik sind dies zurzeit folgende Projekte:

- Verbundprojekt ISUP (Integrierte Systeme für die Unterwasserproduktion von Kohlenwasserstoffen)
- Verbundprojekt SUGAR (Submarine Gashydrat-Lagerstätten: Erkundung, Abbau und Transport)
- Projekt CManipulator (Entwicklung eines Tiefsee-Manipulationssystems)
- Eis-Routen-Optimierung als Voraussetzung für die wirtschaftliche Nutzung des Nördlichen Seewegs

Förderschwerpunkt „System Erde“

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützt darüber hinaus im Förderschwerpunkt „System Erde“ Aktivitäten in der Meeres- und Polarforschung. Im Fokus stehen hier insbesondere Fragestellungen zur Klima- und Umweltforschung.

5. Energieforschungsprogramm

Eine Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben in der Offshorewindenergie erfolgt darüber hinaus im Zusammenhang mit dem 5. Energieforschungsprogramm des BMWi mit den Zielen der Verbesserung der Energieeffizienz sowie der Entwicklung CO₂-armer Energietechnologien.

10. Zentrale Technologien und wirtschaftliche Potenziale 2020

10.1 Gegenstand und Methode des Kapitels

Der Untersuchungsgegenstand des Kapitels

Im folgenden Abschnitt der Studie werden die in Kapitel 5 bearbeiteten Anwendungsfelder darauf untersucht, welche Technologien in ihnen genutzt werden und welche Bedeutung diese Technologien für das Anwendungsfeld besitzen (10.2). Die Betriebsbefragung bildet dabei die Grundlage für Aussagen zur besonderen Relevanz von Technologien für einzelne oder mehrere Anwendungsfelder, die als „zentral“ bewertet werden. Die Bedeutung der Technologien für die Anwendungsfelder wird außerdem an Beispielen dargestellt, um zu illustrieren, wofür diese konkret benötigt und wo sie eingesetzt werden.

Darüber hinaus beleuchtet dieses Kapitel das wirtschaftliche Potenzial der einzelnen Anwendungsfelder (10.3), um einerseits Leitmärkte und andererseits jene Bereiche identifizieren zu können, deren Potenzial aufgrund unterschiedlicher Barrieren noch ausbaufähig ist. Ergänzt werden die Ergebnisse der ersten beiden Teile durch eine internationale Positionierung der deutschen Meerestechnik (10.4) sowie Hinweise darauf, mit welchen Problemen und Hemmnissen sich Akteure in den Anwendungsfeldern konfrontiert sehen (10.5).

Methodische Hinweise zu diesem Kapitel

Grundsätzlich ist die Bedeutung von Technologien für die in dieser Studie untersuchten Anwendungsfelder sehr unterschiedlich. Gleichwohl lassen sich Schlüssel- oder Querschnittstechnologien identifizieren, die in fast allen Anwendungsfeldern hoch relevant sind. Als zentral wurde eine Technologie für ein Anwendungsfeld angesehen, wenn die Befragten sie in mehr als 50 % der Fälle als „wichtig“ oder „sehr wichtig“ einstufen (10.2).

Für die Einschätzung der wirtschaftlichen Potenziale der deutschen Meerestechnik in Kapitel 10.3 werden jeweils mehrere Kenngrößen herangezogen, um zu einer schlüssigen und nachvollziehbaren Beurteilung zu gelangen. Zunächst werden die derzeitigen Umsätze je Anwendungsfeld und deren Anteil an der Meerestechnik insgesamt, der Anteil am Weltmarkt, die Wachstumserwartungen beim Umsatz sowie die Perspektiven auf dem Weltmarkt betrachtet. Wo dies mangels einschlägiger Daten nicht möglich ist, werden ergänzend die Verfügbarkeit von Arbeitskräften und die Intensität von Forschung und Entwicklung analysiert. Für die Bestimmung der Größe des wirtschaftlichen Potenzials in einem Anwendungsfeld wird also nicht nur auf eine Kenngröße, z. B. den Umsatz oder den Weltmarktanteil, abgehoben, sondern es wird die Kombination der Kenngrößen für eine Beurteilung genutzt.

Die internationale Einordnung der Anwendungsfelder der Meerestechnik (10.4) erfolgt wiederum anhand verschiedener Indikatoren (Weltmarktanteil, Wachstumserwartung, Marktführerschaft). Die Gesamtschau ermöglicht abschließend ein kurzes, wertendes Fazit über alle Anwendungsfelder hinweg.

Einzelne, starke Anwendungsfelder haben auch industriepolitische Bedeutung erlangt

Die Anwendungsfelder Offshoretechnik Wind (mit einem Weltmarktanteil von 20-25 %), Offshoretechnik Öl und Gas (mit einem Umsatzanteil von über 70 % an der gesamten deutschen Meerestechnik) sowie Unterwassertechnik/Seekabel (mit einem Weltmarktanteil von etwa 30 %), haben durch ihre Größe strukturpolitische Bedeutung für Deutschland erlangt. Darüber hinaus werden deutsche Unternehmen in diesen Bereichen entweder als Marktführer eingeschätzt (besonders in der Offshoretechnik Wind mit 18 % der Nennungen) oder sie werden von den Befragten als wichtige Akteure auf dem internationalen Markt wahrgenommen. Dies trifft auf alle Anwendungsfelder zu, im Küsteningenieurwesen und in der Maritimen Verkehrsleit- und -Sicherheitstechnik (MVLS) jedoch mit der Einschränkung auf Teilbereiche des jeweiligen Anwendungsfeldes. Dass deutsche Firmen gerade in Teilbereichen eine starke Präsenz haben, zeigt sich beispielsweise in der Offshoretechnik Wind, wo die Turbinenhersteller inzwischen mehr als die Hälfte aller Anlagen in der Standard-Klasse (zwischen zwei und drei Megawatt Leistung) ausliefern.

10.2 Zentrale Technologien für die Meerestechnik

Technologien in der Meerestechnik mit Schlüssel- und Querschnittscharakter

Die in der Meerestechnik genutzten Technologien verfügen sowohl über Schlüssel- als auch über Querschnittscharakter. Hinzu kommen sektorbezogene Technologien in den jeweiligen Anwendungsfeldern, die insgesamt aber auch nicht überschneidungsfrei sind. Das ist darauf zurückzuführen, dass die Anwendungsfelder praktisch einzeln auf bestimmte Technologien zugreifen und diese für ihre Zwecke problemgerecht abändern und einsetzen. Dies führt einerseits zu Sonderentwicklungen in voneinander getrennten Anwendungsfeldern, andererseits aber auch zu gemeinsamen Lösungsansätzen dort, wo Anwendungsfelder große Berührungspunkte aufweisen. Beispielsweise ist die MVLS auf das Engste mit der Maritimen Mess- und Umwelttechnik (MMUT) sowie den Offshoretechniken Wind bzw. Öl und Gas verknüpft. Darüber hinaus kommen sicherheitstechnische Komponenten, die in der MVLS entwickelt werden (Radarketten, Identifizierungssysteme zur Bahnverfolgung und Kollisionsvermeidung sowie Unfallmanagementsysteme), z. B. auch auf Ölförderplattformen oder in Windenergieparks zum Einsatz. Insgesamt weisen die maritimen Technologien in den 13 Anwendungsfeldern der Meerestechnik trotz ihrer Fokussierung auf die physikalische Umgebung „Meer“ eher heterogene Strukturen auf. Konvergente Anteile sind nur in Ansätzen vorhanden.

Vor diesem Hintergrund wird im Folgenden untersucht, welche Technologien für die Anwendungsfelder zentrale Bedeutung haben und inwiefern die Felder Verbindungen zueinander aufweisen.

Kommunikationstechnik und Energietechnik sind für fast alle Anwendungsfelder zentral

Die zentralen Technologien der einzelnen Anwendungsfelder weisen Querschnittscharakter auf und erlangen so über alle Bereiche hinweg Relevanz. Die Energietechnik wird beispielweise in sechs Anwendungsfeldern als wesentlich eingeschätzt. Sie bzw. ihre Anwendungen werden aber auch durch die Kommunikationstechnik zu Navigationszwecken bzw. zur Datenübertragung/Funk geprägt. Die Sicherheitstechnik und der submarine Fahrzeugbau treten ergänzend hinzu, in

einzelnen Feldern zählen sie sogar zu den bedeutsamsten Technologien. Als wichtig werden auch geophysikalische und meteorologische Verfahren sowie der Tief- und Sonderbau eingeschätzt, wobei letzterer vor allem in den beiden Offshoretechniken und in der Unterwassertechnik benötigt wird. Die Meteorologie, die Geophysik sowie der Tief- und Sonderbau wurden in der Studie allerdings nicht als eigene Technologien angesehen, sondern eher als Disziplinen, die wiederum selbst Technologien einsetzen. Daher bleiben sie im Folgenden unberücksichtigt.

Energietechnik muss Probleme des Lastmanagements und der Zwischenspeicherung lösen

Eine hohe Bedeutung hat die Energietechnik als Schlüssel- und Querschnittstechnologie für die Offshoretechnik Wind. Hier treten zahlreiche Probleme zutage, die mit Hilfe der Energietechnik gelöst werden müssen. Fragen der Netzintegration der Offshorewindenergie (Stichwort „angebotsgesteuerte Stromversorgung durch smart grids“) gehören ebenso dazu wie die der Energie(zwischen)speicherung, da Energie nicht zu jeder Zeit und in gleicher Menge nachgefragt wird (Aspekte des Lastmanagements). Unternehmensseitig werden daher nicht nur die Entwicklung und der Bau von Pump- und Druckluftspeicherkraftwerken vorangetrieben, sondern auch alternative Methoden zur Energiespeicherung in Elektrofahrzeugen untersucht. In der Unterwassertechnik, speziell im submarinen Fahrzeugbau, beschäftigt sich die Energietechnik mit der Herstellung und Entwicklung von leistungsfähigen Batterien, die lange und unabhängig von extremen Bedingungen (Druck, Temperatur) z. B. in der Tiefsee agieren können. Ein Bereich mit hohem zukünftigen Potenzial ist die Energieübertragung mittels HGÜ-Leitungen, da immer mehr Windparks fernab der Küsten errichtet werden und sich dadurch der höhere Aufwand für Hochspannungsgleichstromübertragung lohnen kann.

Definition der Sicherheitstechnologie

Eine eigenständige Sicherheitstechnologie im engeren Sinne wie in den optischen Technologien oder Werkstoffwissenschaften gibt es in der Meerestechnik nicht. Unter Sicherheitstechnologien wird vielmehr ein Portfolio von Technologien zusammengefasst, die zur Erfüllung unterschiedlicher Sicherheitsaufgaben genutzt werden.

Breite Anwendung verdeutlicht den Charakter von Sicherheit als Querschnittstechnologie

Sensoren, Detektoren und bildgebende Verfahren dienen vor allem der Gefahrstoff-/Elementeerkenntnis sowie der Situationserfassung. Sie erlangen große Bedeutung in der Unterwassertechnik, die tiefseetaugliche Technologien zur Navigation und Kommunikation sowie zuverlässige Sensorik benötigt, mit denen eine echtzeitfähige und störungsfreie Zustandsüberwachung und Ferndiagnose zukünftiger submariner Fertigungsstätten erfolgen kann. Auch bei der Verlegung von Seekabeln ist die Unterwassertechnik auf tiefwassertaugliche Mess- und Steuerungssysteme inner- und außerhalb von ROV und AUV (Robotik) angewiesen, um ihre Aufgaben bewältigen zu können. Das gleiche gilt für die Maritime Verkehrsleit- und -sicherheitstechnik (MVLS) sowie für die Marikultur und die Maritime Mess- und Umwelttechnik (MMUT). Die Sicherheitstechnologie ist sowohl für die Einsatzbereiche Offshoretechnik Öl und Gas sowie Wind und ihre Risiken (vom technischen Versagen bis hin zu terroristischen Angriffen oder der Kollisionsgefahr mit Überwasserfahrzeugen) als auch für die Unterwassertechnik von hoher Bedeutung. Bei der Unterwassertechnik reduziert sich der

Einsatz von Sicherheitstechnologien auf die Gewährleistung einer funktionierenden Infrastruktur zur Anbindung von Offshore-Anlagen an das Festland. In der Maritimen Mess- und Umwelttechnik finden Sensoren und Detektoren beispielsweise im Rahmen des Umweltmonitorings Anwendung.

Submarine Fahrzeuge als zentrale Anwendung für Energie-, Sicherheits- und Kommunikationstechnik

Die in der Robotik entwickelten autonomen Unterwassersysteme und -fahrzeuge, die in der Offshoretechnik Öl und Gas beim Betrieb von völlig autonomen Unterwasserförderanlagen oder -manipulatoren zum Einsatz kommen, basieren auf der Energietechnik (zum Betrieb unter wechselnden Einsatzbedingungen), der Sicherheitstechnik und der Kommunikationstechnik. Auch der submarine Fahrzeugbau ist integraler Bestandteil der Unterwassertechnik, weil er für verschiedene Anwendungsfelder zuverlässige – kabellose oder kabelgebundene – Unterwasserfahrzeuge entwickelt und mithilfe der Unterwasserverfahrens- und Prozesstechnik (Pumpen-, Separationstechnik) Tools zum Abbau von Lagerstätten bereitstellt.

Kommunikationstechnik entfaltet in nahezu allen Anwendungsfeldern Relevanz als Querschnittstechnologie

Neben der Sicherheitstechnik ist die Kommunikationstechnik der Bereich mit dem ausgeprägtesten Querschnittscharakter. Ihre Bedeutung für die Anwendungsfelder ist zwar unterschiedlich, aber letztlich wird die Kommunikationstechnik doch in allen Bereichen eingesetzt, sei es eingebettet in Produkte (z. B. in einem Sensor), also unsichtbar, oder als eigenständige, technisch sichtbare Lösung im Bereich Daten/Funk. Ob es um die Vermessung von Seekabelverbindungen in der MMUT oder um autonomes Agieren und Navigieren in der Unterwassertechnik geht: Die Kommunikationstechnik stellt Produkte zur Verfügung, die für den Erfolg der jeweiligen Operationen essenziell sind.

Darüber hinaus ist die drahtlose (Unterwasser-)Kommunikation für viele Anwendungsbereiche von erheblicher Relevanz. Beispielhaft sei hier die MVLT erwähnt, die Informations-, Telekommunikations- und Navigationslösungen bereitstellt, um Unfallmanagement- und Überwachungssysteme für den Schiffsverkehr entwickeln zu können.

10.3 Wirtschaftliche Potenziale der Meerestechnik

Insgesamt recht starke Dynamik in der Meerestechnik

Die untersuchten Anwendungsfelder der Meerestechnik zeichnen sich durch eine überwiegend hohe Wachstumsperspektive aus, sowohl hinsichtlich des Umsatzes als auch bei der Erwartung der künftigen Position auf dem Weltmarkt. In der MVLT werden beispielsweise jährliche Umsatzsteigerungsraten von 6,6 % erwartet; in den Offshoretechniken sowie in der Unterwassertechnik gehen die Befragten sogar noch von deutlich höheren Zahlen aus. Dies lässt sich auf Entwicklungen zurückführen, die in den Einzelfeldbeschreibungen bereits angedeutet wurden, wie z. B. die prognostizierte zukünftige Nutzung submariner mineralischer Rohstoffe oder die zunehmende Nachfrage aus der Offshore Öl- und Gasindustrie. Die Energiegewinnung in Windparks und die Weiterleitung über HGÜ-Trassen hat nicht nur für die Offshoretechnik Wind Bedeutung, sondern verschafft auch zahlreichen anderen Anwendungsfeldern, wie z. B. der MMUT, dem Küsteningenieurwesen oder der MVLT positive Wachstumsimpulse.

Offshoretechnik Wind nimmt Spitzenstellung von allen Anwendungsfeldern ein

Die Offshoretechnik Wind zählt zu den Branchen mit dem größten Wachstumspotenzial von allen untersuchten Anwendungsfeldern. Die Erwartungen der Betriebe im Rahmen der Befragung sind im Vergleich zu anderen Feldern überdurchschnittlich und erreichen 91 % bei der Frage nach dem deutschlandweiten Anstieg der Umsätze bis 2020 (international: 76 %). Dies ist nicht zuletzt den guten Rahmenbedingungen in Form von Einspeisevergütungen und der Infrastrukturbeschleunigung zuzuschreiben. Die Offshorewindenergie leistet – bei sinkenden europäischen Öl- und Gasreserven – einen wichtigen Beitrag zur Versorgungssicherheit. Auch deshalb, und wegen der hohen Klimaverträglichkeit der Energieerzeugung, wird der Anteil der Offshoretechnik Wind perspektivisch noch zunehmen.

Technische Barrieren sind zwar vorhanden und werden im folgenden Kapitel beschrieben, ändern aber nichts an der Spitzenstellung deutscher Offshorewindunternehmen, die teilweise sogar als Marktführer gelten. Einen höheren deutschen Weltmarktanteil erreicht darüber hinaus kein anderes Anwendungsfeld, sodass die Offshoretechnik Wind als ein Feld mit besonderem Potenzial angesehen werden kann. Deutschland wird wegen der Beschlüsse zur Förderung regenerativer Energiequellen an der Stromerzeugung und deswegen erwarteter verstärkter Investitionen weiterhin sowohl ein wichtiger Leitmarkt als auch ein sehr wichtiger Anbieter von Windtechnik sein.

Offshoretechnik Öl und Gas bei Umsatz und Mitarbeiterzahl dominant

Im Hinblick auf den Umsatz und die Zahl der Beschäftigten erreicht der Windbereich nicht die Größe des Anwendungsfeldes Offshoretechnik Öl und Gas. Im Jahr 2008 erwirtschafteten knapp 14.000 Mitarbeiter einen Umsatz von 7,9 Mrd. Euro. Die Unternehmen erwarten bis 2015 überwiegend steigende Umsätze, wobei deutsche Firmen nicht als Marktführer identifiziert werden. Die Innovationsquote, definiert als Anteil derjenigen Unternehmen mit Produkt- und Prozessinnovationen in den letzten drei Jahren an allen Unternehmen, ist in der Offshoretechnik Öl und Gas mit 76 % überdurchschnittlich hoch (zum Vergleich: Offshoretechnik Wind = 61 %, Gesamte Meerestechnik = 73 %). Sie wird nur noch von jener in der MMUT mit 97 % übertroffen. Die Offshoretechnik Öl und Gas ist aufgrund ihrer dominierenden Rolle der zentrale Technologietreiber in der internationalen Meerestechnik.

Unterwassertechnik profitiert von positiver Entwicklung bei Offshoretechnik Öl und Gas

Ein Bereich mit engem Bezug zur Offshoretechnik Öl und Gas ist die Unterwassertechnik. Das Wachstum dieses Anwendungsfeldes ist nicht zuletzt auf die hohe Nachfrage aus der Offshoretechnik nach submarin einsetzbaren Technologien, Verfahren und Systemen zum Abbau mineralischer Rohstoffe zurückzuführen. Die Unterwassertechnik verzeichnete 2008 einen Umsatz von 916 Mio. Euro, kommt damit fast an das Niveau der Offshoretechnik Wind (1,1 Mrd. Euro) heran und stellt das drittstärkste Technikfeld dar. Die Branche beschäftigt mit ca. 4.000 Arbeitnehmern etwa 15 % aller in der Meerestechnik Tätigen. Einschätzungen der Befragten zufolge wird dieser Markt letztlich, und mindestens auf mittlere Sicht, als Nischenmarkt charakterisiert bleiben.

Kleine, aber dynamische Märkte mit enger Anbindung an andere Anwendungsfelder

Die Maritime Mess- und Umwelttechnik (MMUT) und die Maritime Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik (MVLT) liegen mit Bezug auf den Umsatz und die Mitarbeiterzahlen weit hinter den bereits vorgestellten Anwendungsfeldern. Trotzdem ist ihre Bedeutung für die anderen Felder teilweise erheblich. Beispielsweise ist die Offshoretechnik Wind bei Voruntersuchungen und Gutachten in Genehmigungsverfahren oder bei begleitenden bzw. vorbereitenden ökologischen Untersuchungen und Gutachten zunehmend auf die Erkenntnisse der maritimen Messtechnik angewiesen. Darüber hinaus profitieren Offshoreplattformen genauso wie das Küsteningenieurwesen von Produkten und der Lösungskompetenz der MVLT, weil die Verkehrssicherheit sowohl auf Seewasserstraßen als auch in Häfen gewährleistet sein muss. Die MVLT ist daher einerseits als eigenständige Disziplin, andererseits aber auch als Feld mit Querschnittscharakter gekennzeichnet. Die MVLT kommt gemäß den Erhebungen auf einen Umsatz von knapp 400 Mio. Euro, die Betriebe in der Mess- und Umwelttechnik erwirtschafteten dagegen lediglich 184 Mio. Euro. Dafür sind in der MMUT mit 72 Unternehmen fast so viele Firmen aktiv wie im zweitgrößten Feld Offshoretechnik Öl und Gas (78 Nennungen), während in der MVLT gerade einmal 28 Unternehmen ihr erstes Anwendungsfeld sehen. Der Anteil der Unternehmen in der Mess- und Umwelttechnik beläuft sich damit auf 16 %. Deutliche Unterschiede zwischen beiden Bereichen bestehen jedoch beim Umsatz und den Beschäftigten. Während der Umsatz je Beschäftigtem in der Offshoretechnik Öl und Gas bei 570 T€ zu verorten ist, liegt dieser Wert pro Beschäftigtem in der MMUT nur bei 228 T€. Auch die Betriebsgrößen sind stark unterschiedlich: Die Offshoretechnik Öl und Gas ist hier mit durchschnittlich 208 Mitarbeitern ein echtes Schwergewicht (MMUT = 11 Mitarbeiter), auch wenn insgesamt nur ein Drittel der Unternehmen in der Offshoretechnik Öl und Gas mehr als 250 Mitarbeiter aufweisen und damit zu den Großunternehmen zählen.

Eine Marktführerschaft deutscher Unternehmen ist weder im einen noch im anderen Anwendungsfeld vorhanden, mit Ausnahme des VTS-Bereichs (Vessel Traffic Service). Dennoch wird die MVLT in der Befragung als dynamischer Bereich bewertet, was mit der zunehmenden Relevanz sicherheitstechnischer Anwendungen im internationalen Seeverkehr und der hohen Nachfrage nach entsprechenden Systemen und Dienstleistungen zusammenhängt, die sich im Zuge der Anforderungen aus internationalen Regelwerken ergeben (IMO, SOLAS).

Insgesamt ist das von 88 % der Unternehmen erwartete Wachstum im Wesentlichen international induziert und auch mit der Entwicklung der Offshoretechnik Wind verknüpft, worauf bereits näher eingegangen wurde. Zusätzlich steht in der Seevermessung technologiegetriebenes Wachstum zu erwarten, weil präzisere Messsysteme und Unterwasserfahrzeuge hier Seeböden, Kabel- und Pipelinetrassen sowie Umweltdaten erfassen müssen. Das bis 2015 erwartete Wachstum dieses Bereichs schätzten die Befragten mit immerhin 9 % pro Jahr als recht hoch ein. Allerdings erwarten nur 45 % der Betriebe ein derartiges Wachstum, während in der Meerestechnik insgesamt 66 % der Befragten von einer positiven Entwicklung ausgehen.

10.4 Internationale Position der deutschen Meerestechnik

Offshoretechnik Wind mit zweithöchstem Weltmarktanteil und Umsatz in Deutschland

Auf der Suche nach den deutschen Big Playern in der Meerestechnik ragt vor allem die Offshoretechnik Wind mit 20-25 % Anteil am globalen Umsatz heraus. Auch wenn der Umsatz dieser Technologie mit 1,1 Mrd. Euro weit hinter den Vergleichswerten der Offshoretechnik Öl und Gas zurückbleibt, weist die Branche doch Weltmarktführer und für den Bereich wichtige Akteure aus. Hinzu kommt, dass auf den europäischen Märkten bis 2020 starke bis sehr starke Umsatzsteigerungen erwartet werden. Das betrifft neben dem heimischen deutschen Markt auch den zentralen Nachbarmarkt Großbritannien, wo aus strukturpolitischen Erwägungen ein Ersatz für die Offshore-Ölindustrie (u. a. in der Nordsee) vorangetrieben wird.

Offshoretechnik Öl und Gas mit höherem Umsatz, aber geringerer internationaler Bedeutung als Windenergie

Die umsatzstärkere Offshoretechnik Öl und Gas hat lediglich einen Weltmarktanteil von etwa 4-6 % aufzuweisen, was bei Umsätzen von 7,9 Mrd. Euro im Jahr 2008 trotzdem den Spitzenplatz in der gesamten Meerestechnik bedeutet. Die Wachstumsperspektiven sind in diesem Bereich nicht einheitlich. Während für einige Absatzmärkte nur gleichbleibende Umsätze erwartet werden (China, Süd- und Mittelamerika) wird für den heimischen und den norwegischen Markt von leichten bis stark steigenden Umsätzen ausgegangen. Marktführer hat die deutsche Offshoretechnik Öl und Gas nicht aufzuweisen, dafür sind unter ihnen wichtige Akteure mit internationaler Reputation vorhanden.

MVLT ist international gut aufgestellt

Die Maritime Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik (MVLT) präsentiert sich als dynamischer Markt mit hohen Wachstumsraten zwischen 5-10 %. Auch bei der Einschätzung des deutschen Weltmarktanteils am Umsatz ergaben die Befragungen mit 5-10 % eine relativ breite Streuung. Dies deutet darauf hin, dass die Abgrenzungsprobleme innerhalb dieses Feldes keine genauere Bestimmung zulassen. In Teilbereichen der MVLT werden deutsche Unternehmen als wichtige Akteure wahrgenommen, ohne eine eigene Marktführerschaft auszubilden.

In Mess- und Umwelttechnik sowie Unterwassertechnik kaum Marktführerschaft deutscher Unternehmen

Den kleinsten Markt mit einem internationalen Umsatzvolumen von 2 bis 2,5 Mrd. Euro bildet die Maritime Mess- und Umwelttechnik, wobei der deutsche Anteil ca. 3,5 % beträgt. Deutsche Firmen stellen international keine Marktführer, spielen im Anwendungsfeld aber durchaus eine aktive und wichtige Rolle. Wie in der gesamten Meerestechnik wird auch der MMUT international ein leichtes bis starkes Wachstum vorhergesagt. Die gleichen Umsatzprognosen treffen für die Unterwassertechnik zu. Trotzdem fällt in der maritimen Robotik die nur selten anzutreffende Marktführerschaft deutscher Firmen negativ ins Gewicht (Eigeneinschätzung: 11 %). Gut international mithalten können deutsche Firmen insbesondere bei der Zulieferung von Komponenten und Teilsystemen. Der Weltmarkt weist eine Größe von etwa 3 Mrd. Euro auf, was bedeutet, dass deutsche Unternehmen nahezu ein Drittel des globalen Umsatzes generieren.

Fazit

In den Erhebungen dieser Studie ist die Bedeutung der beiden Anwendungsfelder Offshore Wind sowie Unterwassertechnik im Hinblick auf den großen Anteil deutscher Unternehmen am Weltmarkt deutlich geworden. Beide Märkte besitzen zudem mit 3 bis 5 Mrd. Euro eine ähnliche Dimension. Als Folge der Förderentscheidungen bei regenerativen Energien kann bei der Offshoretechnik Wind von einer exzellenten Position deutscher Firmen im internationalen Wettbewerb ausgegangen werden. Für die Unterwassertechnik kann diese Aussage nur eingeschränkt übernommen werden, da die enge Anbindung an die Offshoretechnik Öl und Gas Abhängigkeiten schafft und in einer Krise zu plötzlichen Einbrüchen führen kann.

In der Maritimen Mess- und Umwelttechnik sowie in der Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik sind deutsche Firmen auf einem deutlich kleineren internationalen Markt zwar gut aufgestellt, müssen aber wegen ihrer geringen Größe und Kapitalbasis (s. dazu nächstes Kapitel „Barrieren“) permanent um ihre Position kämpfen. Im Prinzip trifft das – bei umgekehrten Vorzeichen hinsichtlich des Umsatzes – auch auf die Offshoretechnik Öl und Gas zu.

10.5 Barrieren der Entwicklung

Fehlendes Geld und Personal sowie hoher Konkurrenzdruck sind hemmende Faktoren für positive Zukunftsentwicklung

Ungeachtet der positiven Bestandsaufnahme für die meerestechnische Industrie insgesamt existieren einige Barrieren, die zu einer Verschlechterung der bisherigen Situation führen könnten. Konkret fehlt es einzelnen Branchen einerseits an Kapital für Forschung und Entwicklung innovativer Produkte, die die Marktführerschaft entweder sichern oder herstellen ließen. Andererseits kann in Deutschland auch der personelle Bedarf, insbesondere an Akademikern, aber auch an gewerblich-technischen Fachkräften, nicht mehr aus dem Angebot gedeckt werden. Schließlich führen Probleme, die auf einzelne Branchen beschränkt sind, zur Eintrübung bei den Umsatz- und Wachstumserwartungen. Dazu gehören beispielsweise die in europäischen Ländern sehr unterschiedlichen Gesetzgebungen, z. B. in Bezug auf Sicherheitskonzepte und -ausstattung bei Windparks, oder in der Maritimen Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik, wo die USA de facto per Gesetz Standards setzt.

Darüber hinaus machen einigen Anwendungsfeldern auch Imageprobleme zu schaffen, die sich überwiegend aus Bedenken gegenüber deren Umweltverträglichkeit speisen. Dies trifft zunächst auf die Offshoretechnik Öl und Gas zu, die mit Unfällen auf Förderplattformen wie zuletzt der „Deepwater Horizon“ im Golf von Mexiko für negative Schlagzeilen gesorgt hat. Das gleiche gilt für die Marikultur, in der die Haltungsbedingungen von Fischen in riesigen Zuchtbecken kontrovers diskutiert werden.

Fachkräftemangel wirkt sich bereits heute wachstumshemmend aus

Eine Entwicklung, die das Wachstum in zahlreichen wichtigen Anwendungsfeldern mit hohem wirtschaftlichen Potenzial bedroht, ist der kontinuierliche Fachkräftemangel. Das Angebot an qualifizierten Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern liegt derzeit, aber auch in absehbarer Zukunft auf einem kritischen Niveau; wegen der starken Spezialisierung und der entsprechend hohen Anforderungen in den einzelnen

Feldern ist die Nachfrage insbesondere nach Ingenieuren und gewerblich-technischen Facharbeitern hoch. Die demographische Entwicklung trägt außerdem erschwerend dazu bei, dass ohne flankierende Maßnahmen mittelfristig keine Besserung absehbar ist.

Gerade in der Offshoretechnik Öl und Gas fehlen bereits heute qualifizierte Fachkräfte, wie z. B. Tiefseeingenieure oder Geophysiker. Ferner wird sich der Mangel an Ingenieurinnen und Ingenieuren (Maschinenbauer, Elektrotechniker und Bauingenieure) und Naturwissenschaftlern in der Offshoretechnik Wind, der Unterwassertechnik der Maritimen Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik sowie der Maritimen Mess- und Umwelttechnik in Zukunft bemerkbar machen und die Wachstumsmöglichkeiten der Einzelbranchen voraussichtlich negativ beeinflussen. Ausbildung und Qualifikation der vorhandenen Mitarbeiter entwickeln sich damit zum Schlüsselfaktor für weiteres Wachstum.

Hohe Investitionskosten und Mangel an Finanzierungsquellen bilden Engpässe

In mehreren Anwendungsfeldern wie der Unterwassertechnik, der Maritimen Mess- und Umwelttechnik oder der Offshoretechnik Wind werden fehlende Finanzierungsmöglichkeiten als Risiko für eine weiterhin positive Entfaltung genannt. Innovative Projekte können bei fehlender Kapitalbasis der Unternehmen nicht schnell und nachhaltig genug umgesetzt werden, sodass internationale Wettbewerber letztlich als Nutznießer aus dieser Situation hervorgehen.

Die Finanzierung von Windparks wird aber beispielsweise nicht nur durch die Herausforderungen und Unsicherheiten einer neuen Technologie erschwert. Auch die Schwierigkeiten einer Risikobewertung und die generelle Zurückhaltung der Banken nach der Finanzkrise gerade bei Großprojekten hemmen die Umsetzung geplanter Projekte erheblich. Derzeit sind in Europa überhaupt nur etwa ein Dutzend Banken zu nennenswerten Finanzierungen bereit. Auch die Finanzierungsmöglichkeiten neuer Akteursgruppen (mit Stadtwerken) sind eingeschränkt. Hinzu kommen Investitionskosten für moderne Windparks von etwa 3-4 Mio. € je MW. Immerhin sind hier aufgrund von Skaleneffekten und Effizienzsteigerungen mittelfristig Kostensenkungen zu erwarten.

Ähnliche Voraussetzungen finden sich schließlich in der Offshoretechnik Öl und Gas. Zwar sind die hier eingesetzten Technologien bereits seit Jahrzehnten bekannt und werden laufend verbessert. Auf der anderen Seite gibt es in der Öl- und Gasexploration einen Trend zum Vordringen in die Tiefsee sowie in andere bislang unzugängliche Umgebungen (z. B. Arktis), der die Investitionskosten und die (Umwelt-)Risiken in die Höhe treibt. Dies wirkt sich wiederum auf die Risikozuschläge und die Bereitschaft der Banken aus.

Deutschen KMU drohen Übernahmen durch internationale „Big Player“

Bei einer Branchenstruktur mit überwiegend kleinen oder mittleren Unternehmen besteht die Gefahr der Übernahme durch Konkurrenten oder Marktführer. In der Offshoretechnik Öl und Gas sowie in der (MMUT) sind bereits bekannte Unternehmen betroffen. Internationale Großunternehmen sind in der Regel finanziell besser ausgestattet und können daher mehr Risiken eingehen als deutsche Unternehmen, die hauptsächlich als Zulieferer oder als Hersteller von Teilkomponenten fungieren.

Noch deutlich schwieriger verhält es sich mit der Situation in der MMUT, wo zwei Drittel der Betriebe weniger als zehn Beschäftigte aufweisen. Nur wenige Unternehmen sind überhaupt international aktiv, was in deren Ausrichtung auf nationale, meist staatliche Auftraggeber begründet ist. Die geringen finanziellen Ressourcen erzeugen einen hohen internationalen Konkurrenzdruck, der die Marktchancen bei der Entwicklung neuer Produkte beeinträchtigt. Die Betriebe dieses Anwendungsfeldes teilen viele der für KMU typischen Probleme, die aus der häufig mangelhaften Eigenkapitalbasis, dem schwierigen Zugang zu Wagniskapital zur Entwicklung neuer, innovativer Produkte oder den geringen FuE-Kompetenzen im Vergleich zu Großunternehmen resultiert. Auch der Zugang zu (neuen) Märkten wird durch diese widrigen Bedingungen erschwert. Abgesehen vom Übernahmepressur kennzeichnet die MMUT auch eine hohe Abhängigkeit von staatlichen Ausgaben in Hydrographie, Wissenschaft und Umweltüberwachung.

11. Auf dem Weg zu einer Strategie für die deutsche meeres-technische Wirtschaft 2020

Die vorangegangenen Analysen zur deutschen meeres-technischen Wirtschaft haben die Rahmenbedingungen und die technologischen Herausforderungen in den einzelnen Anwendungsfeldern aufgezeigt. Auf Basis dieser umfassenden Bestandsaufnahme widmet sich das folgende Kapitel strategischen Fragestellungen zur zukünftigen Entwicklung der deutschen Meerestechnik.

11.1 Einordnung in den Nationalen Masterplan Maritime Technologien (NMMT)

Der „Nationale Masterplan Maritime Technologien“ (NMMT) wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) erstellt und soll strategische Überlegungen zur Entwicklung der deutschen meeres-technischen Wirtschaft aufgreifen und einen Aktionsplan entwickeln. Die Entwicklung eines solchen Masterplans zu beginnen, war das Ergebnis der 5. Nationalen Maritimen Konferenz.

Quellen des NMMT für den Bereich Meerestechnik

Eine zentrale Basis des NMMT für den Bereich der Meerestechnik wird diese Studie sein. Parallel erstellte Studien wie die 2009 entstandene Studie „Marine mineralische Rohstoffe“ im Auftrag des BMWi und des Niedersächsischen Ministeriums für Wirtschaft und Arbeit oder die Studie „Meeresenergie“ aus dem Jahr 2010 im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) sollten in die Entwicklung des Masterplans einbezogen werden.

Ziel des NMMT

Ziel des NMMT ist es u. a., einen „Aktionsplan mit Empfehlungen für konkrete Teilbereiche der maritimen Technologien unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und nachhaltiger Erfolgsaussichten“ zu entwickeln. Ein bedeutender Teilbereich des NMMT wird dabei die Meerestechnik sein.

Die ab Kapitel 11.2 angestellten strategischen Überlegungen zur Entwicklung der deutschen meeres-technischen Wirtschaft sollen dem NMMT nicht vorgreifen, sondern strategische Eckpunkte aus der spezifischen Sicht der Meerestechnik herausstellen. Diese strategischen Eckpunkte orientieren sich insbesondere an einer gemeinsamen Vision.

Zukunftsbild für die deutsche meeres-technische Wirtschaft

Die Vision des NMMT beschreibt ein Zukunftsbild, das langfristig in der deutschen maritimen Wirtschaft realisiert werden soll. Die folgende Vision, die gemeinsam mit den Akteuren der deutschen maritimen Wirtschaft im Rahmen dieser Studie erarbeitet wurde, wird vorgeschlagen:

**Vision 2020:
Deutschland - ein Hightech-Standort für
maritime Technologien zur nachhaltigen Nutzung der Meere**

Vision 2020 und Hightech-Strategie

In dieser Vision ist sowohl die Nachhaltigkeit Maßstab für die maritimen Strategien und Aktionen der deutschen maritimen Wirtschaft als auch das in nahezu allen maritimen Anwendungsfeldern vorhandene hohe Technologiepotenzial. Sie bringt damit zwei wesentliche Aspekte zum Ausdruck:

1. Zum einen Deutschland als Hightech-Standort für maritime Technologien von hoher Qualität (insbesondere auch in den Bereichen Umwelt und Sicherheit) und zum anderen
2. den Aspekt der Nachhaltigkeit, also der Nutzung der Meere unter Wahrung ihrer ökologischen Qualitäten.

Mission der deutschen meeres-technischen Wirtschaft

Für die Umsetzung dieser Vision bedarf es eines festgelegten Planes und Umsetzungsauftrags - es bedarf einer Mission. Diese Mission, die helfen soll die Vision Wirklichkeit werden zu lassen, ist nun der beabsichtigte Masterplan Maritime Technologien. Dieser Masterplan stellt eine gemeinsame Mission zentraler Akteure der deutschen meeres-technischen Wirtschaft dar, um die in Deutschland in der maritimen Wirtschaft heute vorhandenen Stärken und die Chancen, die sich künftig durch eine ökonomische Nutzung der Meere ergeben, systematisch zu heben und dabei den Schutz des Naturraumes Meer sicherzustellen. Die Mission lautet daher:

Mission 2020:

Entwicklung und Umsetzung eines mehrjährigen Masterplans unter Integration der maritimen Akteure auf Basis umfassender Analysen.

Der Nationale Masterplan Maritime Technologien stellt den strategischen Rahmen dar, in den sich die meeres-technische Wirtschaft einordnet. Im Folgenden werden strategische Überlegungen zur Entwicklung der meeres-technischen Wirtschaft in Deutschland dargestellt, die auf Ergebnissen der vorangegangenen Analysen zur meeres-technischen Wirtschaft sowie auf Ergebnissen der Interviews und des Workshops mit Akteuren der meeres-technischen Wirtschaft fußen. Die strategischen Überlegungen zur meeres-technischen Wirtschaft in diesem Kapitel 11 sind in engem Zusammenhang mit dem folgenden Kapitel 12 zu sehen, in dem aus diesen strategischen Überlegungen mögliche Empfehlungen und Maßnahmen zur Umsetzung formuliert werden.

11.2 Strategische Überlegungen zur Entwicklung der deutschen meeres-technischen Wirtschaft

Systemfähigkeit zunehmend gefordert

In der meeres-technischen Wirtschaft ist – im Allgemeinen – der Trend auszumachen, dass eine zunehmend stärkere Systemfähigkeit seitens der Zulieferer und Teilsystemintegratoren (z.B. der zweiten Ebene) vom System- und Teilsystemintegrator (z.B. der ersten Ebene) verlangt wird (siehe Abbildung 97). Die Systemintegratoren haben das Ziel, die Anzahl direkter Lieferantkontakte zu verringern, und werden mehr Integration von den Teilsystemintegratoren der Folgeebenen einfordern. Dies führt unter anderem dazu, dass Ausschreibungen der Systemintegratoren steigende Anforderungen an die Bieter stellen werden. Diese Entwicklung stellt insbesondere kleine und mittlere Unternehmen vor die Herausforderung, diesen wachsenden Anforderungen nachzukommen.

Eine höhere Systemfähigkeit und -kompetenz der deutschen Lieferanten der ersten und zweiten Stufe werden mittelfristig die Wettbewerbsfähigkeit deutschen Unternehmen am Markt verbessern. Die verbesserte Systemfähigkeit und -kompetenz ermöglicht es den Unternehmen auch als Lieferant der zweiten oder dritten Ebene den wachsenden Anforderungen in Projekten in höherem Maße nachzukommen.

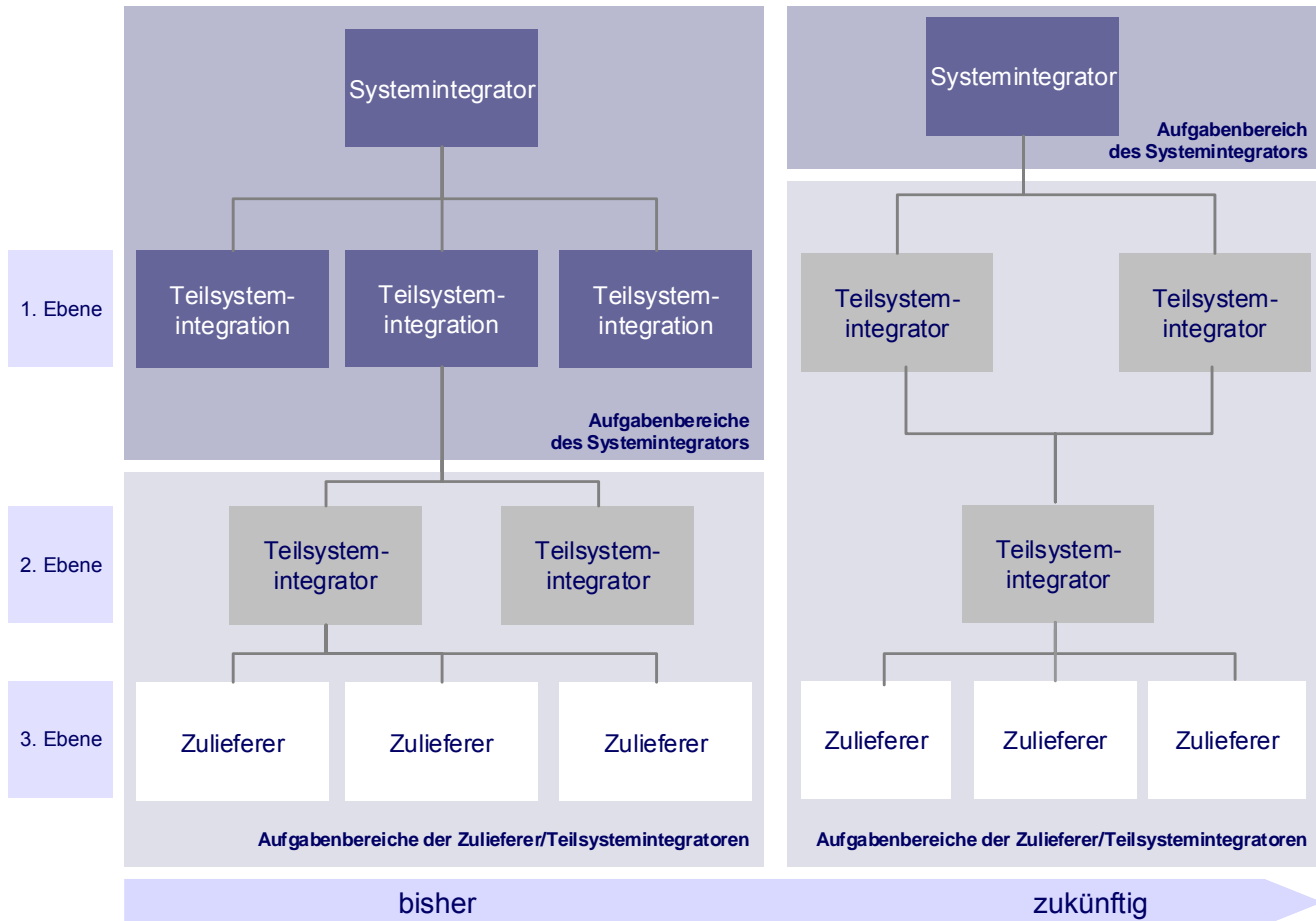


Abbildung 97: Entwicklungstrend (schematisch) in der Integration von technischen Systemen

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an EADS (2007)

Mögliche strategische Ziele

Vor dem Hintergrund dieser sich abzeichnenden internationalen Entwicklungen in der meerestechnischen Wirtschaft und der Analysen der einzelnen meerestechnischen Anwendungsfelder in den vorangegangenen Kapiteln ergeben sich drei mögliche strategische Ziele für die deutsche meerestechnische Wirtschaft:

▪ Entwicklung der technischen Systemfähigkeit

Voraussetzung für die Entwicklung der technischen Systemfähigkeit ist die Fähigkeit der entwickelten technischen Lösungen und Komponenten sich in **übergeordnete Systeme und Sub-Systeme integrieren** zu lassen (systemfähige Module/Komponenten, Standards/Normen, Schnittstellen, technologische Kompatibilität und Interoperabilität). Systemfähigkeit kann dabei als Eigenschaft angesehen werden, die im internationalen Wettbewerb von Bedeutung ist, da insbesondere in vielen Anwendungsfeldern der Meerestechnik komplexe passgenaue Teilsystem- und Systemlösungen gefordert sind.

- **Fähigkeiten der Systemintegration**

Vorraussetzungen für die Entwicklung der Fähigkeiten zur Systemintegration, d. h. der Integration marktgängiger technischer Komponenten und Teilsysteme zu einem funktionierenden Gesamtsystem, sind –neben technologischen Kompetenzen– **Kapital und Managementfähigkeiten**. Hierunter fallen die Bereitstellung von notwendigem Investitionskapital und die Definition der Rolle der deutschen Marktteilnehmer - als Zulieferer, als Anbieter von Teilsystemen oder als Anbieter kompletter Systeme.

- **Entwicklung der Systemkompetenz**

Voraussetzung für die Entwicklung von systemfähigen technischen Lösungen ist das **Wissen** um die Architektur der Systeme. Dies stellt große Herausforderungen an die Systemkompetenz der Mitarbeiter der meeres-technischen Unternehmen. Dies umfasst sowohl Wissen um die Komponenten selber als auch Wissen um die Zusammenführung von Komponenten und Teilsystemen in ein Gesamtsystem.

Diese drei strategischen Ziele -Entwicklung der Systemkompetenz, Entwicklung der Systemfähigkeit und Entwicklung der Systemintegration- bilden den Ausgangspunkt der strategischen Überlegungen zur meeres-technischen Wirtschaft (vgl. Abbildung 98). Im Folgenden wird auf dieser Basis eine qualitative Einordnung des derzeitigen Status der Entwicklung der meeres-technischen Wirtschaft bezüglich dieser drei strategischen Ziele vorgenommen.

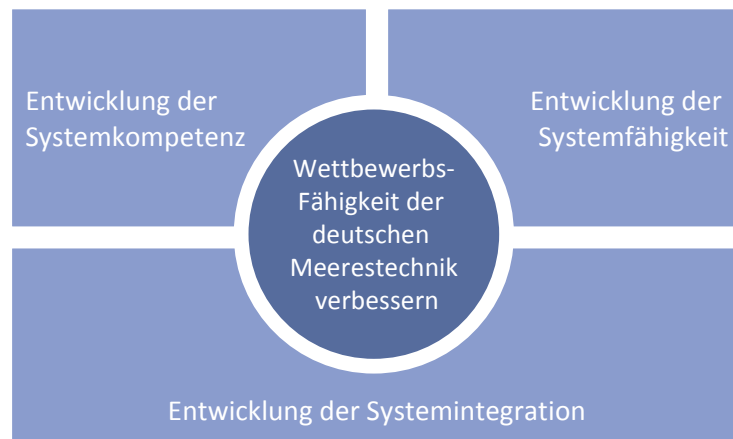


Abbildung 98: Mögliche strategische Ziele der deutschen Meerestechnik

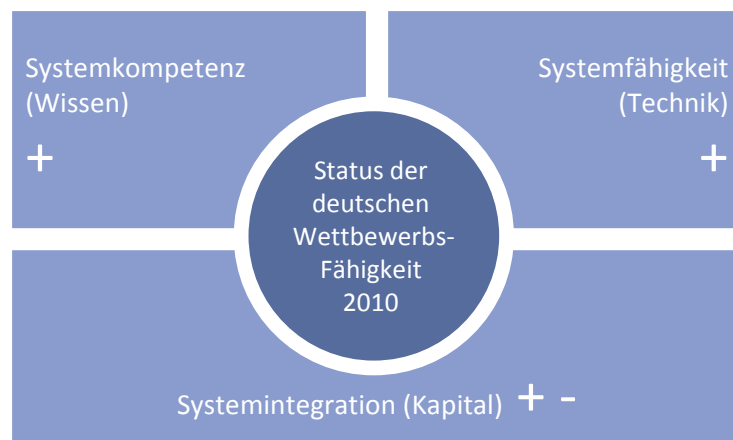
Quelle: Eigene Darstellung

Status der Entwicklung in den strategischen Zielen in Deutschland

Die in den einzelnen Anwendungsfeldern vorgenommenen Stärken-Schwächen-Chancen-Risiken-Analysen (SWOT-Analyse) sind dabei die Ausgangsbasis für die strategische Positionierung der deutschen Meerestechnik. Aus diesen SWOT-Analysen ergibt sich für die deutsche Meerestechnik für den überwiegenden Anteil der Anwendungsfelder, dass

- in der deutschen Meerestechnik im Generellen Hightech Produkte und Lösungen entwickelt werden,
- die deutsche meeres-technische Wirtschaft über eine starke Wissenschaftslandschaft verfügt,

- eine hohes Qualifikationsniveau des Personals in der deutschen Meerestechnik vorzufinden ist,
- die Unternehmensstruktur der deutschen meerestechnischen Wirtschaft überwiegend von kleinen und mittleren Unternehmen geprägt ist,
- Zugänge zu den internationalen Märkten sowie das Verständnis dieser Märkte derzeit große Herausforderungen in weiten Teilen der deutschen meerestechnischen Wirtschaft darstellen, und dass
- sich die deutsche meerestechnische Wirtschaft bezogen auf die jeweiligen Anwendungsfelder, die eingesetzten Technologien und ihre jeweiligen Produkte durch eine große Vielfalt und Heterogenität auszeichnet.



+ = im Durchschnitt guter Status; +- = im Durchschnitt mit Schwächen

Abbildung 99: Status der deutschen Wettbewerbsfähigkeit bezogen auf die möglichen strategischen Ziele der deutschen Meerestechnik

Quelle: Eigene Darstellung

Hoher Grad an Systemkompetenz und Systemfähigkeit

Auf Basis der SWOT Analysen ist –bezüglich des Status der Entwicklung der deutschen meerestechnischen Wirtschaft und der drei strategischen Ziele– festzustellen, dass die deutsche Meerestechnik (nicht überall, aber in den Märkten in denen sie agiert) einen hohen Grad an Systemkompetenz (Wissen) und Systemfähigkeit (Technik) aufweist. Die Akteure der deutschen meerestechnischen Wirtschaft entwickeln qualitativ hochwertige technische Lösungen und Komponenten, die sich in hohem Maße durch die Fähigkeit zur Integration in übergeordnete Systeme oder Teilsysteme auszeichnen. Auch das Wissen der Akteure um die Architektur solcher Systeme ist vorhanden. Im Bereich der Systemintegration kommt es insbesondere auf der Kapitalseite zu Defiziten: Es fehlen internationale Vernetzungen, Marktpositionen, politische Zugänge und Investitionskapital, um funktionierende Gesamtsysteme integrieren zu können (vgl. Abbildung 99) und sich als Systemanbieter zu etablieren.

Anwendungsfeldbezogene Differenzen

Diese Einschätzung ist natürlich genereller Natur und stellt sich bezogen auf jedes Anwendungsfeld und sogar in jedem Teilmarkt eines Anwendungsfeldes unterschiedlich dar. Eine Betrachtung der Ergeb-

nisse der SWOT-Analyse in den einzelnen Anwendungsfeldern ergibt bezüglich des heutigen Status der deutschen Meerestechnik jeweils ein differenziertes Bild: Technik, Wissen und das zur Verfügung stehende Kapital sind in den einzelnen Feldern unterschiedlich stark ausgeprägt.

Mögliche strategische Ansätze

Ruf nach Systemintegratoren

Generell kann festgestellt werden, dass für verschiedene Anwendungsfelder der deutschen Meerestechnik der Wunsch besteht und die Notwendigkeit gesehen wird, starke deutsche Systemintegratoren aufzubauen, um die internationale Wettbewerbsfähigkeit durch bessere Markteintrittsmöglichkeiten auch für kleinere und mittlere deutsche Unternehmen zu stärken. Daraus eine Gesamtstrategie über alle Anwendungsfelder der deutschen Meerestechnik mit dem gleichen strategischen Ziel (z. B. „Aufbau deutscher Systemintegratoren in jedem Anwendungsfeld verfolgen“) zu entwickeln, scheint nicht ratsam. Dazu sind die jeweiligen bestehenden internationalen Marktstrukturen und die in der SWOT-Analyse beschriebene Ausgangslage der deutschen meerestechnischen Wirtschaft in den einzelnen Anwendungsfeldern zu unterschiedlich.

Förderung der Vielfalt

Aus der Vielfalt und Heterogenität der deutschen meerestechnischen Wirtschaft und ihrer daraus entwickelten vielfältigen technologischen Qualitäten ergeben sich Potenziale für ihre Weiterentwicklung. Vielfalt und Qualität ermöglichen es den deutschen meerestechnischen Unternehmen, immer wieder neue, qualitativ hochwertige und sichere Problemlösungen für neue Herausforderungen zu entwickeln.

Für die Mehrzahl der meerestechnischen Anwendungsfelder ist die Förderung der Vielfalt eine vielversprechendere strategische Ausrichtung als sich auf die Entwicklung eines Systemintegrators in der Meerestechnik zu konzentrieren.

Nutzung der starken Wissenslandschaft

Zur Förderung der Vielfalt kann die fachlich breit aufgestellte und starke -in einzelnen Disziplinen exzellente- Wissenschaftslandschaft genutzt werden. Durch kontinuierlichen Wissenstransfer in die Unternehmen kann die Entwicklung und Stärkung der Systemkompetenz in der meerestechnischen Wirtschaft unterstützt werden.

Systemintegrator Offshoretechnik Wind

Für das Anwendungsfeld Offshoretechnik Wind entwickeln sich Systemintegratoren auch in der heimischen Wirtschaft. Es stellt in dieser Hinsicht einen Sonderfall in der deutschen Meerestechnik dar. Insbesondere die großen Energieversorger haben das Potenzial integrativ tätig zu werden und (deutsche) Teilsysteme und Zulieferer in internationale Märkte einzubinden. Sie verfügen über die notwendigen Managementfähigkeiten, das technische Know-how in der Energietechnik und das erforderliche Kapital. Zudem sind sie in bedeutenden internationalen Märkten der Offshorewindenergie (z. B. Großbritannien) bereits aktiv und nehmen eine gewichtige Marktposition ein. In Einzelfällen oder für wichtige Teilsysteme haben auch Projektentwickler und Anlagenhersteller Fähigkeiten der Systemintegration und können eine entsprechende Rolle übernehmen.

Implikationen für die folgenden Maßnahmen und Empfehlungen

Gemeinsame Aktionsbereiche

Was die deutsche Meerestechnik eint und Ausgangspunkt gemeinsamer Aktionen ist: Einerseits die aus den SWOT-Ergebnissen über alle Felder identifizierten gemeinsamen Aktionsbereiche:

- Märkte und Strukturen
- Forschung und Technologie
- Image und Öffentlichkeit
- Qualifizierung
- Finanzierung und rechtliche Rahmenbedingungen

und andererseits die Empfehlungen, die entweder für mehrere Anwendungsfelder der deutschen Meerestechnik gelten (anwendungsfelderübergreifende Empfehlungen) oder sich auf einzelne Anwendungsfelder beziehen (anwendungsfeldbezogene Empfehlungen).

Vision ist die Klammer ...

Die in dieser Studie erarbeitete Vision für die maritimen Technologien ist die Klammer der strategischen Entwicklung der deutschen meeres-technischen Wirtschaft. „Hightech“, „Vielfalt“ und „Nachhaltigkeit“ prägen das Zukunftsbild und sind der Rahmen für die Weiterentwicklung und Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Meerestechnik. Die gemeinsamen Ziele und Aktionsbereiche bieten einerseits die Möglichkeit das vorgeschlagene Gemeinsame zu verfolgen andererseits auch Orientierung bei der Entwicklung künftiger Projekte von strategischer Relevanz.

... der Masterplan die dokumentierte Strategie

Die erarbeiteten Empfehlungen, die gemeinsam mit den meeres-technischen Akteuren entwickelt worden sind, gilt es jetzt zu bewerten und zu priorisieren. Sie bilden die Basis der Strategie. Die Priorisierung erfolgt im Rahmen der Erarbeitung des „Nationalen Masterplans Maritime Technologien“. Er wird diejenigen Empfehlungen aufnehmen, die in den nächsten Jahren von der deutschen meeres-technischen Wirtschaft und der Innovationspolitik des Bundes und der Länder verfolgt werden bzw. verfolgt werden sollen.

12. Empfehlungen für die deutsche Meerestechnik

Im Rahmen von Interviews, Expertengesprächen, den Workshops und aufbauend auf den vorangegangenen Analysen zur deutschen Meerestechnik wurden nachfolgende Empfehlungen zur Stärkung der Position der deutschen Meerestechnik im internationalen Wettbewerb definiert. Die ausgesprochenen Empfehlungen und vorgeschlagenen Maßnahmen leiten sich dabei aus den unmittelbaren Bedarfen resp. identifizierten Innovationsbarrieren (Befunde) in den betrachteten Anwendungsfeldern ab, wie diese im Einzelnen in den jeweiligen SWOTs (siehe Kapitel 5) dargestellt sind. Eine Zusammenführung von Maßnahmen (z. B. Adressierung der Themen Fachkräftesicherung, Verbesserung von Vernetzungsstrukturen, Projektförderung oder Maßnahmen zur Imageverbesserung) kann dann ggf. im Rahmen des Nationalen Masterplanes Maritime Technologien erfolgen.

12.1 Forschung und Technologie

Empfehlung Meerestechnik gesamt:

Wissenschaftliche Kompetenzen bündeln und besser sichtbar machen

Befund

Die meerestechnische Forschungslandschaft ist breit diversifiziert, relativ kleinteilig und räumlich verteilt. Das wird schon deutlich an der großen Zahl von Hochschulinstituten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen, die im Bereich der Meerestechnik tätig ist. Durch die Heterogenität der Meerestechnik wird auf die Erkenntnisse einer Vielzahl wissenschaftlicher Fachdisziplinen zurückgegriffen. Die vorhandenen wissenschaftlichen Kompetenzen sind allerdings insgesamt zu wenig sichtbar.

Empfehlung

Die wissenschaftlichen Potenziale sollten insgesamt besser nach außen vermarktet werden, u.a. um damit auch erfolgreicher bei der Akquirierung von internationalen Forschungsprojekten zu sein. Zwar existieren hierzu bereits Netzwerkaktivitäten für bestimmte Anwendungsfelder wie z.B. Offshore-Wind, Hydrografie, Meeresforschung, jedoch sollten komplementär hierzu alle in der Meerestechnik benötigten technisch-wissenschaftlichen Kompetenzen Disziplinen übergreifend repräsentiert werden.

Die technologische Kompetenz deutscher Unternehmen auf vielen Gebieten, insb. in den Bereichen Unterwassertechnik, Gashydrate, Tiefseeförderung, CO₂-Deponierung oder LNG Systeme, sollte praxisnah demonstriert und weiterentwickelt werden.

Maßnahme

Gründung eines virtuellen Instituts für Meerestechnik nach Vorbildern aus Großbritannien und Frankreich.

Maßnahme

Gemeinsame Entwicklung und Durchführung von geeigneten Referenzprojekten in Form einer Public-Private-Partnership („Leuchtturmvorhaben“).

**Empfehlung Meerestechnik gesamt:
Wissens- und Technologietransfer stärken**

Befund Grundsätzlich genießt die Meeresforschung als Grundlagenforschung und in verschiedenen Anwendungsfeldern (z.B. Gashydrate und CCS) ein hohes Ansehen. Auch die wissenschaftlichen Grundlagen in verschiedenen Anwendungsfeldern sind als gut einzuschätzen. Der Austausch zwischen Wissenschaft und Wirtschaft und die Anwendbarkeit des erzeugten Wissens wird aber insbesondere von der Wirtschaftsseite oft als unzureichend eingeschätzt. Gerade bei kleinen und mittleren Unternehmen, die die Meerestechnik insgesamt deutlich dominieren, fehlen oft die Kapazitäten, um sich einen Zugang zu wissenschaftlichen Einrichtungen und Ergebnissen zu erschließen.

Empfehlung Durch eine Stärkung des Wissens- und Technologietransfers sollte die Innovationsfähigkeit der meerestechnischen Unternehmen gesichert und verbessert werden.

Maßnahme Durchführung eines bundesweiten Wettbewerbs „Wissen für die Meerestechnik“, der innovative Transferprojekte auswählt, auszeichnet und unterstützt. Wettbewerbsideen können dabei sowohl von den Forschungseinrichtungen, wie auch von intermediären, vernetzenden Stellen oder großen Unternehmen eingereicht werden.

**Empfehlung Offshoretechnik Öl und Gas:
Deutsche Technologie- und Systemkompetenzen im Rahmen internationaler Referenzprojekte verdeutlichen**

Befund Deutschland verfügt über Technologie- und Systemkompetenzen in der Offshoretechnik Öl und Gas im Bereich der Zulieferindustrie u.a. in Schlüsseltechnologien wie Mehrphasenpumpen, Unterwasserrobotern oder autonome Unterwassersysteme.

Empfehlung Im Rahmen von Referenzprojekten in den Bereichen Unterwassertechnik, Gashydrate, Tiefseeförderung, CO₂-Deponierung, LNG Systeme sollte die technologische Kompetenz deutscher Unternehmen auf diesen Gebieten praxisnah demonstriert und weiterentwickelt werden.

Maßnahme Einrichten einer strategischen Plattform zur Diskussion der Inhalte und des Designs sinnvoller und realisierbarer Referenzprojekte. Ausloten von Finanzierungs- resp. Fördermöglichkeiten.

**Empfehlung Offshoretechnik Öl und Gas:
Verstärkte Erforschung der Förderung von Gashydraten**

Befund Es wird angenommen, dass die Vorkommen von Gashydraten diejenigen von Erdöl und Erdgas bei Weitem übersteigen. Der Abbau von Gashydraten im kommerziellen Stil findet bisher noch nicht statt. Es sind hierfür noch Feldforschungen erforderlich sowie technologische Hürden zu nehmen. Deutschland verfügt über die technologischen Kompetenzen zum Abbau von Gashydraten; innovative Projekte zur Umsetzung dieser Kompetenzen in Fördertechnologien für Gashydrate

laufen bereits. Der Abbau von Gashydraten verspricht aufgrund der großen prognostizierten Menge ein hohes wirtschaftliches Potenzial. Entwickelt Deutschland auf diesem Gebiet international mit führende Technologien, ergäben sich positive Marktchancen für deutsche Unternehmen. Die Entwicklung von Technologie mit der Möglichkeit der Kombination der Verpressung von CO₂ beim Abbau von Gashydraten könnte deutsche Unternehmen zu einem internationalen Alleinstellungsmerkmal verhelfen. Bereits heute wird u. a. durch Einführen von CO₂-Gas, eine Methode des sogenannten Enhanced Oil Recovery, die Ausbeute von Bohrlöchern erhöht. Dieses CO₂-Gas ist allerdings kein CO₂, das der Atmosphäre entzogen wird. Techniken, die es ermöglichen, CO₂-Gas der Atmosphäre für Enhanced Oil Recovery nutzbar zu machen, könnten einen zusätzlichen ökologischen Nutzen bieten.

Auch im Abbau von Gashydraten liefert eine Kombination von Abbau und gleichzeitiger Verpressung und Lagerung von CO₂ einen ökologischen Mehrwert. Neben der Lagerung des klimaschädlichen Gases wird zudem durch die Verpressung der Meeresboden im Abraum der Gashydrate stabilisiert. Deutsche Forschungen zielen genau auf einen solch kombinierten Gashydratabbau ab.

Empfehlung

Forschung und Entwicklung im Bereich der Kombination innovativer Offshore-Fördertechnologien mit der Möglichkeit der CO₂-Speicherung sollten weiter vorangetrieben und gefördert werden. Dabei sollten Technologien zum Abbau von Gashydraten zügig in die Anwendungsreife überführt werden, um hier international weiterhin mit eine führende Rolle einzunehmen.

Maßnahme

Öffentliche Förderung anwendungsorientierter FuE-Vorhaben.

Empfehlung Offshoretechnik Öl und Gas:

Förderung der Entwicklung von Technologien zur Erhöhung der Förderquote von Ölfeldern

Befund

Bisher sind maximal 50 % des Vorkommens eines Ölfeldes förderbar. Neue Technologien, die eine höhere Förderquote ermöglichen, sind für die Ölgesellschaften von hoher Bedeutung. So könnten insbesondere bereits bekannte Felder länger für die Ölförderung genutzt werden.

Der Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung e. V. (WEG) hat u. a. vor diesem Hintergrund zusammen mit der Deutschen Wissenschaftlichen Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle (DGMK) eine verstärkte Förderung der grundlagenorientierten Forschung für den Bereich der Erdöl- und Erdgasproduktion beschlossen.

Dieses Förderprogramm konzentriert sich auf die deutsche Erdöl- und Erdgasindustrie und insbesondere auf die Förderung im Onshore Bereich, jedoch weniger auf Offshore, und hier insbesondere kaum auf den Tiefseebereich.

Empfehlung

Die Förderung der grundlagenorientierten Forschung für den Bereich der Erdöl- und Erdgasproduktion sollte vom Onshore auf den Bereich der Offshoretechnik ausgeweitet

Maßnahme	<p>Einrichten einer Task-Force zur Erstellung einer anwendungsorientierten FuE-Agenda zur Entwicklung von Technologien mit dem Ziel der Erhöhung der Förderquote von Ölfeldern.</p> <p>Empfehlung Offshoretechnik Öl und Gas: Synergiepotenziale mit der Offshoretechnik Wind nutzen</p>
Befund	<p>Die Offshoretechnik Öl und Gas ist eine Technologie, die bereits seit mehreren Jahrzehnten Anwendung findet, in Europa z. B. in der Nordsee seit den 70er Jahren durch Norwegen. Die Offshoretechnik Wind ist hierzu vergleichsweise junge Technologie, die von den Erfahrungen in der Offshoretechnik Öl und Gas profitieren kann. Zwischen beiden Technologiebereichen können sich Synergiepotenziale ergeben, beispielsweise im Bereich der Ausbildung von Personal für Offshorearbeiten, im Bereich Health and Safety und nicht zuletzt auch im Bereich der Forschung, z. B. zur weiteren Entwicklung von Gründungstechnologien.</p>
Empfehlung	<p>Zur Nutzung der Synergiepotenziale mit der Offshoretechnik Wind ist eine stärkere Vernetzung beider Communities anzustreben.</p>
Maßnahme	<p>Als erster Schritt sollten in einem gemeinsamen Workshop die Synergiepotenziale identifiziert und mögliche Aktionen zu deren Nutzung entwickelt werden.</p> <p>Empfehlung Offshoretechnik Wind: Öffentliche Forschung kontinuierlich weiterführen</p>
Befund	<p>Für den Aufbau der Offshore-Windenergie in Deutschland ist eine Reihe von technischen Herausforderungen unter spezifischen Rahmenbedingungen zu bewältigen. Dabei werden neue Techniken entwickelt oder gegebene Techniken angepasst. Der Forschung und Entwicklung kommt dementsprechend eine besondere Bedeutung zu. Mit der umfassenden finanziellen Unterstützung und der konzeptionellen Ausrichtung (Konzentration der Forschung) sind dabei bereits wichtige Grundlagen gelegt worden.</p>
Empfehlung	<p>Öffentliche Forschung und Entwicklung im Bereich Offshore Wind sollten kontinuierlich weitergeführt werden.</p>
Maßnahme	<p>Ausschreibungen zu den zentralen Themenfeldern wie z. B. Gründungstechniken unter Berücksichtigung ökologischer Aspekte, die Weiterentwicklung der Anlagentechnik (10 MW Anlage) und der Rückbau von Windparks</p>

**Empfehlung Unterwassertechnik/Seekabel:
Stärkere Einbindung der Forschungseinrichtungen zur zukunftsorientierten Umsetzung neuer Entwicklungen**

Befund	Unternehmen und gerade solche, die Hightech-Produkte entwickeln, sind auf die schnelle Umsetzung des wissenschaftlichen Know-hows in technische Lösungen angewiesen. Die ersten Erfahrungen mit den betreffenden Systemen im Bereich Unterwassertechnik/Seekabel haben die in den Forschungseinrichtungen entwickelnden Wissenschaftler gewonnen. Die erfolgreiche Transformation dieses Wissens in die Anwendung kann durch die Hilfestellung der Forschungseinrichtungen geschehen. Die Hürde, die KMU bei der Nutzung neuer FuE-Ergebnisse und technologischer Konzepte haben (z. B. Greiftechniken für AUVs), ist oft aus eigener Kraft nicht zu schaffen.
Empfehlung	Es sind geeignete Transferprozesse zu innervieren, die Vorteile für alle beteiligten Partner bringen. Die Einbindung der nationalen FuE-Einrichtungen zu Schaffung neuer und marktfähiger Produkte durch Unternehmen muss wesentlich verbessert werden.
Maßnahme	Etablierung industriell nutzbarer Anwender-/Dienstleistungszentren in einschlägigen Forschungseinrichtungen zur zukunftsorientierten Umsetzung neuer Entwicklungen.

12.2 Märkte

**Empfehlung Meerestechnik gesamt:
Stärkung von KMU durch verbesserte Finanzierungsmöglichkeiten**

Befund	Die Entwicklung innovativer Produkte und Dienstleistungen erfordert gerade von kleinen und mittleren Unternehmen große Anstrengungen. Zum einen sind diese darauf angewiesen, kurzfristige Bedarfe des Marktes zu bedienen und zum anderen müssen sich abzeichnende Entwicklungen (z. B. zunehmende Exploration und Nutzung der mineralischen Rohstoffe auf dem Meeresboden) in mögliche Zukunftsstrategien integriert werden. Hinzu kommt die Schwierigkeit, umfangreichere Aufträge mit großen internationalen Akteuren vorzufinanzieren.
Empfehlung	Um innovative Projekte schneller und nachhaltiger umsetzen zu können, sollte die Kapitalbasis der Unternehmen mittelfristig verbreitert werden.
Maßnahme	Projektförderung risikoreicher FuEul-Arbeiten; Nutzung vorhandener Strukturen der Kreditvergabe für innovative Vorhaben.

Empfehlung Offshoretechnik Öl und Gas:

Marktzugänge analysieren und Daten zu den Weltmärkten für Offshoretechnik Öl und Gas verfügbar machen

Befund

Die Märkte der Offshoretechnik Öl und Gas sind international. Bei den deutschen Unternehmen der Offshoretechnik Öl und Gas besteht ein Bedarf nach Marktdaten zu den einzelnen internationalen Märkten der Offshoreindustrie Öl und Gas. Bisher sind solche internationalen Marktdaten für die Branche in Deutschland in aufbereiteter, transparenter und leicht zugänglicher Form nicht verfügbar. Die internationalen Daten sollen die KMU dabei unterstützen, wenn sie einen ersten Markteintritt in für sie neue, internationale Märkte anstreben. Solche Daten können sich beispielsweise auf die ökonomischen, rechtlichen, politischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen in den jeweiligen internationalen Märkten beziehen. Zudem fehlt es diesen KMU derzeit nach eigener Auskunft an Kenntnissen der internationalen Marktmechanismen im Bereich der Offshoretechnik Öl und Gas. An der Spitze der Wertschöpfungsketten und damit der Märkte stehen die großen internationalen Ölgesellschaften sowie die großen Explorations- und Servicegesellschaften. Die deutschen Unternehmen stehen mit ihren sehr konkreten Technologien und Anwendungen zumeist am Ende der Wertschöpfungskette und haben somit nur einen eingeschränkten Überblick über die Strukturen des Gesamtmarktes. Diese Perspektive erschwert es den deutschen Unternehmen, die Marktmechanismen als Ganzes zu erfassen und zu analysieren. Für die deutschen KMU ist es von großer Bedeutung, ein umfassenderes Verständnis der Funktionsweise des internationalen Marktes zu erlangen, um sich stärker auf dem internationalen Markt durchzusetzen. Ein solch umfassendes Verständnis der internationalen Marktmechanismen ermöglicht es den Unternehmen, mit ihren innovativen Technologien an der für sie geeigneten Stelle in den Markt einzutreten.

Empfehlung

Unterstützung von KMU durch wissenschaftlich gestützte und praxisgeleitete Analysen der internationalen Märkte. Marktzugänge zu internationalen Märkten analysieren und qualitative und quantitative Daten zu den Weltmärkten für Offshoretechnik Öl und Gas in der Community verfügbar machen.

Maßnahme

Konzipierung eines kontinuierlichen Marktmonitorings und –analyse-systems (Erheben, Zusammenführen, Bewerten, Aufbereiten und Verbreiten verfügbarer Daten bspw. in Form eines Notariatssystems).

Empfehlung Offshoretechnik Öl und Gas:

Deutsche Kompetenzen im Bereich der Umwelt- und Sicherheitstechnologie stärker nutzen

Befund

Deutsche Unternehmen in der Offshoretechnik Öl und Gas besitzen insbesondere Kompetenzen in der Umwelt- und Sicherheitstechnik. Die Anwendung umfangreicher und qualitativ hochwertiger Sicherheits- und Umwelttechnik ist jedoch auch immer ein Kostenfaktor für Unternehmen. Eine verbindliche Übereinkunft auf internationaler

Ebene über die Bedeutung und die Anwendung von Umwelt- und Sicherheitstechnik würde die Position deutscher Unternehmen stärken. Aktuelle Entwicklungen im Falle der Deepwater Horizon deuten auf eine solch mögliche Entwicklung hin, tatsächliche Entscheidungen bleiben aber abzuwarten.

Der Rückbau von Plattformen ist ein weiteres Kompetenzfeld deutscher Unternehmen. Dabei wird der Rückbau großer Offshoreplattformen im europäischen Raum von zunehmender Bedeutung sein, da viele Offshore-Öl- und -Gaslagerstätten inzwischen aufgebraucht sind.

Empfehlung Umwelt- und Sicherheitserfordernisse sind international zu thematisieren. Deutsche Kompetenzen im Bereich der Umwelt- und Sicherheitstechnologie sollten international verdeutlicht und stärker genutzt werden.

Maßnahme Ausloten der Möglichkeiten zur Erzielung einer verbindlichen Übereinkunft auf internationaler Ebene über die Bedeutung und die Anwendung von Umwelt- und Sicherheitstechnik auf Offshoreplattformen.

Maßnahme Referenzprojekt ausschreiben und fördern.

**Empfehlung Offshoretechnik Wind:
Ineffiziente Verwendung öffentlicher Mittel vermeiden**

Befund Derzeit wird der Ausbau der Offshore-Windenergie in vielen europäischen und weiteren Ländern von der öffentlichen Hand unterstützt. Dabei sollen die hohen Anlaufkosten einer neuen, in ihren Erträgen noch unsicheren Technologie kompensiert werden. Dadurch entsteht auch ein neuer Wirtschaftszweig mit hohen gesamtwirtschaftlichen und regionalen Potenzialen. Dabei ist ein Wettbewerb zwischen Regionen und Ländern um die Realisierung möglichst hoher Wertschöpfungsanteile entstanden. Dieser Wettbewerb führt grundsätzlich zu einer Verbesserung der Rahmenbedingungen für die Aktivitäten der Unternehmen.

Empfehlung Dem produktiven Wettbewerb sollte – etwa auf europäischer Ebene – ein Rahmen gesetzt werden, um eine ineffiziente Verwendung öffentlicher Mittel zu vermeiden.

Maßnahme Meinungsaustausch und grundsätzliche Abstimmung der Offshore-Politik zwischen zentralen Marktakteuren.

**Empfehlung Maritime Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik:
Vereinheitlichung und Weiterentwicklung von Sicherheitsvorschriften zur Exportförderung und als Markttreiber**

Befund Normen und Standards spielen eine wichtige Rolle im Exportgeschäft. Die Vereinheitlichung und Weiterentwicklung von Sicherheitsvorschriften dienen der Exportförderung und fungieren als Markttreiber. Während der Safety-Bereich bereits stark von internationalen Standards geprägt ist, fehlen solche im Security-Bereich häufig. Auch sind nationale Standards anzutreffen, die teilweise eine marktlenkende Wirkung

entfalten. Für einige Offshore-Anwendungen sind heterogene, nicht abgestimmte Normenkonstellationen an der Tagesordnung. Deutsche Akteure sind in den Gremien zur Normung und Standardisierung unterrepräsentiert.

Empfehlung

Im Sinne eines international einheitlichen Marktes ist eine aktive Forcierung von international vereinheitlichten Sicherheitsnormen für plattformbasierte Offshore-Systeme und den damit verbundenen Seeverkehr anzustreben.

Normen und Standards sollten so gestaltet werden, dass sie sich am Stand der Technik orientieren dabei aber eine Festlegung auf eine bestimmte Technologie vermeiden (technologieoffene Normen); zunächst sollten zertifizierbare Fähigkeiten/Funktionen beschrieben werden.

Die deutschen Akteure sollten dabei unterstützt werden, aktiv Einfluss auf die Verhandlungen in den verantwortlichen internationalen Gremien nehmen zu können. Zur Abstimmung der Interessen der deutschen Industrie sind geeignete Mechanismen zu etablieren.

Maßnahme

Zur Gewährleistung eines nationalen Interessensabstimmungsprozesses kann ein nationales Spiegelgremium auf Betreiben der Industrie in Abstimmung mit dem DIN eingerichtet werden.

**Empfehlung Maritime Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik:
Demonstration der Systemkompetenz durch Integration des Sicherheitsaspektes in die Aktivitäten bei Offshore-Wind**

Befund

Die Situation bei Sicherheitslösungen im Bereich Offshore-Wind ist geprägt durch heterogene, teilweise widersprüchliche oder schlecht anwendbare Vorschriftenwerke. Verschiedene Sicherheitsaspekte von Offshore-Wind wie die Seenotrettung in der 200sm-Zone werden heute im Rahmen der Forschung und der Planungen noch nicht hinreichend berücksichtigt.

Empfehlung

Es sollte demonstriert werden, wie die Sicherheitslösungen der Zukunft in Offshore-Windparkkonzepten zu integrieren sind. Die Übertragbarkeit der Konzepte auf andere Offshore-Anwendungen, insbesondere Öl und Gas, ist zu sichern.

Bei der Umsetzung des Energiekonzeptes der Bundesregierung (Kapitel A.2 Offshore-Wind) sollten die Aspekte der Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik integrativ berücksichtigt werden. Damit sollten Synergieeffekte, beispielsweise durch die Nutzung der zu errichtenden Plattformen für Sicherheitsaufgaben, verstärkt berücksichtigt werden. Die Systemkompetenz deutscher Akteure sollte durch Integration des Sicherheitsaspektes in die Aktivitäten bei Offshore-Wind demonstriert werden.

Maßnahme

Förderung von Demonstrationsvorhaben, die neue Lösungsansätze zur Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik aufzeigen, die nicht zu einer zusätzlichen Belastung der betreffenden Ökosysteme, beispielsweise durch den Verzicht auf weitere Lichtemissionen, führen.

**Empfehlung Maritime Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik:
Deutsche Technologie- und Systemkompetenzen im Rahmen eines
Referenzprojektes „Sicherheit in der deutschen Bucht“ verdeutlichen**

Befund	Dem Thema „Maritime Security“ werden hervorragende Marktpotenziale für deutsche Unternehmen zugeschrieben. Im Unterschied zu anderen Themen der zivilen Sicherheit sind hier, neben Industrieverbänden bereits gut aufgestellte regionale Netzwerke sensibilisiert. Diese Netzwerke besitzen bereits eine globale Wettbewerbsfähigkeit oder können diese kurzfristig erreichen. In Teilen besitzen sie zumindest ein internationales Alleinstellungsmerkmal.
Empfehlung	Die deutsche Technologie- und Systemkompetenz im Bereich Maritime Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik sollte konkret verdeutlicht und vermarktet werden. Die Exportorientierung sollte gestärkt werden.
Maßnahme	<p>Realisierung der bereits im Rahmen der BMWi-Sicherheitsstudie angelegten Implementierung eines clusterbasierten Leuchtturm- bzw. Referenzprojektes „Sicherheit in der deutschen Bucht“ und dessen Kommunikation auf nationaler wie internationaler Ebene. Das Vorhaben sollte alle Teilaspekte der maritimen Sicherheit umfassen, die sich durchaus in der Deutschen Bucht realisieren lassen, da alle typischen Risikofaktoren wie Windparks, Ölförderanlagen und dichter Schiffsverkehr gegeben sind. Eine solche Referenz besitzt eine immense Bedeutung für die Exportchancen deutscher Anbieter.</p> <p>Parallel zum Referenzprojekt in der Deutschen Bucht sind die in der Ostsee spezifisch anzutreffenden Aspekte der Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik in geeigneter Form zu berücksichtigen.</p> <p>Das Referenzprojekt sollte so gestaltet werden, dass für die „Betroffenen“ (Logistik, Plattformbetreiber etc.) systeminhärente Mehrwerte entstehen. Das Havariekommando Küste sollte mit dem weiterentwickelten maritimen Sicherheitszentrum einen Kern des Projektkonsortiums bilden.</p>
Maßnahme	<p>Im Ergebnis der BMWi-Sicherheitsstudie und eines nachgeschalteten Workshop-Prozesses wurden die Exportinitiative Sicherheitstechnologie (im Rahmen der Außenwirtschaftsoffensive des BMWi) gestartet und die industriepolitische Konzeption des BMWi für innovative und international erfolgreiche zivile Sicherheitslösungen veröffentlicht. Die im Konzept zur Exportinitiative Sicherheitstechnologie dargelegten Unterstützungselemente sollten für den gesamten Bereich der maritimen Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik (im Sinne der Systemintegration) Anwendung finden. Dazu gehört beispielsweise die politische Begleitung von Exportgroßprojekten durch eine politische Flankierung, G2G-Rahmenverträge für Systemlösungen und die Einbeziehung der relevanten Ressorts der Bundesregierung (BMWi, AA, BMZ, BMI).</p> <p>Systemlösungen der maritimen Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik sollten auch in ihren nicht sicherheitsbezogenen Aspekten in die Exportinitiative Sicherheitstechnologie einbezogen werden.</p>

**Empfehlung Maritime Mess- und Umwelttechnik:
Exportförderung im Rahmen einer internationalen Kontakthanbahnung
mit öffentlichen Auftraggebern**

Befund Der internationale Markt für Messsysteme und hydrografische Dienste verhält sich aufgrund langfristiger Auftragsvergaben relativ statisch und unterliegt einer geringen Dynamik.

Der erfolgreiche Export von Technologien deutscher Anbieter ist dabei maßgeblich an beständige Geschäftsbeziehungen insbesondere mit öffentlichen Auftraggebern gebunden. Marktpotenziale zum Aufbau nationaler Dienste werden vor allem in Schwellenländern gesehen.

Empfehlung Zur Unterstützung der Exportaktivitäten sollte vonseiten der öffentlichen Hand die direkte Kontakthanbahnung zwischen deutschen Unternehmen und potenziellen internationalen Auftraggebern (Ministerien, Großforschungseinrichtungen, hydrografische Dienste) bei Auslandsgesprächen soweit möglich genutzt werden. Bei dieser Form der Exportförderung sollte auch ein besonderes Augenmerk auf die gezielte Einbindung von deutschen Forschungseinrichtungen gelegt werden.

Maßnahme In Gesprächen bzw. Abkommen zur Forschungs- und Entwicklungszusammenarbeit sowie bei Wirtschaftskontakten werden mögliche Bezüge zur Maritimen Mess- und Umwelttechnik ausgelotet.

**Empfehlung Maritime Mess- und Umwelttechnik:
Koordinierte Vergabe staatlicher hydrographischer Dienstleistungen an
private Anbieter**

Befund Die maritime Mess- und Umwelttechnik weist in Deutschland eine starke Verbindung zu öffentlichen und hoheitlichen Aufgaben auf. Die Nachfrage nach Produkten und Dienstleistungen wird dabei zu einem großen Teil von staatlichen Einrichtungen induziert. Diese beinhaltet u. a. die Seevermessung von Nord- und Ostsee, das kontinuierliche Monitoring mariner Ökosysteme sowie spezielle Aufgaben im Bereich der Meeresforschung. Im öffentlichen Sektor sind derzeit jedoch eher geringe Wachstumsaussichten zu erwarten.

Empfehlung Um die Auslastung und die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Anbieter gerade in längerfristiger Perspektive zu stärken, sollte eine koordinierte öffentliche Vergabe staatlicher Dienstleistungen erfolgen. Ähnlich wie in anderen europäischen Staaten (u. a. Großbritannien, Norwegen, Schweden) sollte eine Entwicklung in Richtung einer stärkeren Privatisierung staatlicher Aufgaben eingeleitet werden.

Maßnahme Gespräch zwischen potenziellen Auftraggebern und Auftragnehmern zur Vorbereitung einer koordinierten Vergabe staatlicher hydrographischer Dienstleistungen an private Anbieter.

**Empfehlung Küsteningenieurwesen / Maritimer Wasserbau:
Staatliche Leistungen in höherem Maße an private Anbieter vergeben**

Befund Wie einige andere Felder der Meerestechnik weist auch das Küsteningenieurwesen und der maritime Wasserbau einen deutlichen Anteil von öffentlich erbrachten Leistungen auf.

Empfehlung Es sollte geprüft werden, wie durch eine stärkere Berücksichtigung privater Anbieter einerseits Effizienzgewinne zu realisieren sind und andererseits der private Sektor, auch im internationalen Wettbewerb, gestärkt werden kann. Zudem sollte der Frage nachgegangen werden, ob schon eine längerfristige Koordination der Auftragsvergabe zu erhöhter Planungssicherheit und damit zu besseren Wachstumschancen führt.

Maßnahme Staatliche Leistungen in höherem Maße an private Anbieter vergeben.

**Empfehlung Küsteningenieurwesen / Maritimer Wasserbau:
Zusammenarbeit mit Schwellen- und Entwicklungsländern fördern**

Befund Höhere Potenziale im internationalen Markt werden bei Schwellen- und Entwicklungsländern gesehen. Hier fehlen oft die Kapazitäten und Kompetenzen, um die Herausforderungen zu bewältigen, die bei Verkehrsinfrastrukturen, Nutzungskonflikten im Küstenraum, Anpassungen an den Klimawandel oder internationalen Regulierungen entstehen. Neue Handlungsfelder liegen z. B. im Bereich des Küstenschutzes, des Küstenzonenmanagements oder bei Frühwarnsystemen.

Empfehlung Die internationale Positionierung deutscher Unternehmen und Konsortien sollte in ausgewählten Bereichen und in Kooperation mit Wirtschaft und Wissenschaft gezielt unterstützt werden. Ein wichtiger Hebel kann dafür die internationale Zusammenarbeit sein (z. B. Projekte im Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit des BMZ oder gemeinsame FuE-Vorhaben) sein. Daneben sollten internationale Kooperationsprojekte, gemeinsame Angebote oder die internationale Vermarktung der Kompetenzen (Messeauftritte etc.) unterstützt werden.

Maßnahme Diskussion über Perspektiven, Fokussierungen und mögliche Maßnahmen zwischen allen Stakeholdern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik.

**Empfehlung Marikultur:
Aufbau einer Entwicklungszusammenarbeit mit Schwellen- und Entwicklungsländern in Gebieten der Küstenzonen Ostasiens und Afrikas**

Befund Speziell in Ostasien sind viele Länder im Bereich der Lebensmittelversorgung stark abhängig von der Produktion in der Marikultur. Durch extensive Nutzung sind dort allerdings einige marine Ökosysteme nicht mehr für die Fischzucht geeignet. Demzufolge steigt der Bedarf nach alternativen Produktionsmethoden. Deutschland kann hier mit Kreislaufsystemen meerunabhängige Produktionstechniken anbieten, die

die lokalen und regionalen Ökosysteme nicht belasten. Durch die bisher intensiv gepflegte Entwicklungszusammenarbeit lassen sich in diesem Zuge Kooperationen im Bereich der Marikultur realisieren. Auch in afrikanischen Ländern herrscht Bedarf an Marikulturtechnik aufgrund steigenden Fischkonsums und die überfischten und gefährdeten Küstenzonen. Auch hier bieten sich Möglichkeiten in der Entwicklungszusammenarbeit, um potenzielle Absatzmärkte für die deutsche Marikulturtechnik zu erschließen.

Empfehlung Es sollte eine Entwicklungszusammenarbeit mit Schwellen- und Entwicklungsländern in Gebieten der Küstenzonen Ostasiens und Afrikas im Bereich der Marikultur aufgebaut werden.

Maßnahme Planung und Umsetzung einer ersten, exemplarischen Entwicklungszusammenarbeit

Empfehlung Marikultur:
Forcierung der Zertifizierungspflicht für Aquakulturprodukte zur Aufwertung qualitativ hochwertiger Produktionsmethoden wie deutscher Kreislaufsysteme

Befund Im Bereich des Lebensmittelkonsums ist ein steigendes Qualitätsbewusstsein der Verbraucher deutlich zu erkennen. Solange der Konsument die Qualität von Marikulturprodukten nicht objektiv nachvollziehen kann, ist die Qualität deutscher Marikulturprodukte nur von geringem ökonomischem Wert. Somit ist auch die Produktion mit investitionsintensiven Systemen unattraktiv. Dies bietet Importen von Meeresprodukten minderer Qualität weiterhin lukrative Absatzmärkte, da sie im Preis deutlich günstiger als qualitativ hochwertige Produkte sind.

Empfehlung Die Zertifizierungspflicht für Aquakulturprodukte zur Aufwertung qualitativ hochwertiger Produktionsmethoden wie deutscher Kreislaufsysteme sollte forciert werden. Durch eine derartige Etablierung hochwertiger Produktionstechniken auf dem Binnenmarkt kann auch die internationale Nachfrage nach diesen Technologien gefördert werden.

Maßnahme Gründung eines Zertifizierungsorgans für Mari-/Aquakulturprodukte in Deutschland und in der EU.

12.3 "Wertschöpfung, Betreiber-/Geschäftsmodelle"

Empfehlung Unterwassertechnik/Seekabel:
Aufbau verbesserter oder neuer Geschäftsmodelle

Befund Die Schaffung besserer Geschäftsmodelle kann die Beziehungen zwischen Anwendern und Herstellern innovativer gestalten. Klassische Geschäftsbeziehungen verfolgen eher den Mechanismus Auftrag gefolgt von der Entwicklung/Bau und Lieferung. Nützlicher für beide Seiten, insbesondere für den „Lieferanten“ eines Produktes, wäre die Möglichkeit, in einem bilateralen Prozess zwischen Auftraggeber/

Betreiber und Hersteller/Lieferanten die Qualität des Produktes besser auf die Bedürfnisse des Marktes anzupassen. Hierbei wäre z. B. ein verbessertes Life Cycle Performance Management (LCPM) für hoch beanspruchte Geräte und Anlagen möglich (z. B. AUV's). Die herstellenden Unternehmen könnten von den Nutzern und Anwendern Betriebsdaten erhalten, die in neue Generationen von Geräten, Prozessen und Dienstleistungen einfließen. Auf diese Weise kann es gelingen, wesentlich bessere und an den Nutzungsprozess angepasste Systeme, Einrichtungen und Dienstleistungen zu entwickeln. Hilfreich sind hier neue Hersteller – Betreibermodelle.

Ein anderes Geschäftsmodell könnte (siehe Spezifischer Befund Unterwassertechnik/Seekabel im Abschnitt „Strukturen“), die temporäre (auftragsbezogene) Zusammenführung bestimmter Unternehmen unter einer Dachorganisation (z. B. Holding etc.) sein, um international Aufträge besser akquirieren zu können.

Empfehlung Verbesserte oder neue Geschäftsmodelle sollten unter Berücksichtigung vorhandener Erfahrungen mit virtuellen Unternehmen konzipiert und erprobt werden.

Maßnahme Diskussion über und ggf. Aushandeln eines adäquaten Geschäftsmodells.

**Empfehlung Maritime Umwelt- und Sicherheitstechnik:
Chancen für deutsche Sicherheits- und Umwelttechnik nutzen**

Befund Das Meer ist ein sensibles Ökosystem, das in weiten Teilen noch unerforscht ist (z. B. die Tiefsee). Dieses sensible Ökosystem, soll es nachhaltig und schonend für den Menschen genutzt werden, verlangt ökologisch sichere und saubere technische Lösungen für seine Nutzung. Dies stößt auch im internationalen Kontext auf zunehmende Akzeptanz. Hier bietet sich eine Chance für deutsche Unternehmen, die über Technologie und Know-how in der maritimen Umwelt- sowie der Sicherheitstechnik verfügen.

Empfehlung Unternehmen in den Bereichen Umwelt- und Sicherheitstechnik sollten gemeinsame Markteintrittsstrategien in internationale Märkte entwickeln.

Maßnahme Diskussion über und ggf. Aushandeln eines adäquaten Geschäftsmodells in der Community z. B. durch eine Kompetenzbündelung entlang der Wertschöpfungskette und dem Aufbau von Vertriebskompetenz, um stärkere Marktdurchschlagskraft zu generieren.

**Empfehlung Maritime Mess- und Umwelttechnik:
Projektbasierte Kooperationen mit internationalen Marktführern aufbauen**

Befund Auf internationaler Ebene gestaltet sich der Marktzugang für deutsche Unternehmen aufgrund eines hohen Konkurrenzdrucks sowie politisch strategischer Einflussnahmen äußerst schwierig. Vor allem der Markt für Produkte und Verfahren der Messtechnik wird durch wenige welt-

weit agierende Unternehmen dominiert. Die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Produkt- und Dienstleistungsanbieter hängt jedoch auch davon ab, inwiefern sie an diesem Marktgeschehen partizipieren.

Empfehlung

Die gezielte Anbahnung von projektbezogenen Partnerschaften mit internationalen Marktführern birgt für deutsche Unternehmen die Möglichkeit, sich Marktzugänge zu verschaffen und gleichzeitig ihre Wertschöpfungsanteile zu steigern und Systemkompetenzen nachhaltig zu erhöhen.

Maßnahme

Studie zu Themen der maritimen Mess- und Umwelttechnik für projektbasierte Kooperationen mit einer Analyse der eigenen Stärken und Schwächen sowie Chancen und Risiken (SWOT) für deutsche Unternehmen, Identifikation geeigneter internationaler Partner (Marktführer) und Umsetzungsempfehlungen.

Empfehlung Maritime Mess- und Umwelttechnik:
Entwicklung des nationalen sourcings planen und koordinieren

Befund

Produkte, Systeme und Komponenten, die in der deutschen Mess- und Umwelttechnik zur Anwendung kommen, stammen in vielen Fällen von ausländischen Herstellern. Neben der Entwicklung eigener Spezialprodukte greifen insbesondere deutsche Forschungsinstitute aber auch Betriebe vielfach auf internationale Produktlinien zurück und übernehmen den technischen Support. Dies bezieht sich maßgeblich auf Anwendungen in der Meeresforschungstechnik, betrifft aber ebenso die Hydrografie wie auch die Umwelttechnik.

Empfehlung

Bei der Produktentwicklung und -beschaffung sollte generell eine stärkere Orientierung in Richtung deutscher Hersteller angestrebt werden. Die Entwicklung eines nationalen Sourcings ist gezielt zu planen bzw. zu koordinieren.

Maßnahme

Abstimmung einer Roadmap zwischen deutschen Anbietern und Abnehmern maritimer Mess- und Umwelttechnik, die den Weg zur Entwicklung eines nationalen Sourcings vorzeichnet.

Empfehlung Maritime Mess- und Umwelttechnik:
Identifikation potenzieller Systemintegratoren

Befund

Die Geschäftstätigkeit im Anwendungsfeld Maritime Mess- und Umwelttechnik wird in hohem Maße durch kleine und mittelständische Betriebe geprägt. Darunter befinden sich zudem zahlreiche Klein- und Kleinstbetriebe, die auf die Lieferung spezialisierter Komponenten ausgerichtet sind. Diese kleinteilige Industriestruktur hat zur Folge, dass eine systemische Integration der Teillösungen und Produktkomponenten nicht in hinreichendem Maße gegeben ist. Grundsätzlich mangelt es an wettbewerbsfähigen Systemintegratoren.

Im Kern geht es darum, Produzenten und Dienstleister zu identifizieren, die diese Funktionen in Zukunft zu übernehmen können, jedoch zunächst in diese Richtung aufgebaut werden

Empfehlung Um die Leistungsfähigkeit der Mess- und Umwelttechnik gerade auch im internationalen Kontext zu steigern, sollten Systemintegratoren aufgebaut werden.

Maßnahme Identifikation potenzieller Systemintegratoren und gemeinsame Analyse der Barrieren, die zu überwinden sind, um in Deutschland Systemintegratoren resp. -anbieter zu etablieren.

**Empfehlung Küsteningenieurwesen / Maritimer Wasserbau:
Kompetenzen und Know-how international vermarkten**

Befund In einer Reihe von Unternehmen und in renommierten Forschungseinrichtungen besteht umfassendes Know-how zumindest in Teilbereichen des Küsteningenieurwesens. Einzelne Unternehmen sind sehr wettbewerbsfähig und international aktiv. Im Wissenschaftsbereich existieren anerkannte Institute. Es bestehen darüber hinaus weitere Möglichkeiten, noch stärker an internationalen Märkten zu partizipieren.

Empfehlung Zur Nutzung der Internationalisierungspotenziale sollten die vorhandenen Kompetenzen gebündelt, diese international sichtbar gemacht und durch ein gemeinsames Auftreten eine erfolgreiche Vermarktung befördert werden. Ein Kompetenzpooling könnte projektbezogen erfolgen. Voraussetzung wäre hier eine gemeinsame Kooperationsplattform und die jeweils fallbezogene Auswahl von Partnern. Eine Alternative ist der Auftritt unter einem gemeinsamen Dach. Europäische Länder mit ähnlicher Ausgangssituation sind diesen Weg gegangen und haben große Anbieter am Markt etabliert.

Maßnahme Konzeption einer internationalen Vermarktungsstrategie auf Basis einer Vernetzung von Unternehmen und Wissenschaft.

**Empfehlung Marikultur:
Stärkung der internationalen Präsenz der deutschen Marikulturtechnik**

Befund Die deutsche Marikulturtechnik ist außerhalb Deutschlands kaum präsent und international schwach vernetzt. Dadurch findet dieser Bereich der deutschen Maritimen Technik wenig internationale Beachtung. Ein erster Schritt zur Stärkung der internationalen Präsenz der deutschen Marikulturtechnik stellt die Bündelung nationaler Ressourcen und Kompetenzen dar. Ein weiterer Schritt wäre, die deutsche Präsenz auf international wichtigen Veranstaltungen zu erhöhen, wie z. B. auf der Konferenz „World Aquaculture“ in San Diego, veranstaltet durch die World Aquaculture Society (auf dieser international bedeutsamen Fachtagung waren in den Jahren 2009 und 2010 keine deutschen Beiträge zu verzeichnen). Solche Konferenzen stellen wichtige Plattformen zur Präsentation nationaler Fortschritte in Wissenschaft und Forschung dar und ermöglichen Vergleiche mit der weltweiten Innovation auf dem Gebiet der Marikulturtechnik. Zudem erhöht eine deutsche Vertretung bei internationalen Messen, Konferenzen und Fachtagungen die internationale Wahrnehmung deutscher Marikulturtechnik.

Empfehlung Die internationale Präsenz der deutschen Marikulturtechnik sollte gestärkt werden.

Maßnahme Erarbeiten einer gemeinsamen Strategie zur Erhöhung der Sichtbarkeit deutscher Akteure im Ausland und Prüfung von Unterstützungsmöglichkeiten durch Verbandsvertretungen oder der öffentlichen Hand.

12.4 Qualifizierung (Fachkräfte / Aus- und Weiterbildung)

Empfehlung Meerestechnik gesamt:
Aus- und Weiterbildungssystem zur Fachkräftesicherung verbessern

Befund Die Verfügbarkeit von qualifizierten Fachkräften entwickelt sich angesichts der demografischen Entwicklung zu einem entscheidenden Faktor für die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen. Die meerestechnische Branche ist aufgrund der Betriebsstruktur – viele kleine und mittlere Betriebe mit hohen Qualifikationsniveaus und einem hohen Anteil an Ingenieuren und Technikern – besonders stark von einem Fachkräftemangel betroffen.

Um den Fachkräftebedarf innerhalb der meerestechnischen Wirtschaft zu decken, wird es perspektivisch immer bedeutender, die Öffentlichkeitsarbeit zu stärken und branchenspezifische Imagepolitik bei potenziellen Nachwuchskräften zu betreiben. Dies wird dadurch erschwert, dass einzelne Berufsbilder und die Bildungswege in der Meerestechnik bisher kaum in gebündelter und transparenter Form dokumentiert sind. Die Analyse des bestehenden Studienangebots hat gezeigt, dass die Kapazitäten im Hinblick auf meerestechnische Felder zum Teil nur eingeschränkt vorhanden sind und in den entsprechenden Studiengängen eine hohe Auslastung vorliegt. Gleichzeitig besteht bei den meerestechnischen Betrieben eine steigende Nachfrage insbesondere nach Hochschulabsolventen.

Empfehlung Die Schaffung von zusätzlichen, an Bedarf und Nachfrage ausgerichteten Studienangeboten sollte vertiefend geprüft werden. Ggf. sind Studienkapazitäten in meerestechnischen Feldern zu erhöhen. In diesem Zusammenhang sollte auch über die Einführung von „dualen Studiengängen“ nachgedacht werden, die sich in anderen Branchen, wie etwa im Schiffbau, bereits bewährt haben. Neben der überdurchschnittlichen Erfolgsquote bietet ein Industrie begleitendes Studium für die meerestechnischen Betriebe den Vorteil, dass Absolventen auch tatsächlich in dieser Branche verbleiben und nicht andere Angebote wahrnehmen.

Maßnahme Durchführen qualitativer und quantitativer Angebots- und Bedarfsanalysen. Erstellen einer Übersicht zu den Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten in den Feldern der Meerestechnik (Atlas gewerblicher und akademischer Qualifizierungsangebote)

**Empfehlung Meerestechnik gesamt:
Verbesserung der Verfügbarkeit von Fachkräften**

Befund Die Verfügbarkeit von Fachkräften, insbesondere im akademischen Bereich (Ingenieure), hängt zum einen wesentlich von der Leistungsfähigkeit, der thematischen Fokussierung und Attraktivität der Aus- und Weiterbildungseinrichtungen ab, zum Anderen von der Motivation junger Menschen, die beeinflusst ist vom Ansehen der Branche, attraktiver Berufsbilder und einer nachhaltigen wirtschaftlichen Perspektive.

Empfehlung Der Bezug zu den besonderen Anforderungen der Unterwassertechnik sollte für viele notwendige Technikdisziplinen verdeutlicht und in affinen Fachbereichen der Hochschulen verankert werden. Zusätzlich sind Maßnahmen erforderlich, die deutschen Studenten eine höhere Motivation zur Wahl betreffender Fachdisziplinen verschafft.

Maßnahme Verständigung über die Anpassung/Erweiterung von Curricula. Begrüßungsgeld für deutsche Jungingenieure in den Unternehmen und bei erfolgreichem Abschluss.

**Empfehlung Offshoretechnik Wind:
Ausbildung stärken, Fachkräftemangel reduzieren**

Befund Die Offshore Windenergie stellt ein neues Wirtschaftsfeld mit hohen technischen Anforderungen dar. Spezifische Kompetenzen sind in Deutschland in vergleichsweise hohem Maße vorhanden, entsprechen jedoch nicht dem Bedarf bei einem dynamischen Ausbau der Windenergie auf See. Die bestehenden Angebote – auch im Bereich der Weiterbildung - sind stark diversifiziert und oftmals stark ausgelastet.

Die Kapazitäten bei Studienangeboten für den Bereich der Offshore Windwirtschaft sind nicht ausreichend.

Empfehlung Eine Vereinheitlichung der Ausbildung bzw. die Einführung von Standards (HSE) sollte geprüft werden. Diese Prüfung sollte auch der Frage nachgehen, ob ähnlich wie in der Forschungslandschaft eine Konzentration und Stärkung der Ausbildung an zentralen Standorten sinnvoll ist. Für die spezifischen Belange der Offshoreproduktion sind sowohl grundlegende Bildungsangebote an Hochschulen wie auch Qualifizierung und Weiterbildung zu stärken. Wegen der derzeit hohen Auslastung sind eine Erweiterung bestehender und eine konzentrierte Stärkung erfolgreicher Angebote zu prüfen.

Maßnahme Durchführen einer qualitativen und quantitativen Angebots- und Bedarfsanalyse im Bereich Offshore-Windwirtschaft im Rahmen einer Studie als Grundlage für Entscheider in den Ländern und an den Hochschulen.

**Empfehlung Offshoretechnik Öl und Gas:
Stärkung der universitären Ausbildung mit Ziel Offshoretechnik Erdöl
und Erdgas**

Befund Die technologischen Herausforderungen in der Offshoretechnik Öl und Gas werden aufgrund zunehmender Komplexität der Reservoirs (Tief- und Ultratiefwasser, Eis- und Polargebiete) zunehmen. Dies stellt auch steigende Ansprüche an die Qualifikationen der Mitarbeiter der Erdölgesellschaften und der Zulieferunternehmen. Hierzu werden Ingenieure und Fachkräfte aus technischen Berufen mit Spezialisierung in Offshoretechnik benötigt. Jedoch sind entsprechende Berufsbilder der Offshoretechnik Öl und Gas bisher gering in der Berufswelt verbreitet. Des Weiteren bieten kaum Studiengänge eine Spezialisierung in diesem Bereich an.

Empfehlung Verbesserung der Aus- und Weiterbildung im Bereich Offshoretechnik Erdöl und Erdgas

Maßnahme Verständigung über die Aufnahme/Erweiterung von Curricula zwischen den aus- und weiterbildenden Einrichtungen im Bereich der Offshoretechnik auf Basis einer Bestandsaufnahme der verschiedenen Berufsbilder und Berufsmöglichkeiten in der Offshoretechnik Öl und Gas.

**Empfehlung Küsteningenieurwesen / Maritimer Wasserbau:
Ausbildung von qualifizierten Fachkräfte verstärken**

Befund Die Wettbewerbsposition der deutschen Unternehmen und Forschungseinrichtungen hängt wesentlich von den Qualifikationen und Kompetenzen der Mitarbeiter ab. Das hohe Ausbildungsniveau gilt bisher als Wettbewerbsvorteil. Der Bedarf an qualifiziertem Nachwuchs ist nach Aussage der befragten Experten sehr hoch. Neben den Unternehmen werden Küsteningenieure auch von öffentlichen Stellen und Forschungseinrichtungen nachgefragt. Insbesondere kleinere und mittlere Unternehmen haben offensichtlich Probleme, ihren Bedarf zu decken.

Empfehlung Es ist zu prüfen, wie die Ausbildungsleistung der Hochschulen zu erhöhen ist. Dazu sind ggf. Kapazitäten auszubauen. Außerdem sind Maßnahmen zu prüfen, die die Motivation von Studierenden für eine Spezialisierung im Küsteningenieurwesen erhöhen – etwa die enge Kooperation mit Unternehmen.

Maßnahme Durchführen einer qualitativen und quantitativen Angebots- und Bedarfsanalyse im Bereich Küsteningenieurwesen / Maritimer Wasserbau im Rahmen einer Kurzstudie als Grundlage für Entscheider in den Ländern und an den Hochschulen.

Empfehlung Marikultur:
Stärkung der Qualifizierungsmöglichkeiten im Bereich Marikultur

Befund	Die Qualifizierungsmöglichkeiten im Bereich der Marikultur sind in Deutschland derzeit schwach ausgeprägt. Im akademischen Bereich gibt es nur einige wenige vollwertige Studiengänge (z. B. in Kiel, Berlin und Rostock). Für die Entwicklung, die Errichtung und den Betrieb von modernen Marikulturanlagen sind qualifizierte Fachkräfte nötig. Besonders fehlt es an Fachkräften im biologischen und technologischen Bereich der Marikultur.
Empfehlung	Die Qualifizierungsmöglichkeiten im Bereich der Marikultur sollten verbessert werden. Dies sorgt nicht nur für den dringend benötigten Fachkräftenachwuchs, sondern intensiviert auch die Forschungsaktivitäten.
Maßnahme	Die Lehrkapazitäten und somit auch die Lehrstühle im akademischen Bereich sollten erhöht werden, speziell im technologischen und biologischen Bereich der Marikultur.

12.5 Strukturen

Empfehlung Meerestechnik gesamt:
Stärkung und Weiterentwicklung der Vernetzung auf nationaler und regionaler Ebene

Befund	Die meerestechnische Wirtschaft und Wissenschaft besteht aus einem weitgehend zusammenhängenden Netzwerk mit intensiven Austauschbeziehungen. In den einzelnen Anwendungsfeldern ist die Vernetzungsqualität jedoch unterschiedlich ausgeprägt. Zudem gibt es einige Betriebe und Institute, die nicht oder nur schwach in das gesamte Netzwerk der Meerestechnik eingebunden sind. Es ist davon auszugehen, dass eine höhere Vernetzungsintensität auch mit höheren Innovationsaktivitäten der Betriebe einhergeht, die wiederum das betriebliche Beschäftigungswachstum begünstigen.
Empfehlung	Vor diesem Hintergrund wird empfohlen, die bislang noch ungenutzten Potenziale durch eine gezielte Förderung der Vernetzung in Zukunft noch stärker auszuschöpfen.
Maßnahme	Abstimmung zur Optimierung des Koordinierungs- und Vernetzungsbedarfs mit den etablierten Netzwerken und Clustern. Ggf. nach Prüfung Einrichtung einer koordinierenden Geschäftsstelle zur Stärkung und Weiterentwicklung der Vernetzung auf nationaler und regionaler Ebene.

Empfehlung Meerestechnik gesamt:
Stärkung und Weiterentwicklung der Vernetzung auf nationaler und regionaler Ebene

Befund Auf nationaler Ebene übernimmt vor allem die Gesellschaft für Maritime Technik e. V. eine wichtige Rolle bei der Koordinierung von Aktivitäten in diesem Wirtschaftsbereich. Darüber hinaus existieren zahlreiche Plattformen mit unterschiedlichen anwendungsfeldbezogenen bzw. räumlichen Schwerpunkten in Deutschland, die aufgrund der Heterogenität dieses Wirtschaftsbereichs auch in Zukunft die Vernetzung auf dezentraler Ebene fördern sollten.

Empfehlung Es ist in diesem Kontext eine stärkere inhaltliche Abstimmung der bestehenden Cluster- und Netzwerkinitiativen zwischen einzelnen Bundesländern bzw. einzelnen Regionen anzustreben. Einzelne Teilräume oder Bundesländer könnten zudem aufgrund ihrer spezifischen Kompetenzen in einzelnen Anwendungsfeldern die Federführung bei Vernetzungsaktivitäten übernehmen und das jeweilige Netzwerk länderübergreifend koordinieren.

Maßnahme Anreize zur koordinierten Vernetzung sollten durch die Bereitstellung finanzieller Ressourcen für interregionale bzw. bundesländerübergreifende Vernetzungsprojekte geschaffen werden.

Empfehlung Meerestechnik gesamt:
Förderung der Vernetzung zwischen Wissenschaft und Wirtschaft

Befund Zwischen der meerestechnischen Wirtschaft und Wissenschaft existieren bereits ausgeprägte Austauschbeziehungen. Dennoch bedarf es einer weiteren Stärkung der Vernetzung zwischen Wissenschaft und Wirtschaft mit dem Ziel der erfolgreichen Umsetzung von Forschungsprojekten am Markt.

Empfehlung Der Grad und die Qualität der Vernetzung zwischen Wissenschaft und Wirtschaft sollte weiter gestärkt werden.

Maßnahme Förderung von industriegeführten Verbundforschungsprojekten zu spezifischen Fragestellungen innerhalb der Meerestechnik. Um dabei herausragende Forschungsk Kooperationen zwischen der meerestechnischen Wirtschaft und Wissenschaft zu erreichen, sollte ein Wettbewerb zu zukunfts- und anwendungsrelevanten FuE-Fragen für sämtliche Anwendungsfelder der Meerestechnik ausgeschrieben werden. Im Mittelpunkt sollten dabei Verbundvorhaben stehen, die die Überführung von Forschungsaktivitäten und -ergebnissen in marktgerechte Produkte zum Gegenstand haben. Neben den zu erwartenden positiven Öffentlichkeits- und Imageeffekten (Branchenbild / öffentl. Wahrnehmung) dient der Einsatz eines Wettbewerbsverfahrens vor allem dazu, die Qualität der geförderten Projekte zu verbessern.

Empfehlung Meerestechnik gesamt:
Transparenz über Kompetenzprofile herstellen

Befund Die deutsche Meerestechnik verfügt über anerkannte Forschungs- und Bildungseinrichtungen in vielfältigen meeresstechnischen Disziplinen sowie über meeresstechnische Betriebe mit eigenen Forschungsaktivitäten. Ihre Forschungsschwerpunkte sind bisher in ihrer Gesamtheit nur eingeschränkt transparent.

Empfehlung Es sollte mehr Transparenz über die technologischen Schwerpunkte bzw. Forschungsaktivitäten der meeresstechnischen Betriebe sowie die Forschungsschwerpunkte der Wissenschafts- und Bildungseinrichtungen hergestellt werden.

Maßnahme Errichtung eines zentralen Internetportals bzw. Kompetenzatlasses, auf dem sich die Betriebe und Institute mit ihren Kompetenzen präsentieren können.

Empfehlung Offshore Windenergie:
Vernetzung und aktive Profilierung der Offshore Windwirtschaft

Befund Die Offshore Windwirtschaft hat sich als neue Branche aus verschiedenen Märkten und Technologiefeldern heraus entwickelt. Zum großen Teil sind Unternehmen und Techniken aus der „konventionellen“ Windenergie beteiligt, darüber hinaus aber z. B. auch die Meerestechnik, die maritime Wirtschaft und die Energiewirtschaft. Die Unternehmen stehen vor der Aufgabe, Technologien und Wissen aus diesen verschiedenen Branchen effizient zusammenzuführen.

Mit der Entwicklung der Offshore-Windwirtschaft sind für diese Branchen erheblich Nachfrageeffekte verbunden. Gleichzeitig ist die Effizienz des Gesamtsystems „Offshore-Windenergie“ von leistungsfähigen und hochwertigen Komponenten und Dienstleistungen abhängig. Die Kooperation innerhalb der Branche und mit benachbarten Branchen im Wertschöpfungssystem ist ein wichtiger Wettbewerbsfaktor.

Die Vernetzung geschieht in jüngster Zeit bereits durch den gemeinsamen Arbeitskreis „Vernetzung der maritimen Wirtschaft“.

Empfehlung Die Vernetzungsaktivitäten sollten dauerhaft institutionalisiert und stärker international ausgerichtet werden. Das Netzwerk sollte auch Image fördernde Ziele verfolgen. Z. B. kann noch stärker kommuniziert werden, dass die Offshore-Windenergie als saubere Zukunftsenergie eine wesentliche Säule einer nachhaltigen Energieversorgung Deutschlands sein kann. Diese Verdeutlichung der besonderen Potenziale einer klimaschonenden Energieerzeugung auf See kann dazu beitragen, den Rückhalt in der Öffentlichkeit zu stärken. Integraler Bestandteil der Netzwerkaktivitäten sollte es weiterhin sein, Fachkräfte aus benachbarten Disziplinen – etwa der Energietechnik – und (akademischen) Nachwuchs für die spezifischen Herausforderungen der Windenergie auf See zu begeistern.

Maßnahme	<p>Unterstützung der Entwicklung eines national aufgestellten und international agierenden Netzwerks. Der Aufbau sollte an bestehenden Strukturen (wie dem AK „Vernetzung der maritimen Wirtschaft“) ansetzen und durch die existierenden Vereinigungen, ggf. unter Einbeziehung eines Moderators, vorgenommen werden.</p> <p>Empfehlung Unterwassertechnik/Seekabel: Vernetzung von produzierenden Unternehmen und submarinen Dienstleistern</p>
Befund	<p>Zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit der Unternehmen der Unterwassertechnik ist die Verbreiterung ihres Angebots erforderlich. Viele Unternehmen haben ein spezialisiertes Angebot an Dienstleistungen und Produkten. Bedarfe, die darüber hinaus gehen, können oft nur durch die Einbeziehung weiterer Unternehmen gedeckt werden. Mittelfristig kann diese Situation mit einer verstärkten und gezielten Vernetzung produzierender Unternehmen (Messtechnik, Servicerobotik, etc.) und Servicedienstleistern (Transport, Logistik, technische Dienstleistungen auf See) verbessert werden.</p>
Empfehlung	<p>Es sollte ein sektorales Cluster aus produzierenden Unternehmen und submarinen Dienstleistern in Deutschland initiiert werden, welches in der Lage ist, als virtuelles Unternehmen im Bereich Unterwassertechnik/Seekabel zu agieren und damit Konsortien von Unternehmen, die ein breites Produkt-/Leistungsangebot repräsentieren, zu vermarkten. Der Nutzen der Einbindung eines kapitalstärkenden Partners sollte geprüft werden.</p>
Maßnahme	<p>Angebot einer degressiv verlaufenden Anschubfinanzierung durch die öffentliche Hand.</p> <p>Empfehlung Unterwassertechnik/Seekabel: Internationale Vernetzung stärken</p>
Befund	<p>Einige deutsche Unternehmen im Bereich Unterwassertechnik/Seekabel sind zwar teilweise mit internationalen Unternehmen und Einrichtungen vernetzt, allerdings sind die Zugangsmöglichkeiten hier weitgehend beschränkt und direkt von der Leistungsfähigkeit (Qualität, Lieferfähigkeit, Preis, Kapitalstärke) der Unternehmen abhängig. Die Wahrnehmung leistungsfähiger deutscher Akteure ist verbesserungsbedürftig.</p>
Empfehlung	<p>Die internationale Vernetzung deutscher Unternehmen sollte gestärkt werden. Die Unterstützung bei der besseren Wahrnehmung kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Geeignete Mittel können internationale Kooperationsprojekte und Auftritte (ggf. auch thematisch fixiert) auf internationalen Messen und Kongressen sein.</p>
Maßnahme	<p>Wahrnehmung vorhandener Unterstützungsangebote der öffentlichen Hand (z. B. Zuwendungen für ausländische Messebeteiligungen). Organisation von Gemeinschaftsständen durch Branchenvertreter.</p>

**Empfehlung Offshore Windenergie:
Netzanschlüsse sicherstellen und beschleunigen**

- Befund** Der Bau neue Kraftwerke vor der Küste erfordert auch den Ausbau der Netzinfrastrukturen. Trotz der Verbesserungen durch das Positionspapier der Bundesnetzagentur wird die Netzanbindung zumindest als starke zeitliche Restriktion genannt.
- Empfehlung** Es sollte geprüft werden, wie eine beschleunigte Netzanbindung gewährleistet und die Planungssicherheit für die Betreiber erhöht werden kann.
- Maßnahme** Erstellen einer strategischen Agenda für die Netzanbindung der Windparks und die internationale Netzinfrastruktur und Vereinbarung erster Umsetzungsmaßnahmen.

**Empfehlung Offshore Windenergie:
Hafeninfrastrukturen bedarfsgerecht ausbauen**

- Befund** Offshore-Windenergieanlagen sind Schwergüter. Aufgrund ihrer Größe und ihres Gewichts sind die Transportmöglichkeiten technisch und ökonomisch begrenzt. Ihr Transport erfolgt vielfach auf dem Wasserweg - insbesondere natürlich bei der Errichtung der Windparks. Damit entstehen erhöhte Anforderungen an Umschlagsinfrastrukturen in Häfen mit gutem Seezugang. Für eine dynamische Entwicklung der Offshore-Windenergie sind die derzeitigen Kapazitäten nicht ausreichend. Dies gilt umso mehr, wenn andere Nordseeanrainer wie Großbritannien und die Niederlande eigene oder neue Kapazitäten binden. Gleichzeitig besteht eine hohe Standortbindung der Anlagen- und Komponentenhersteller: Die Produktion erfolgt in relativ hohem Maße in direkter Nähe zu den Umschlagsanlagen.
- Der Ausbau der Infrastrukturen stellt somit eine zentrale Voraussetzung für eine dynamische Entwicklung der Offshore-Windenergie dar, bietet aber gleichzeitig für die strukturschwachen Küstenregionen auch eine Entwicklungschance.
- Empfehlung** Der weitere Kapazitätsausbau von Hafeninfrastrukturen sollte unterstützt werden. Dabei ist sicherzustellen, dass der Aufbau neuer Kapazitäten bedarfsgerecht und auf nationaler und internationaler Ebene koordiniert vorgenommen wird.
- Maßnahme** Kosten-Nutzen-Analysen, um Bedarf und Wirtschaftlichkeit in jedem Einzelfall zu prüfen. Abstimmung von Maßnahmen zwischen den Stakeholdern auf Basis eines entsprechenden Masterplans.

**Empfehlung Maritime Mess- und Umwelttechnik:
Personaltransfers zwischen Wissenschaft und Wirtschaft erleichtern**

- Befund** Die Mess- und Umwelttechnik weist aufgrund ihres wissenschaftlichen Charakters auf der Bundesebene eine enge Verflechtung von Unternehmen mit Wissenschafts- und Forschungsinstitutionen auf. Im Fokus

stehen dabei sowohl die Nachfrage der Institute nach Produktlösungen und betrieblichen Dienstleistungen als auch der Rückgriff auf wissenschaftliches Know-how seitens der Wirtschaft. Jedoch ist gerade der flexible Einsatz von Wissenschaftlern zwischen Forschungstätigkeiten und konkreten unternehmerischen Aufgaben mit Restriktionen behaftet.

Empfehlung Um den Know-how-Transfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft zukünftig weiter zu stärken, sollte der wechselseitige Personalaustausch erleichtert werden. Im Fokus stehen dabei insbesondere die Verfügbarkeit und der Rückgriff auf Know-how-Träger aus der Wissenschaft und Forschung.

Maßnahme Analyse und Diskussion neuer Formen der Kompetenzentwicklung und des Know-how-Gewinns durch neue Kooperationsmodelle bis hin zu Personaltransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft.

**Empfehlung Maritime Mess- und Umwelttechnik:
Förderung von Ausgründungen**

Befund Der Einsatz modernster Technologien stellt für die Mess- und Umwelttechnik eine zentrale wirtschaftliche Grundlage dar. Entsprechend diversifiziert sind die Forschungsaktivitäten von Instituten und Betrieben zur Entwicklung und Optimierung technologischer Lösungen. Produkt- und Prozessinnovationen sind in diesem Zusammenhang besonders in Nischensegmenten der Mess- und Umwelttechnik von Bedeutung. Die Ausrichtung auf Hightech-Produkte sowie die damit verbundenen innovatorischen Leistungen bergen generell ein hohes Potenzial für Unternehmensausgründungen insbesondere im wissenschaftlichen Sektor.

Empfehlung Die Förderung von Ausgründungen im Hinblick auf die Besetzung von Nischenmärkten ist - auch in Form von joint ventures mit bereits bestehenden Unternehmen – sollte als ein wichtiger Schritt verstanden werden, um den Besitz und die Diversität der Unternehmen der Mess- und Umwelttechnik zu stärken und zu verjüngen.

Maßnahme Auslotung und Nutzung existierender Förderinstrumente für Unternehmensgründerinnen und –gründer wie diese in Deutschland auf Bundesebene (BMW) und Landesebene.

**Empfehlung Marikultur:
Aufbau eines beständigen Netzwerks zur Verzahnung vorhandener
Forschungsressourcen und Bündelung neuester Erkenntnisse aus
Forschung und Entwicklung**

Befund Die Vernetzung zwischen Forschungseinrichtungen und Privatunternehmen ist in der Marikultur derzeit schwach ausgeprägt und nicht beständig. Eine langfristig ausgelegte Kooperation relevanter Akteure der Marikultur kann Synergieeffekte in Bereichen der Forschungskompetenz, der Entwicklungspotenziale und der internationalen Präsenz und Vermarktung hervorbringen. Erste Ansätze zu aktorsübergreifendem Austausch sind bereits zu erkennen. Die Deutsche Landwirtschafts-

Gesellschaft (DLG) veranstaltet die jährlich stattfindende „Eurotier“, bei der auch ein Stand „Aquakultur & Technik“ vertreten ist. Ein weiterer zukunftsweisender Ansatz ist das Innovationsforum „Aqualliance“, welches durch die BioCon Valley GmbH im Jahre 2009 veranstaltet wurde. Auch die Bildung eines Kompetenznetzwerkes in Form eines dementsprechenden Projektes wird bereits durch die Gesellschaft der Marinen Aquakultur (GMA) angestrebt.

Empfehlung Vernetzungsinitiativen sollten weiter mit dem Ziel forciert werden, ein nationales Netzwerk und eine Plattform für die relevanten Akteure der Marikultur zu schaffen.

Maßnahme Gründung eines sektoralen Clusters „Kompetenznetz Marikultur“ zum Aufbau eines beständigen Netzwerks zur Verzahnung vorhandener Forschungsressourcen und Bündelung neuester Erkenntnisse aus Forschung und Entwicklung.

12.6 Finanzierung und Rahmenbedingungen

Empfehlung Meerestechnik gesamt:
Stärkung von KMU durch verbesserte Finanzierungsmöglichkeiten

Befund Die Entwicklung innovativer Produkte und Dienstleistungen erfordert gerade von kleinen und mittleren Unternehmen große Anstrengungen. Zum einen sind diese darauf angewiesen, kurzfristige Bedarfe des Marktes zu bedienen und zum anderen müssen sich abzeichnende Entwicklungen (z. B. zunehmende Exploration und Nutzung der mineralischen Rohstoffe auf dem Meeresboden) in mögliche Zukunftsstrategien integriert werden. Hinzu kommt die Schwierigkeit, umfangreichere Aufträge mit großen internationalen Akteuren vorzufinanzieren.

Um daher innovative Projekte schneller und nachhaltiger umsetzen zu können, wird nach Möglichkeiten gesucht, die Kapitalbasis der Unternehmen mittelfristig und ggf. auf Projektebene bzw. zweckgebunden zu verbreitern.

Empfehlung Stärkung von KMU in der Meerestechnik durch bessere Inanspruchnahme vorhandener Finanzierungsmöglichkeiten

Maßnahme Aufzeigen vorhandener Finanzierungsmöglichkeiten.

Empfehlung Offshore Windenergie:
Finanzierungsbedingungen verbessern

Befund Die Offshore Windenergie ist in Großbritannien und in Deutschland in den letzten Jahren deutlich weiter entwickelt worden. Dabei sind von der Wirtschaft technische und wirtschaftliche Herausforderungen immer weiter bewältigt und von der Politik die zentralen Rahmenbedingungen gesetzt worden. Die Errichtung von modernen Offshore-Windparks entspricht in ihrem Umfang dem konventionellen Kraft-

werksbau. Dabei sind einige neue technologische Herausforderungen zu bewältigen. Dementsprechend hoch ist das finanzielle Volumen dieser neuen Form regenerativer Energien. Wesentliches Hemmnis für eine hohe Entwicklungsdynamik sind die derzeitigen Finanzierungsmöglichkeiten – die sich durch die Finanzkrise tendenziell verschlechtert haben. Echte Unsicherheiten der neuen Technik, fehlende Referenzen und veränderte Finanzierungsregeln der Banken in Folge der Finanzkrise sind hier die Ursachen. Der Ausbau der Offshore-Windenergie ist in den nächsten Jahren mit erheblichen Investitionen verbunden, von denen auch andere Branchen, u. a. der Schiffbau und Schiffbauzulieferer, profitieren können.

Empfehlung Die Finanzierungsbedingungen sollten kurzfristig verbessert werden.

Maßnahme Prüfung, inwieweit die Finanzierungsbedingungen etwa über ein spezifisches Bürgschaftsprogramm, die Anwendung von Hermesbürgschaften für die Parks in der AWZ oder die Anpassung der bisherigen Regelungen im EEG kurzfristig verbessert werden können.

**Empfehlung Offshore Windenergie:
Standardisierung bei Anlagen, Komponenten und Parks erhöhen**

Befund Sowohl bei der Herstellung von Einzelanlagen als auch bei der Errichtung von Windparks werden sehr unterschiedliche Problemlösungen entwickelt. Dies ist grundsätzlich eine inhärente Eigenschaft neuer Technologien und neuer Märkte. Gerade bei der Entwicklung neuer Produkte und Verfahren ist ein diverser Suchprozess wünschenswert. Gleichzeitig kommen national und international unterschiedliche Vorschriften und Regelwerke insbesondere bei der Genehmigung und Errichtung zur Anwendung.

Für den Übergang zur Serienfertigung, die Entwicklung eines komplexen Wertschöpfungssystems mit leistungsfähigen Zulieferern aber auch für die effiziente Errichtung der Parks und den Betrieb, die Wartung und die Reparatur der Anlagen sind dann Standardisierungen Effizienz steigernd.

Empfehlung Als wesentliche Voraussetzung für kosteneffizientere Gesamtverfahren sollte der Grad der Standardisierung bei Anlagen, Komponenten und Parks erhöht werden. Branchenvertreter sollten die Initiative zu Standardisierungsprozessen verstärkt angehen.

Maßnahme Unterstützung von Unternehmensengagement ggf. in Kooperation mit Vertretern der angewandten Forschung zur Standardisierung im Rahmen ausgewählter, von der öffentlichen Hand geförderter Forschungs- und Entwicklungsvorhaben.

Empfehlung Offshore Öl und Gas:

Grundlegende strategische Ausrichtung der Politik in der Offshorewirtschaft Öl und Gas - Energiegipfel

- Befund** Öl und Gas sind wichtige Rohstoffe für die Bundesrepublik Deutschland. Ein Austausch zwischen Politik und der Offshorewirtschaft Öl und Gas über die strategische Ausrichtung der Offshoretechnik Öl und Gas ist überfällig, um die erforderlichen politischen Rahmenbedingungen zu thematisieren.
- Empfehlung** Strategischer Diskurs zwischen Politik und Offshorewirtschaft Öl und Gas. Wichtig wäre, dass dieser Austausch über zukünftige politische und strategische Rahmenbedingungen auf höchster Entscheidungsebene erfolgt, um eine nachhaltige Wirkung möglicher Vereinbarungen zu erlangen.
- Maßnahme** „Energiegipfel“ zwischen der politischen Spitze sowie den Spitzen der deutschen Offshorewirtschaft Öl und Gas.

Empfehlung Offshore Wind:

Genehmigungsverfahren optimieren

- Befund** Von den Unternehmen wird die konkrete Gefahr gesehen, dass durch fehlende Kapazitäten und systemische Veränderungen – insbesondere die neue Rolle des BfN – unnötige Verzögerungen bei der Genehmigung von Windparks und deren Netzanbindung entstehen. Mögliche Aspekte sind die reibungslose Einbindung der BfN in die Verfahren, die personelle Ausstattung der Genehmigungsbehörde oder die Aussagekraft der Genehmigungsanträge.
- Empfehlung** In einem kooperativen Verfahren sollte geprüft werden, wie Genehmigungsverfahren optimiert und beschleunigt werden können.
- Maßnahme** Moderierter Runder Tisch zwischen Betreibern, Genehmigungsbehörden und BfN.

Empfehlung Maritime Mess- und Umwelttechnik:

Aktive Rolle Deutschlands in internationalen Gremien, insbesondere von Seiten der öffentlichen Einrichtungen

- Befund** Die Implementierung internationaler Regelwerke zum Schutz der Meeresumwelt fungiert für die maritime Mess- und Umwelttechnik als ein wichtiger technologischer Impulsgeber. Die Festsetzung rechtsverbindlicher Umweltstandards sowie die kontinuierliche Überwachung mariner Ökosysteme bewirken eine erhöhte Nachfrage nach ökologisch verträglichen Technologien und Verfahren. Eng damit verknüpft sind entsprechende Forschungs- und Entwicklungsbedarfe.
- Empfehlung** Vonseiten der öffentlichen Hand eröffnet sich mit der Beteiligung an internationalen Gremien, z.B. IMO, ein unmittelbarer Zugang zu den wichtigen Entscheidungsträgern und -prozessen. Der Zugriff auf ent-

sprechende Informationsquellen sowie die Möglichkeit, auf grundlegende internationale Vereinbarungen Einfluss zu nehmen, verschafft öffentlichen Institutionen somit klare Wettbewerbsvorteile.

Deutschland sollte daher eine noch aktivere Rolle in internationalen Gremien einnehmen. Dies gilt insbesondere auch im Hinblick auf die Internationalisierung deutscher Standards.

Maßnahme Beständige Teilnahme an wichtigen Gremiensitzungen durch Vertreter der öffentlichen Hand und zeitnahes Feedback an die Community.

12.7 Branchenbild / öffentliche Wahrnehmung

Empfehlung Meerestechnik gesamt:
Förderung des Images der Meerestechnikbranche

Befund Die Meerestechnik ist durch die Anwendung verschiedenster Technologien in unterschiedlichsten Anwendungsfeldern gekennzeichnet und weist eine insgesamt sehr vielfältige und heterogene Struktur auf. Demnach gibt es nicht eine Meerestechnik, sondern die Meerestechnik kombiniert und integriert Techniken, die für den Schutz und die Nutzung der Meere eingesetzt werden können. Diese Heterogenität erschwert es, ein klares Bild der Meerestechnik und ihrer Möglichkeiten in die Öffentlichkeit zu transportieren.

Die meerestechnische Wirtschaft wird anders als andere Branchen mit ähnlichem Profil z.B. der Schiffbau oder der Luftfahrtindustrie bislang nicht ausreichend wahrgenommen.

Die Leistungsfähigkeit der Branche wird nicht zuletzt davon beeinflusst, wie sie von der interessierten Öffentlichkeit wahrgenommen wird. Derzeit scheint dort ein sehr reduziertes Bild vorzuherrschen, das weder die realen Anforderungen an Jobprofile noch die beruflichen Entwicklungsperspektiven von hoch qualifizierten Fachkräften widerspiegelt. Zudem wird das gegenwärtige Bild der wachsenden wirtschaftlichen Bedeutung der Meerestechnik nicht gerecht und beeinträchtigt damit deren Wachstumschancen.

Empfehlung Die Bedeutung und das Image der Branche sowie deren Sichtbarkeit sollten kurz- bis mittelfristig erhöht werden. Eine „aktive Vermarktung“ trüge mittelfristig u. a. auch zu Erfolgen bei der Nachwuchsgewinnung bei.

Maßnahme Um angehenden Ingenieurstudenten oder Auszubildenden aufzuzeigen, welche Möglichkeiten sich in der Meerestechnik bieten, welche einzelnen Berufsfelder es gibt und welche Bildungswege eingeschlagen werden können, sollten auf Basis vorhandener Informationsplattformen und –materialien öffentlichkeitswirksame Kampagnen in dezentraler Verantwortung (Stakeholder in den Regionen), koordiniert von Branchenvertretern, wie z.B. der GMT, durchgeführt werden. (⇒ Fachkräfte / Aus- und Weiterbildung)

**Empfehlung Offshoretechnik Öl und Gas:
Image der Offshoretechnik Öl und Gas verbessern**

Befund

Öl und Gas werden in der öffentlichen Diskussion vornehmlich unter dem Gesichtspunkt als fossiler Energieträger thematisiert. Fossile Energieträger wiederum sind durch das bei ihrer Verbrennung freigesetzte CO₂ ein bedeutender Treiber in Bezug auf den Klimawandel. Diese Hintergründe im Zusammenhang mit der aktuellen Klimadiskussion sowie Umweltkatastrophen haben zu einem überwiegend negativen Image der Öl- und Gasindustrie beigetragen – insbesondere der Öl- und Gasförderung im Offshorebereich aufgrund der sensiblen Umweltcharakteristika. Die Rohstoffe Öl und Gas finden jedoch nicht ausschließlich als fossile Energieträger Verwendung. So sind sie u.a. Grundlage für die Kosmetik-, Chemie-, Pharma- und Kunststoffindustrie, z.B. für die Herstellung von Textilien, Kunststoffen, Kosmetika, Arzneimittel, Farben, Wasch- und Reinigungsmittel und finden z.B. Verwendung bei der Herstellung von Autos, Fernseher, Computer, Elektrogeräte, Möbeln oder Isolier- und Dämmstoffen.

Empfehlung

Die Akzeptanz für die deutsche Offshoretechnik Öl und Gas in Politik und Gesellschaft sollte durch eine deutlichere Kommunikation der o.g. Nutzenaspekte verbessert werden.

Maßnahme

Entwicklung einer abgestimmten Kommunikationsstrategie zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik.

Die Tabelle 35 auf den folgenden beiden Seiten gibt einen zusammenfassenden Überblick über die Empfehlungen in den einzelnen Aktionsbereichen.

Anwendungsfeld Aktionsbereich	Anwendungsfeld übergreifende Empfehlungen	Offshoretechnik Öl und Gas	Offshoretechnik Wind	Unterwasser- technik/ Seekabel
Forschung und Technologie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wissenschaftliche Kompetenzen bündeln und besser sichtbar machen ▪ Wissens- und Technologietransfer stärken 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Deutsche Technologie- und Systemkompetenzen im Rahmen internationaler Referenzprojekte verdeutlichen ▪ Verstärkte Erforschung der Förderung von Gashydraten ▪ Förderung der Entwicklung von Technologien zur Erhöhung der Förderquote von Ölfeldern ▪ Synergiepotenziale mit Offshoretechnik Wind nutzen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Öffentliche Forschung kontinuierlich weiterführen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stärkere Einbindung der Forschungseinrichtungen zur zukunftsorientierten Umsetzung neuer Entwicklungen
Märkte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stärkung von KMU durch verbesserte Finanzierungsmöglichkeiten 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Marktzugänge analysieren und Daten zu den Weltmärkten für Offshoretechnik Öl und Gas verfügbar machen ▪ Deutsche Kompetenzen im Bereich der Umwelt- und Sicherheitstechnologie stärker nutzen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ineffiziente Verwendung öffentlicher Mittel vermeiden 	
Wertschöpfung, Betreiber-/ Geschäftsmodelle				<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufbau verbesserter oder neuer Geschäftsmodelle
Qualifizierung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aus- und Weiterbildungssystem zur Fachkräftesicherung verbessern ▪ Verbesserung der Verfügbarkeit von Fachkräften 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stärkung der universitären Ausbildung mit Ziel Offshoretechnik Erdöl und Erdgas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausbildung stärken, Fachkräftemangel reduzieren 	
Strukturen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stärkung und Weiterentwicklung der Vernetzung auf nationaler und regionaler Ebene ▪ Förderung der Vernetzung zwischen Wissenschaft und Wirtschaft ▪ Transparenz über Kompetenzprofile herstellen 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vernetzung und aktive Profilierung der Offshore Windwirtschaft ▪ Netzanschlüsse sicherstellen und beschleunigen ▪ Hafeninfrastrukturen bedarfsgerecht ausbauen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vernetzung von produzierenden Unternehmen und submarinen Dienstleistern ▪ Internationale Vernetzung stärken
Finanzierung und Rahmenbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stärkung von KMU durch verbesserte Finanzierungsmöglichkeiten 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grundlegende strategische Ausrichtung der Politik in der Offshorewirtschaft Öl und Gas - Energiegipfel 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Finanzierungsbedingungen verbessern ▪ Standardisierung bei Anlagen, Komponenten und Parks erhöhen ▪ Genehmigungsverfahren optimieren 	
Branchenbild, öffentl. Wahrnehmung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Förderung des Images der Meerestechnikbranche 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Image Offshoretechnik Öl und Gas verbessern 		

Anwendungsfeld Aktionsbereich	Maritime Verkehrsleit.- und Sicherheitstechnik	Maritime Mess- und Umwelttechnik	Maritimer Wasserbau/ Küsteningenieurwesen	Marikultur
Märkte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vereinheitlichung und Weiterentwicklung von Sicherheitsvorschriften zur Exportförderung und als Markttreiber ▪ Demonstration der Systemkompetenz durch Integration des Sicherheitsaspektes in die Aktivitäten bei Offshore-Wind ▪ Deutsche Technologie- und Systemkompetenzen im Rahmen eines Referenzprojektes „Sicherheit in der deutschen Bucht“ verdeutlichen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Exportförderung im Rahmen einer internationalen Kontaktabahnung mit öffentlichen Auftraggebern ▪ Koordinierte Vergabe staatlicher hydrographischer Dienstleistungen an private Anbieter 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Staatliche Leistungen in höherem Maße an private Anbieter vergeben ▪ Zusammenarbeit mit Schwellen- und Entwicklungsländern fördern 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufbau einer Entwicklungszusammenarbeit mit Schwellen- und Entwicklungsländern in Gebieten der Küstenzonen Ostasiens und Afrikas ▪ Forcierung der Zertifizierungspflicht für Aquakulturprodukte zur Aufwertung qualitativ hochwertiger Produktionsmethoden wie deutscher Kreislaufsysteme
Wertschöpfung, Betreiber-/ Geschäftsmodelle		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chancen für deutsche Sicherheits- und Umwelttechnik nutzen ▪ Projektbasierte Kooperationen mit internationalen Marktführern aufbauen ▪ Entwicklung des nationalen sourcings planen und koordinieren ▪ Identifikation potenzieller Systemintegratoren 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kompetenzen und Know-how international vermarkten 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stärkung der internationalen Präsenz der deutschen Marikulturtechnik
Qualifizierung			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausbildung von qualifizierten Fachkräfte verstärken 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stärkung der Qualifizierungsmöglichkeiten im Bereich Marikultur
Strukturen		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Personaltransfers zwischen Wissenschaft und Wirtschaft erleichtern ▪ Förderung von Ausgründungen 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufbau eines beständigen Netzwerks zur Verzahnung vorhandener Forschungsressourcen und Bündelung neuester Erkenntnisse aus Forschung und Entwicklung
Finanzierung und Rahmenbedingungen		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aktive Rolle Deutschlands in internationalen Gremien, insbesondere von Seiten der öffentlichen Einrichtungen 		

Tabelle 35: Die Empfehlungen im Überblick
Quelle: Eigene Darstellung

13. Der Nationale Masterplan Maritime Technologien

Vorbemerkung	Mit der Entwicklung des „Nationalen Masterplan Maritime Technologien“ wurde bereits im Laufe der Erstellung der hier vorliegenden Studie begonnen. Der folgende Text war Gegenstand des Auftrages, wurde im Juli 2010 dem BMWi übergeben und beschreibt die vorgesehenen Inhalte des Masterplans.
Ergebnis der 5. Nationalen Maritimen Konferenz	<p>2008 formulierte das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) die Aufgabe der Entwicklung eines „Nationalen Masterplan Maritime Technologien“ (NMMT) wie folgt:</p> <p><i>„Im Ergebnis der 5. Nationalen Maritimen Konferenz im Jahr 2008 wurde festgelegt, einen „Nationalen Masterplan Maritime Technologien“ zu erstellen, um die Entwicklung der meeres-technischen Industrie in den nächsten Jahren effektiver zu unterstützen. Ziel des Masterplans ist die Erarbeitung von Empfehlungen für eine künftige abgestimmte maritime Technologiepolitik von Bund und Ländern.</i></p> <p><i>Die Entwicklung des nationalen Masterplans erfordert eine enge Zusammenarbeit aller betroffenen Ressorts, insbesondere der Ministerien für Bildung und Forschung (BMBF), Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) und federführend des BMWi, in Planungs- und Arbeitsgruppen sowie die Einbeziehung von Institutionen aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft.</i></p> <p><i>Mit dem Nationalen Masterplan Maritime Technologien sollen strukturelle Entwicklungsmöglichkeiten insbesondere in Forschung, Entwicklung und Innovation sowie Chancen für deutsche Unternehmen und Institutionen im internationalen Wettbewerb für maritime Technologien aufgezeigt werden. Ziel ist ein Aktionsplan mit Handlungsempfehlungen für konkrete Teilbereiche der maritimen Technologien unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und nachhaltiger Erfolgsaussichten. Der Masterplan soll ferner Grundlage für eine stärkere Vernetzung von Teilbereichen und die Bildung von Clustern sein, um Kernkompetenzen von Wirtschaft und Wissenschaft und Forschung zu identifizieren und zu bündeln.“ (BMWi 2008)</i></p>
Aufgabe der Ersteller der Studie	Im Rahmen dieser Studie war es die Aufgabe der Autoren der Studie, ein Konzept zur Erstellung des NMMT zu entwickeln. Das hier vorgestellte Konzept wurde im Frühjahr 2010 geschrieben und im Juni 2010 auf einer Sitzung der „Task Force Maritime Wirtschaft“ vorgestellt. Im Juli 2010 wurden von Seiten des BMWi die Aktivitäten zur Erstellung des NMMT aufgenommen.
Die „Task Force Maritime Wirtschaft“	Die „Task Force Maritime Wirtschaft“ ist ein vom BMWi berufenes Gremium das die Entwicklung des NMMT begleiten soll. Teilnehmer der Task Force sind Vertreter der Landesregierungen von Schleswig-Holstein, der Freien Hansestadt Bremen, von Niedersachsen, der Freien und Hansestadt Hamburg und von Mecklenburg-Vorpommern. Weitere Vertreter kommen aus Verbänden, von Programmträgern, von Unternehmen und aus der Wissenschaft sowie aus dem Bundesministerium für Bildung und Forschung, dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung.

Die folgende Projektbeschreibung zur Entwicklung des Nationalen Masterplans Maritime Technologien (NMMT) umfasst die Teile:

- ▶ das Produkt:
Ziel, Quellen, Struktur und Inhalte des NMMT
- ▶ der Weg:
der Entwicklungsprozess zum NMMT

Die folgende Abbildung zeigt den Weg zum NMMT im Überblick.

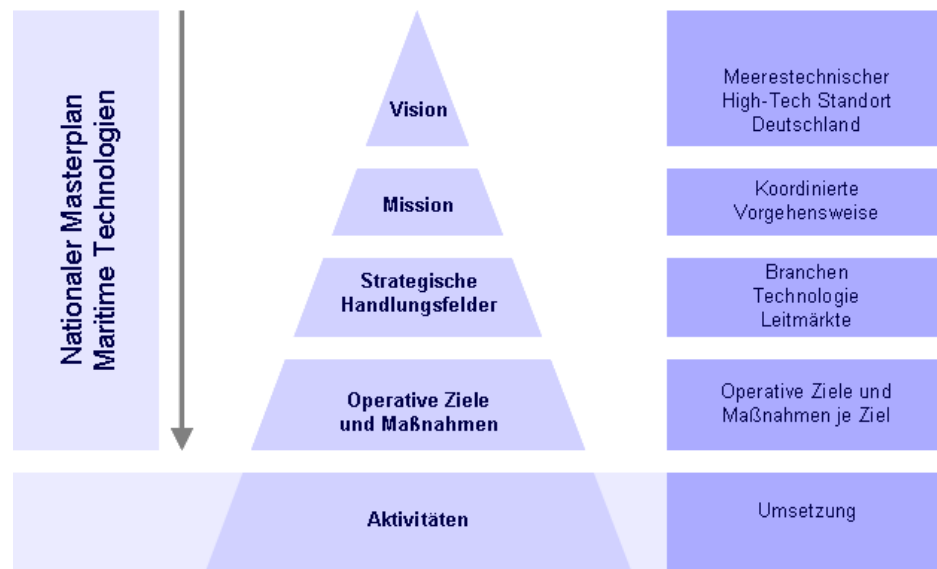


Abbildung 100: Der Weg zum NMMT im Überblick

Quelle: eigene Darstellung

Ziel, Quellen, Struktur und Inhalte

Ziel des NMMT

Ziel des NMMT ist die Entwicklung eines koordinierten strategischen und mittelfristigen Rahmens in Bezug auf maritime Markt-, Produkt-, Kompetenz- und Technologieentwicklungen zur

- ▶ Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit und der Nutzung der Marktpotenziale der deutschen maritimen Wirtschaft.

Der Masterplan soll einen Beitrag zur:

- ▶ zielgerichteten Verbesserung technologischer Innovationen im maritimen Bereich leisten und
- ▶ eine Ordnung, Priorisierung und Operationalisierung der aktuellen Erkenntnisse und der prognostizierten Entwicklung im Bereich der maritimen Technologien bieten.

Zielgruppen des NMMT

Die Zielgruppen des NMMT, die dem NMMT einen strategischen und mittelfristigen Rahmen geben sollen, sind:

- ▶ die Politik / Verwaltung zur Steuerung öffentlicher Investitionen (Aufträge, Programme, etc.),
- ▶ die maritime Wissenschaft zur Information und Anregung für künftige Forschungsvorhaben und
- ▶ die maritime Wirtschaft zur Information und Anregung für künftige Aktivitäten.

Bereiche der maritimen Wirtschaft für die der NMMT Gültigkeit haben wird

Gegenstand des NMMT sind maritime Technologien, die in den folgenden Anwendungsfeldern der Meerestechnik eingesetzt werden:

- ▶ Offshoretechnik Öl und Gas
- ▶ Offshorewindenergie
- ▶ Meeresenergie
- ▶ Unterwassertechnik/Seekabel
- ▶ Marine Verkehrsleit- und Überwachungstechnik
- ▶ Eis- und Polartechnik
- ▶ Küsteningenieurwesen und mariner Wasserbau
- ▶ Maritime Umwelttechnik
- ▶ Aquakultur/Marikultur
- ▶ Meeresforschungstechnik
- ▶ Hydrographie
- ▶ Marine mineralische Rohstoffe

Zudem werden im Masterplan Technologien aus den Bereichen

- ▶ Schiffbau und
- ▶ Schifffahrt

berücksichtigt, die eingesetzt werden, um Produkte zu entwickeln und zu produzieren, die die Erforschung, die Nutzung und den Schutz der Meere ermöglichen.

Diese Definition ist die Basis für ein gemeinsames Verständnis innerhalb der Stakeholder des NMMT für welche Bereiche der maritimen Wirtschaft bzw. für welche maritimen Technologien der NMMT Gültigkeit haben wird.

Zentrale Elemente des NMMT

Zentrale inhaltliche Elemente des NMMT sind:

- ▶ die Beschreibung des strategischen Rahmens zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen maritimen Wirtschaft,
- ▶ die Handlungsempfehlungen und
- ▶ die definierten Maßnahmen zur Umsetzung der Strategie.

Quellen des NMMT

Eine zentrale Basis des „Nationalen Masterplans Maritime Technologien“ wird diese „Studie zur Stärkung der deutschen meerestechnischen Wirtschaft im internationalen Wettbewerb und Vorbereitung des Nationalen Masterplans Maritime Technologien (NMMT)“ sein. Parallel erstellte Studien wie die 2009 entstandene Studie „Marine mineralische Rohstoffe“ im Auftrag des BMWi und des Niedersächsischen Ministeriums für Wirtschaft und Arbeit oder die Studie „Meeresenergie“ aus dem Jahr 2010 im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) werden in die Entwicklung des Masterplans einbezogen – ergänzt z. B. um Dokumente der Bundesländer, der Verbände, des BMBF (z. B. der Hightech-Strategie), des BMVBS und der EU (z. B. aus dem Bereich der integrierten Meerespolitik).

Inhaltliche Struktur des NMMT

Folgende inhaltliche Struktur soll der NMMT haben:

1. Idee des Masterplans
2. Vision
3. SWOT
4. Ziele
5. Strategische Handlungsfelder
6. Maßnahmen im Überblick
7. Maßnahmen im Einzelnen
8. Prozess der Umsetzung

Definition der Inhalte

Um einen Überblick zu erhalten, werden im Folgenden Erläuterungen zu den einzelnen Kapiteln des NMMT gegeben (in Klammern die jeweilige anvisierte Seitenanzahl):

1. Vorwort (1-2 Seiten)

Es kann ein oder mehrere Vorwort(e) geben: vom Bundesminister für Wirtschaft und Technologie, weiteren Ministerien oder Verbänden, um so die breite Koalition zur Umsetzung des NMMT zu dokumentieren.

2. Idee des Masterplans (max. ½ Seite)

Hier werden die Beweggründe zur Erstellung des NMMT (Bedeutung der Meere bezüglich der wirtschaftlichen Nutzung, die neuen Chancen, die Sensibilität des Ökosystems, die Rolle der maritimen Technologien zur Nutzung und zum Schutz, etc.) beschrieben.

3. Vision (max. ½ Seite)

Entwicklung einer Vision mit der Nachhaltigkeit als Maßstab der maritimen Politik. Die „Task Force Maritime Wirtschaft“ verständigte sich, folgende **Vision** (Was wollen wir langfristig erreichen?) zum Leitbild des NMMT zu verfolgen:

Deutschland:

Ein Hightech-Standort für maritime Technologien zur nachhaltigen Nutzung der Meere

verbunden mit der **Mission** (Wie wollen wir unsere Vision verwirklichen?):

Der Umsetzung eines mehrjährigen Masterplans unter Integration der maritimen Akteure auf Basis umfassender Analysen.

4. SWOT (1 Seite)

Die Analyse der Stärken und Schwächen der deutschen Wirtschaft in den maritimen Technologien und die Darstellung der Chancen und Risiken bezogen auf den Weltmarkt für maritime Technologien bilden den Kern dieses Kapitels.

5. Ziele (1 Seite)

Auf Basis der SWOT erfolgt eine Darstellung der Ziele, die die Auswahl der strategischen Handlungsfelder bestimmen und zu deren Erreichung die gewählten Maßnahmen beitragen sollen.

6. Strategische Handlungsfelder (2 Seiten)

Die Wahl der strategischen Handlungsfelder kann z. B. nach verschiedenen Auswahlprinzipien erfolgen:

- ▶ Leitmärkte der Zukunft (Energie, Rohstoffe, Mobilität, Umwelt, etc.)
- ▶ Technologien (Materialtechnologien, IK-Technologien, etc.)
- ▶ Branchen (Offshore-Wind, Offshore Öl und Gas, Digitale Wirtschaft, etc.)
- ▶ Strukturen und Instrumente (Regionale Cluster, Technologiedialoge, Qualifizierung, Forschung, Systemkompetenz, Produktmanagement)

7. Maßnahmen im Überblick (1-2 Seiten)

Die Maßnahmen stellen die Ebene des höchsten Konkretisierungsgrades des NMMT dar. Vor der Erläuterung der einzelnen Maßnahmen werden in einer Liste oder Grafik alle im folgenden Kapitel vorgestellten Maßnahmen im Überblick dargestellt.

8. Maßnahmen im Einzelnen (10-50 Seiten)

Die Maßnahmen in jedem Handlungsfeld werden dargestellt mit: Ziel der Maßnahme, mögliche Partner (Art der Organisation), Beginn der Maßnahme, Relevanz für die Ziele.

9. Prozess der Umsetzung (3-6 Seiten)

Die Umsetzung des Masterplans erfolgt durch die definierten beteiligten Partner. In diesem Kapitel werden Begleitmaßnahmen in der Umsetzungsphase des Masterplans definiert (Daten, Dialoge (z. B. Industrierelevanz der Forschung), Monitoring, begleitende Evaluation, etc.).

Insgesamt wird der Masterplan 30-70 Seiten umfassen. Er ist insbesondere abhängig von der Intensität der Maßnahmenbeschreibungen.

Der Prozess zur Entwicklung des NMMT mit den zentralen Meilensteinen und Aktivitäten kann dem Anhang 3 entnommen werden.

Literaturverzeichnis

- Advanced Technology Program (2010) NIST GCR 04-863 Composites Manufacturing Technologies: Applications in Automotive, Petroleum, and Civil Infrastructure Industries - Seven Types of Offshore Oil Production Platforms
www.atp.nist.gov/eao/grc04-863/chapt4.htm, Zugriff 30.09.2010
- Anastassiou, C. (2009) Fonds-Emittenten suchen die letzten Nischen auf den Weltmeeren, In: Welt am Sonntag, 01.02.2009
- Asea Brown Boveri Ltd. (ABB) (2007) Effiziente Netzanbindung von Offshore-Windparks mit HVDC Light, Pressemeldung vom 16.04.2007.
www.abb.de/cawp/seitp202/a7fbd96c4e144f1ac12572bb002d848b.aspx, Zugriff 23.02.2010
- Bangert, H., Bloed, P. (2008) Öl – Lukrativer Schmierstoff, In: Focus Money Nr.4, 2008
- BASF [Hrsg.] (2006) Chemie lässt das schwarze Gold sprudeln
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2009) Jahresbericht 2008. Freising-Weihenstephan
- beaufort 6 (2007) Gewaltiger Schub aus dem Meer. In: beaufort 6, 3/2007, www.gl-group.com/pdf/beaufort_6_2007-03_D.pdf, Zugriff: 5.10.2009 , S. 5.
- Berenberg Bank; Hamburgisches WeltWirtschaftsinstitut (HWWI) (2006) Maritime Wirtschaft und Transportlogistik, Hamburg
- BERR, Douglas Westwood (2008) Supply Chain Constraints on the Deployment of Renewable Electricity Technologies
- Bethge, P., Jung, A., Klawitter, N., Nimitz-Köster, R. (2010) Der Höllentrip, In: Spiegel Online, www.spiegel.de/spiegel/print/d-70417425.html, Zugriff: 26.05.2010
- Bohrmann, G., Suess, E. (2004) Gashydrate der Meeresböden: Ein dynamischer Methanspeicher im Ozean. In: Keilhacker, M. (Hrsg.): Vorträge der Münchener Tagung, Deutsche Physikalische Gesellschaft, S. 133-152
- Bonin, H. et al. (2007) Zukunft von Bildung und Arbeit Perspektiven von Arbeitskräftebedarf, IZA Research Report No. 9
- Brandt et al. (2009) Die Maritime Industrie in der Metropolregion Hamburg in: RegioPol 1/2009, S. 135-147
- British Petroleum (BP) [Hrsg.] (2010) Deep-water production. Deep-water exploration and production is an opportunity BP has been exploiting since it began operating in the deep waters of the Gulf of Mexico in 1994, www.bp.com/sectiongenericarticle.do?categoryId=9025122&contentId=7047805, Zugriff: 26.05.2010
- Brooks, N., Nicholls, R. J., Hall, J. (2006) Sea Level Rise: Coastal Impacts and Responses
- Browdy, C: L., Hargreaves, J. A. [Hrsg.] (2009) Overcoming Technical Barriers to the Sustainable Development of Competitive Aquaculture in the United States. U.S. Departement of Competitive Marine Aquaculture in the United States

- Buck, H. B. (2010) Marine Aquaculture, Maritime Technologies and ICZM. In: Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, www.awi.de/en/research/new_technologies/marine_aquaculture_maritime_technologies_and_iczm/, Zugriff: 20.05.2010
- Bundesagentur für Arbeit (2010) Sozialversicherungspflichtige Beschäftigte nach Wirtschaftsabteilungen und -gruppen. Deutschland. Stichtag: 30.09.2009
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) (2008) Gashydrat: das „gefrorene Erdgas“ – ein fossiler Energieträger am Beginn seiner Nutzung. Hannover.
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) [Hrsg.] (2000) Geht die Kohlenwasserstoff-Ära zu Ende?, Vortrag auf der DGMK/BGR Veranstaltung „Geowissenschaften für die Exploration und Produktion: Informationsbörse für Forschung und Industrie“ in Hannover am 23.05.2000
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) [Hrsg.] (2009a) Kurzstudie 2009, Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen, 2009
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) [Hrsg.] (2009b) Energierohstoffe 2009, Reserven, Ressourcen, Verfügbarkeit Tabellen, 2009
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) [Hrsg.] (2009c) Energiestudie 2009: Überblick Erdgas, www.bgr.bund.de/cln_116/nn_331084/DE/Themen/Energie/Erdgas/energiestudie__erdgas.html Zugriff:20.05.2010
- Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) (2010) Ausbildungsbetriebsquoten
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2010) Ideen. Innovation. Wachstum - Hightech-Strategie 2020 für Deutschland. www.bmbf.de/pub/hts_2020.pdf
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (o. J.) Deutschland als maritimer Hightech-Standort, www.hightech-strategie.de/de/232.php. Zugriff: 11.08.2010
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2010) Jahresbericht 2009 zur Forschungsförderung im Bereich der erneuerbaren Energien
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) (o. J.) Maritime Notfallvorsorge. www.bmvbs.de/Verkehr/Wasser-,1476/Maritime-Notfallvorsorge.htm, Zugriff 11.05.2010
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) (2008) „Meer ist Mehr – die Zukunft liegt auf dem Meeresboden“, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), 2008
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) (2009) Schifffahrt und Meerestechnik für das 21. Jahrhundert - Forschungsprogramm 2005 – 2010. www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Service/publikationen,did=294700.html, Zugriff 11.05.2010
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) (2010) „Internationale Zusammenarbeit entscheidend für Erfolg von Offshore-Windenergie: Nordseeanrainer rufen Nordsee-Offshore-Initiative ins Leben“, Pressemitteilung vom 5.1.2010. www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Presse/pressemitteilungen,did=325496.html, Zugriff: 24.02.2010

- Burghardt, P. (2010) 7000 Meter unter dem Meeresspiegel, In: Süddeutsche Zeitung, Nr.172, 29.07.2010, S.17
- Busse GmbH (2007) Entwicklung und Erprobung einer Versuchsanlage in zwei Phasen zur Biomembranfiltration in Kreislaufanlagen für die Fischzucht
- Center for Renewable Energy Sources(CRES) (2006) Ocean Energy Conversion in Europe. Recent advancements and prospect. Centre for Renewable Energy Sources 2006. www.wave-energy.net/index_files/documents/CA-OEBROCHURE.pdf, Zugriff: 5.10.2009, S. 12
- Cierjacks, M. (1999) Vorgangsmodellierung als Mittel zur Benutzerbeteiligung bei der objektorientierten Softwareentwicklung. Universität Trier, 1999
- Cleanthinking (2010) ABB und Siemens kämpfen um Marktführerschaft bei Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung. www.cleanthinking.de/siemens-abb-marktfuehrerschaft/3647/, Zugriff 24.02.2010
- Da Silva, S. S., Anderson, A. (1995) Fish nutrition in aquaculture. London
- Daniel Hautmann (2010) Tiefsee. Taucher der Extreme, In: Rheinischer Merkur vom 21.01.2010, www.merkur.de/index.php?id=39703&type=98&uid Zugriff: 26.05.2010
- Dehli, M. (2009) Die Erdgasversorgung. Wie entwickelt sie sich in Zukunft? www.energie-fakten.de, Zugriff: 12.05.2010
- Deutsche BP Aktiengesellschaft [Hrsg.] (2008) Erdöl bewegt die Welt, Bochum 2008
- Deutscher Bundestag (2008) Antwort der Bundesregierung auf die kleine Anfrage der Abgeordneten Dr. Christel Happach-Kasan, Angelika Brunkhorst, Hans-Michael Goldmann, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der FDP. Moderne Aquakulturtechnik für die Speisefischproduktion in Deutschland
- Deutscher Bundestag [Hrsg.] (2009) Bericht der Bundesregierung über die Entwicklung und Zukunftsperspektiven der maritimen Wirtschaft in Deutschland, In: Unterrichtung durch die Bundesregierung, Deutscher Bundestag 16. Wahlperiode, Drucksache 16/11835
- Deutscher Marinebund e.V. (2010) Leinen los! Sonderbeilage 01/2010
- Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI) (o. J.) CManipulator - Autonome Dual-Arm-Manipulation für Inspektion und Wartung in der Tiefsee. www.robotik.dfki-bremen.de/fileadmin/CONTENT/Flyer/DFKI_RIC_CManipulator_D.pdf, Zugriff 18.08.2010
- Douglas Westwood (2005) Marine industries global market analysis. Marine Foresight Series No. 1
- Douglas-Westwood (2008) The World Offshore Oil & Gas Production & Spend Forecast 2009-2013, www.douglas-westwood.com, Zugriff: 18.08.2010
- Douglas-Westwood (2009a) News Release, 3. August 2009
- Douglas-Westwood (2009b) World AUV Market Report 2010 – 2019

- dsn Projekte und Studien für Wirtschaft und Gesellschaft, MC Marketing Consulting (2007) „Maritime Technologien Schleswig-Holstein“, Studie für das Ministerium für Wissenschaft, Wirtschaft und Verkehr des Landes Schleswig-Holstein, dsn – Projekte und Studien für Wirtschaft und Gesellschaft und MC Marketing Consulting, 2007
- Duarte, M. C., Homer, M., Olsen, Y., Soto, D., Marbà, N., Gui, J., Black, K., Karakassis, I. (2009) Will the Ocean Help Feed Humanity? In: Bioscience, Vol. 59, No. 11
- ECORYS Research and Consulting, Decision Etudes & Conseil (2009) Study on the Competitiveness of the EU security industry, Final report, Brüssel, Nov. 2009.
www.ec.europa.eu/enterprise/newsroom/press/document.cfm?action=display&doc_id=5579&userservice_id=1&request.id=0, Zugriff 12.05.2010
- EON-Ruhrgas (2009) Verflüssigtes Erdgas: Flexible Ergänzung zum Pipeline-Gas.
www.eon-ruhrgas.com/cps/rde/xchg/SID-3F57EEF5-FB58A6EC/er-corporate/hs.xsl/673.htm;
www.dftg.de/de/projekt/LNGPotenzial.htm;
www.verivox.de/nachrichten/weltmarkt-fuer-Ing-boomt-doch-in-deutschland-fehlt-ein-hafen-24211.aspx, Zugriff: 7.10.2009
- Europäische Kommission (2009) Fischerei und Aquakultur in Europa. Eine Strategie für eine nachhaltige und blühende europäische Aquakultur
- European Aeronautic Defence and Space Company (EADS) (2007) „Zukünftige Herausforderungen für die EADS und die Zulieferkette“, Abschlussveranstaltung des BMBF Forschungsprojektes AerViCo
www.aervico.net/abschlussveranstaltung/02_AerViCo_EADS.pdf, Zugriff: 22.11.2010
- European Centre for Information on Marine Science and Technology (EurOcean) (2005) Europe's underwater vehicles gather online.
www.eurocean.org/np4/file/1064/IOS_UV_database.pdf, Zugriff 07.05.2010
- European Security Research and Innovation Forum (ESRIF) (2009) Final Report. December 2009.
www.esrif.eu, Zugriff 11.05.2010
- European Wind Energy Association (EWAE) (2009c) Wind at Work. Wind energy and job creation in the EU
- European Wind Energy Association (EWEA) (2009a) Oceans of Opportunity – Harnessing Europe's largest energy resource
- European Wind Energy Association (EWEA) (2009b) Pure Power 2009
- European Wind Energy Association (EWEA) (2010) The European offshore wind industry – key trends and statistics 2009
- ExxonMobil Central Europe Holding GmbH, Pressestelle [Hrsg.] (2009) Oeldorado 2009., Media Nord Print, Hamburg 2009
- FloaTEC, LLC; McDermott International Inc. (2010) Assuring Production - from seafloor to shore
www.floatec.com/images/posters/Integrated_Engineering_Poster.jpg
Zugriff: 22.11.2010
- Flottenkommando (2010) Jahresbericht 2009. Fakten und Zahlen zur maritimen Abhängigkeit der Bundesrepublik Deutschland
- Focus Online [Hrsg.] (2010) Oettinger will europäische Ölkatastrophe verhindern,
www.focus.de/finanzen/news/oelbohrungen-oettinger-will-europaeische-oelkatastrophe-verhindern_aid_527699.html. Zugriff: 10.08.2010.

- Focus Online [Hrsg.] (2009) Methanhydrat. Energie aus Meer und Eis, www.focus.de/wissen/wissenschaft/wissenschafts-dossiers/tid-14909/methanhydrat-energie-aus-meer-und-eis_aid_417386.html, Zugriff: 26.05.2010
- Food and Agriculture Organization (FAO) (2007) State Of World Fishery and Aquaculture 2006
- Food and Agriculture Organization (FAO) (2009) State Of World Fishery and Aquaculture 2008
- Food and Agriculture Organization (FAO) (2010) Fishstats+ 1950-2008
- Fuchs, J., Zika, G. (2010) IAB-Kurzbericht 12/2010 – Arbeitsmarktbilanz bis 2025. Hrsg. Institut für Arbeitsmarkt und Berufsforschung
- Genosko, J. (1999) Regionale Innovationsnetzwerke und Globalisierung. In: Fuchs, G./Krauss, G./ Wolf, H.-G. [Hrsg.]: Die Bindungen der Globalisierung. Interorganisationsbeziehungen im regionalen und globalen Wirtschaftsraum. Marburg. S. 309-328
- Gesellschaft für Maritime Technik e. V. (GMT) (o. J.) Arbeitsfelder der GMT, www.maritime-technik.de, Zugriff: 5.10.2009
- Gesellschaft für Maritime Technik e.V. (GMT), Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbauer e.V. (VDMA), Verband für Schiffbau und Meerestechnik (VSM) (2003) Positionspapier „Meerestechnik – Meer als eine Alternative“ 2003
- Gewerbeansiedlungsgesellschaft Völklingen mbH (2010) Der offizielle Internetauftritt der Stadtwerke Völklingen. www.sw-vk.de/gav/index.html, Zugriff: 20.05.2010
- Global Wind Energy Council (2010) Homepage des Global Wind Energy Council, www.gwec.net/index.php?id=125, Zugriff 16.6.2010
- Gouverneur (2008) Risiko und Rentabilität der Offshore Windenergie, Präsentation, www.wind-eole.com/service/downloads/offshore/
- Groth, M. (2008) Perspektiven der Nutzung von Methanhydraten als Energieträger – Eine Bestandsaufnahme. Lüneburg. Leuphana Universität
- Groth, M. (2009) Potentiale und Risiken der Nutzung von Methan aus Methanhydraten als Energieträger. Lüneburg . Leuphana Universität
- Harvey, B. (2010) IMTA. The future of fish farming? In: Fish Farming International, Vol. 37, Issue 4. S. 20-25
- Hecht, H., Hogrefe, L., Klindt, H., Tietze, G. (2003) German Hydrographic Consultancy Pool (GHyCoP) for Hydrographic Services
- Hydro International (2010) Ocean Survey - The World Market, www.hydro-international.com/issues/articles/id263-Ocean_Survey__The_World_Market.html, Zugriff: 20.05.2010
- Institut der Deutschen Wirtschaft Köln (IDW) (2010) Ingenieurarbeitsmarkt 2009/10, Berufs- und Branchenflexibilität, demografischer Ersatzbedarf und Fachkräftelücke, Köln.
- Institut for marine research (IMARE) (2010) Marine Aquakultur, www.imare.de/de/marine_aquakultur/definition_aquakultur/ Zugriff: 20.07.2010

- Institute of Aquaculture & Department of Marketing. University of Stirling (2003) The potential impact of technological innovation on the aquaculture industry. In: Report to the Royal Commission on Environmental Pollution
- International Energy Agency [Hrsg.] (2005) Resources to Reserves. Oil & Gas Technologies for the Energy Markets of the Future, IEA Publications, JOUVE 2005
- International Federation of Robotics (IFR) (2009) World Robotics – Service Robots 2009
- International Fish Farming Technology [IFFT] (2010) Technologie für geschlossene Marikultur Kreislaufanlagen, www.iff.eu/, Zugriff: 20.07.2010
- International Maritime Organization (IMO) (2002) International Ship & Port Facility Security Code and SOLAS Amendments 2002
- Janssens, M., Söderlind, G. (EC DG JRC) (2008) Präsentation auf dem „STACCATO Final Forum“ zum Arbeitspaket 2
- Kirchner, F. (2009) “Roboter für die Tiefsee: Intelligent, interagierend, lernend”, Vortrag im Rahmen der 6. Maritimen Konferenz. www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/M-O/maritime-konferenz-6-vortrag-kirchner,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf, Zugriff 18.08.2010
- Koschatzky, K. (2005) Nutzen von Forschungs Kooperationen zwischen Wirtschaft und Wissenschaft. In: Fritsch, M./Koschatzky, K. (Hrsg.): Den Wandel gestalten – Perspektiven des Technologietransfers im deutschen Innovationssystem. Stuttgart. S. 51- 69
- KPMG (2010) Offshore-Windparks in Europa, Marktstudie 2010. Studie im Auftrag der Stiftung Offshore Wind, www.kpmg.de/media/20100901_Offshore_Windparks_in_Europa_2010.pdf.
- Künzel, M., Stroschein, Chr. (2010) Der Markt für Sicherheitstechnologien in Deutschland und Europa Konkretisierung industriepolitischer Unterstützungsmaßnahmen anhand einzelner Handlungsfelder; unveröffentlichter Abschlussbericht für das BMWi, Juni 2010
- Lai, L. W. C. und Lam, K. K. H. (1999) The evolution and future of marine fish culture in Hong Kong in Aquaculture Economics and Management, Volume 3, Nr. 3, S. 254-266
- Leibniz-Institut für Meereswissenschaften an der Universität Kiel (IFM GEOMAR) [Hrsg.] (2005a) Allgemeine Informationen zu Gashydraten, www.ifm-geomar.de/index.php?id=gh-allgemein, Zugriff: 27.05.2010
- Leibniz-Institut für Meereswissenschaften an der Universität Kiel (IFM GEOMAR) [Hrsg.] (2005b) Natürliche Vorkommen von Gashydraten, www.ifm-geomar.de/index.php?id=gh_vorkommen, Zugriff: 27.05.2010
- Leibniz-Institut für Meereswissenschaften an der Universität Kiel (IFM-GEOMAR) (2008) Hintergrundinformation. Aufbau des nationalen Kompetenzzentrums marine Aquakultur

- Leibniz-Institut für Meereswissenschaften an der Universität Kiel (IFM-GEOMAR) (2009) Submarine Gashydrat-Lagerstätten: Erkundung, Abbau und Transport
www.ifm-geomar.de/index.php?id=sugar, Zugriff 11.03.2010
- Leibniz-Institut für Meereswissenschaften an der Universität Kiel (IFM-GEOMAR) (2009) Homepage des Projekts SUGAR (Submarine Gashydrat-Lagerstätten: Erkundung, Abbau und Transport)
www.ifm-geomar.de/index.php?id=3563; Zugriff: 04.11.2010
- Longrée, W.-D.(2003) Umweltfreundliche Offshore Technologien oder Öl & Gas Offshore – die vernachlässigte Forschung, IMPaC Offshore Engineering, 3. Nationale Maritime Konferenz, Lübeck 2003
- Lubbadeh, J. (2008) Benzin aus Bakterien. Schwarzes Gold aus dem Silicon Valley, In Spiegel Online,
www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/0,1518,561833,00.html,
Zugriff: 26.05.2010
- Lubbadeh, J.,Schultz, S. (2010) "Offshore-Allianz - Europas Norden treibt die Energiewende voran" in: Spiegel-online vom 05.01.2010,
www.spiegel.de/wirtschaft/0,1518,670148,00.html, Zugriff 24.02.2010
- Lucas, S. J., Southgate, C. P. [Hrsg.] (2005) Farming Aquatic Animals and Plants. Oxford
- Merkel, W.W. (2005) Energie aus der Tiefe, In: Welt-Online,
www.welt.de/print-welt/article181958/Energie_aus_der_Tiefe.html,
Zugriff: 26.05.2010
- Meyer, S. (2009) Die meerestechnische Wirtschaft in Niedersachsen und Norddeutschland, in: RegioPol 1/2009, S. 65-79
- MMR-Studie (2009) Studie mit dem Ziel eines Aktionsplans für den Bereich Marine Mineralische Rohstoffe, MC Marketing Consulting Michael Jarowinsky, Prognos AG, Dr. Hermann-Rudolf Kudrass und Prof. Dr. jur. Uwe Jenisch, Juli 2009
- Molly, Jens Peter (2009) Kapazitätsbedarf und Engpässe für die Offshore-Windenergienutzung, Präsentation März 2009
- Müller, J. (2006) Kooperationen und Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen. Eine empirische Untersuchung anhand einer Unternehmensbefragung in der Arbeitsmaschinenbranche, Working Paper, Frankfurt am Main
- Norddeutsche Landesbank (NORD/LB), EBP, MR (2009) Gutachten zur Stärkung und Weiterentwicklung des gemeinsamen Maritimen Clusters der Metropolregion Hamburg und Schleswig-Holsteins. Studie im Auftrag der Behörde für Wirtschaft und Arbeit der Freien und Hansestadt Hamburg. Langfassung (unveröffentlicht)
- Oldag, A.,Liebrich, S. (2010) Es wird weiter gebohrt, In: Süddeutsche Zeitung, Nr.172, 29.07.2010, S.17
- Operationelles Programm Europäischer Fischereifonds (2007) Bundesrepublik Deutschland
- PetroStrategies, Inc. (2010) Oil and Gas Service Companies,
www.petrostrategies.org/Links/service_companies.htm, Zugriff: 18.08.2010

- Poseidon Aquatic Resource Management LTD (2006) Some Aspects of the Environmental Impact of Aquaculture in Sensitive Areas
- POWER (2006) Pushing Offshore Wind Energy Regions – Transnational Offshore Wind Supply Chain Study
- Prise Waterhouse Coopers (PWC) (o. J.) LNG - Die alternative Beschaffungsmöglichkeit für Europas Erdgasimporteure?
www.pwc.de/portal/pub/!ut/p/kcxml/04_Sj9SPykssy0xPLMnMz0vM0Y_QjzKLd4p3tjQCSYGYLm4W-pEQhitEzCDeESESpO-t7-uRn5uqH6BfkBsaUe7oqAgArpbOiA!!?siteArea=e57bf847407878a&content=e57bf847407878a&topNavNode=49c411a4006ba50c, Zugriff 25.09.2009
- Projektträger in der Forschungszentrum Jülich GmbH (PTJ) (o. J.) Neu bewilligte Projekte im Bereich Schifffahrt und Meerestechnik
www.fz-juelich.de/ptj/projekte-schifffahrt, Zugriff 18.08.2010
- Rennings, K. (2005) Integrierter Umweltschutz setzt sich international durch. In: ZEW-News: Ausgabe März 2005. Mannheim : ZEW. S. 1f.
- Rhombos Online-Nachrichten [Hrsg.] (2008) Studie: Weltweite Ölförderung hat das Fördermaximum bereits überschritten,
www.rhombos.de/shop/a/show/story/?1253, Zugriff: 26.05.2010
- Ruppik, D. (2009) „Indien Ausbau der maritimen Infrastruktur“ in: Schiff und Hafen 11/2009 S. 12f.
- Scheele, B., Groeben, N. (1988) Dialog-Konsens-Methoden zur Rekonstruktion subjektiver Theorien. Tübingen, 1988, S. 34 ff.
- Schiff & Hafen (2009) Schiff & Hafen, Heft 1/2009, S. 74
- Schmitz, W. (2008) Gewinnung von Erdöl & Erdgas aus dem Meeresboden, In: Schiff & Hafen, Nr.9, September 2008, S.274
- Schubert, H.; Fürst, D.; Rudolph, A.; Spieckermann, H. (2001) Regionale Akteursnetzwerke. Analysen zur Bedeutung der Vernetzung am Beispiel der Region Hannover
- Siemens AG [Hrsg.] (2008) Zukunft der Rohstoffe – Bohrplattformen In: Pictures of the Future,
www.siemens.com/innovation/de/publikationen/zeitschriften_pictures_of_the_future/pof_herbst_2008/rohstoffe/bohrplattformen.htm
Zugriff: 26.05.2010
- Simmons, M.R. (2010) At Risk: The Sustainability of Oil and Gas, AON Annual Energy Insurance Symposium, Houston, 2010
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2010) Umsatzsteuerstatistik
- Stickney, R. R.,McVey, P, J. [Hrsg.] (2002) Responsible Marine Aquaculture. New York, Wallinford
- Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft (2010) Innovationsquoten 2008
- Stürmer, M. (2009) Strategische Rolle des Erdgases wächst, In: Welt-Online,
www.welt.de/dossiers/erdgas2009/article3761342/Strategische-Rolle-waechst.html, Zugriff: 26.05.2010
- Süddeutsche Zeitung (2010) Wettlauf um die Schätze der Arktis. Artikel vom 03.08.2010

- Suess, E., Bohrmann, G. (2006) Brennendes Eis. In: WEFER, G. 2006: Expedition Erde : Wissenswertes und Spannendes aus den Geowissenschaften. Bremen : GeoUnion - Alfred-Wegener-Stiftung. S.152-161
- Sukowski, O. (2002) Der Einfluss der Kommunikationsbeziehungen auf die Effizienz des Wissenstransfers – Ein Ansatz auf Basis der Neuen Institutionenökonomie. Dissertation Universität St. Gallen
- Sun&Wind Energy (2010) “A fresh breeze from offshore”, Special Edition, 1/2010
- Tietze, G. (o. J.) Hydrographie. Strategiepapier der Deutschen Hydrographischen Gesellschaft
- TradeWind (2009) Integrating Wind - Developing Europe´s power market for the large-scale integration of wind power
- Umoh, D. (2008) Offshore Bohranlagen, Technische Bergakademie Freiberg
- VDI/VDE Innovation + Technik GmbH (2010) Marktpotenzial von Sicherheitstechnologien und Sicherheitsdienstleistungen, April 2010. Studie im Auftrag des BMWi, www.vdivde-it.de/Images/publikationen/dokumente/Schlussbericht_druck3.pdf
- Wallmann, K. (2008) Neue Konzepte zur Nutzung der Gashydrate im Meeresboden - Erdgasgewinnung und CO₂-Speicherung. In: MARINEFORUM 2008, Bd. 3. S.12f.
- Westwood, J. (2010) Trends in the Marine Energy Markets. Präsentation Juni 2010
- Westwood, J. (2010b) Offshore Wind – World Market Update, Präsentation 20.10.2010, London.
- Winkelmann, U., Ludwig, H. (2010) Enormer Kapitalbedarf. In: Erneuerbare Energien, Mai 2010, S. 46-49
- Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V. [Hrsg.] (2006) Die Deutsche E&P-Industrie: Weltweit Aktiv, Hannover
- Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V. [Hrsg.] (2008) Reserven und Ressourcen. Potenziale für die zukünftige Erdgas- und Erdölversorgung, Hannover
- Wissenschaftlicher Beirat des deutschen Fischereibundes (2008) Thesenpapier zum Stand der Fischereiforschung in Deutschland
- Zentrum für europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) (2009) Studie zur deutschen Beteiligung am 6. Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Union
- Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) (2010) Innovationsbefragung 2009; Innovationsintensität als Anteil der Innovationsaufwendungen an den Umsätzen
- Zimmer, U. (2010) Organization and Country Index of Autonomous underwater vehicles, www.transit-port.net/Lists/AUVs.html, Zugriff 04.05.2010

Anhang

Anhang 1: Förderschwerpunkte des Bundes nach Leistungssystematik

Förderschwerpunkt nach Leistungsplansystematik		Fördergebiet
C11011	Globale Systemforschung	Marine Grundlagenforschung
C11020	Wirkungsforschung (z.B. Ozean/Atmosphäre-Wechselwirkung)	
C12010	Regionale Systemforschung (Ost- und Nordsee, Tiefsee, usw.)	
C12020	Wirkungsforschung (z.B. Schadstoffflüsse und -wirkungen)	
C13010	Identifizierung und Untersuchung mariner Naturstoffe	
C15010	Begleitforschung, Infrastrukturentwicklung	
C19099	Sonstiges im Rahmen der Meeres- und Polarforschung	
C13020	Andere Marine Ressourcen	
C16030	Große, mittelgroße Forschungsschiffe; Schiffspool	
C16010	Bau eines mittelgroßen Schiffes	
C14010	Technik-/Infrastrukturentwicklung und -bereitstellung	Meeresforschungstechnik
C17010	Marine Aquakultur	Marine Aquakultur
C18010	Erfassung und Vorhersage der Naturbedingungen im Küstenbereich	Maritimer Wasserbau/ Küsteningenieurwesen
C18020	Wechselwirkungen Meer/ Küstenwerk	
C25000	Meerestechnik	Offshore Öl und Gas /Unterwassertechnik
E21250	Projektförderung Offshore-Windparks	Offshore-Wind

Tabelle 36: Förderschwerpunkte des Bundes nach Leistungsplan-Systematik

Quelle: Eigene Darstellung

Der folgende Text war Gegenstand des Auftrages und wurde im Sommer 2010 fertig gestellt.

Anhang 2: SLT-Ergebnisse

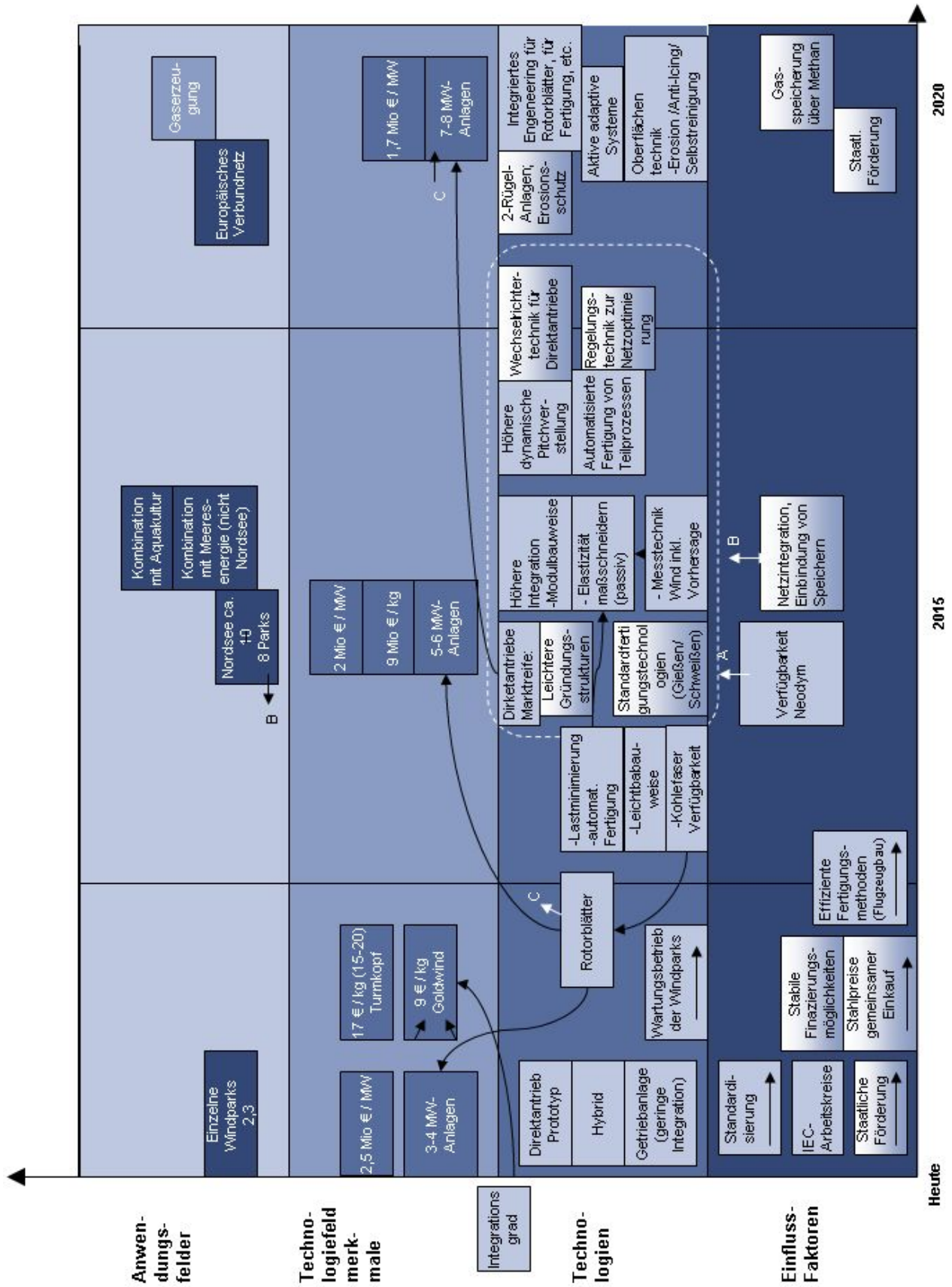


Abbildung 101: Ergebnisse SLT-Interview Offshorewindenergie

Quelle: Eigene Darstellung.

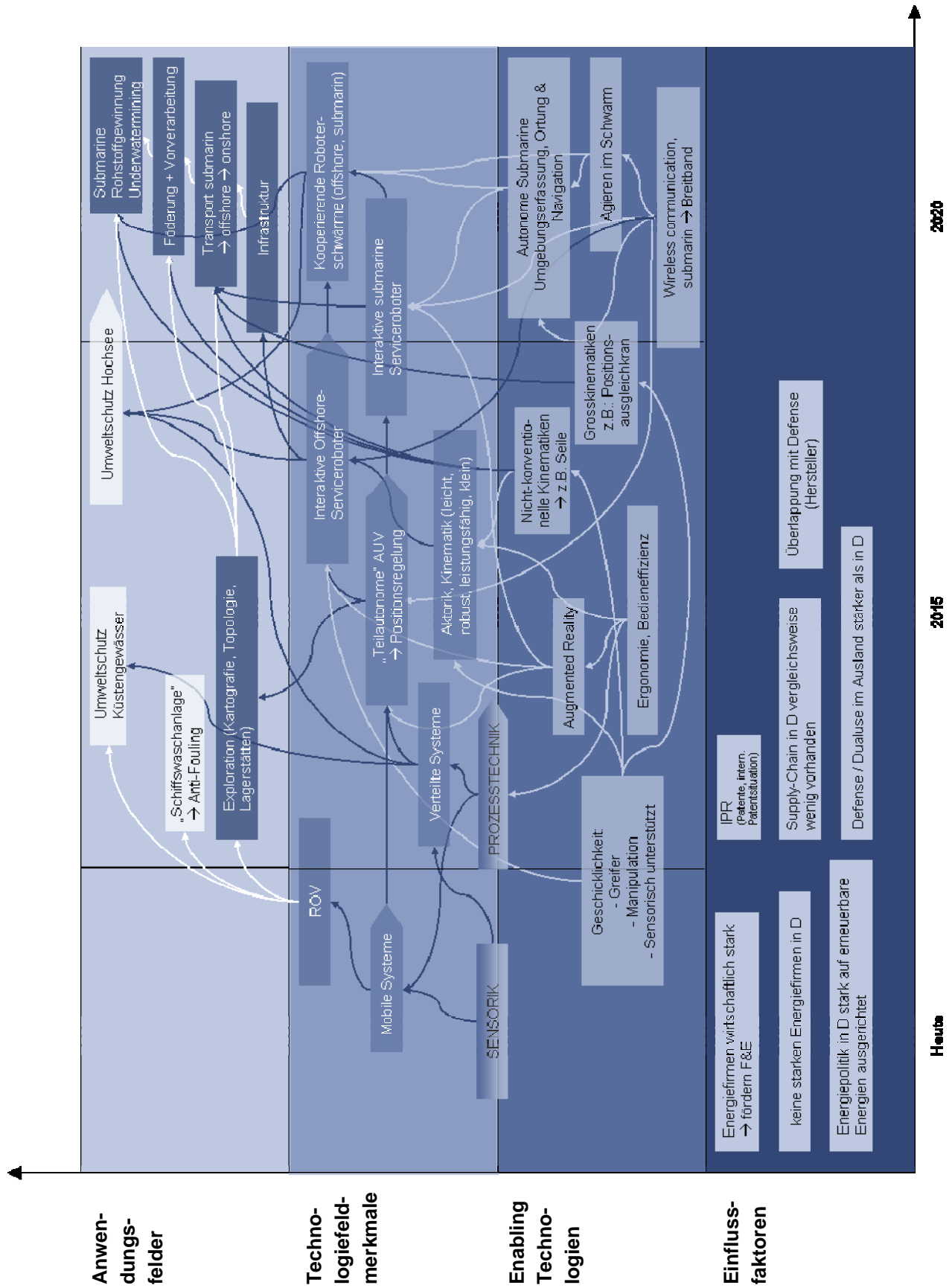


Abbildung 102: Technologiefeldmerkmale, Enabling Technologies und Einflussfaktoren in den Anwendungsfeldern Rohstoffe und Umwelt

Quelle: Eigene Darstellung

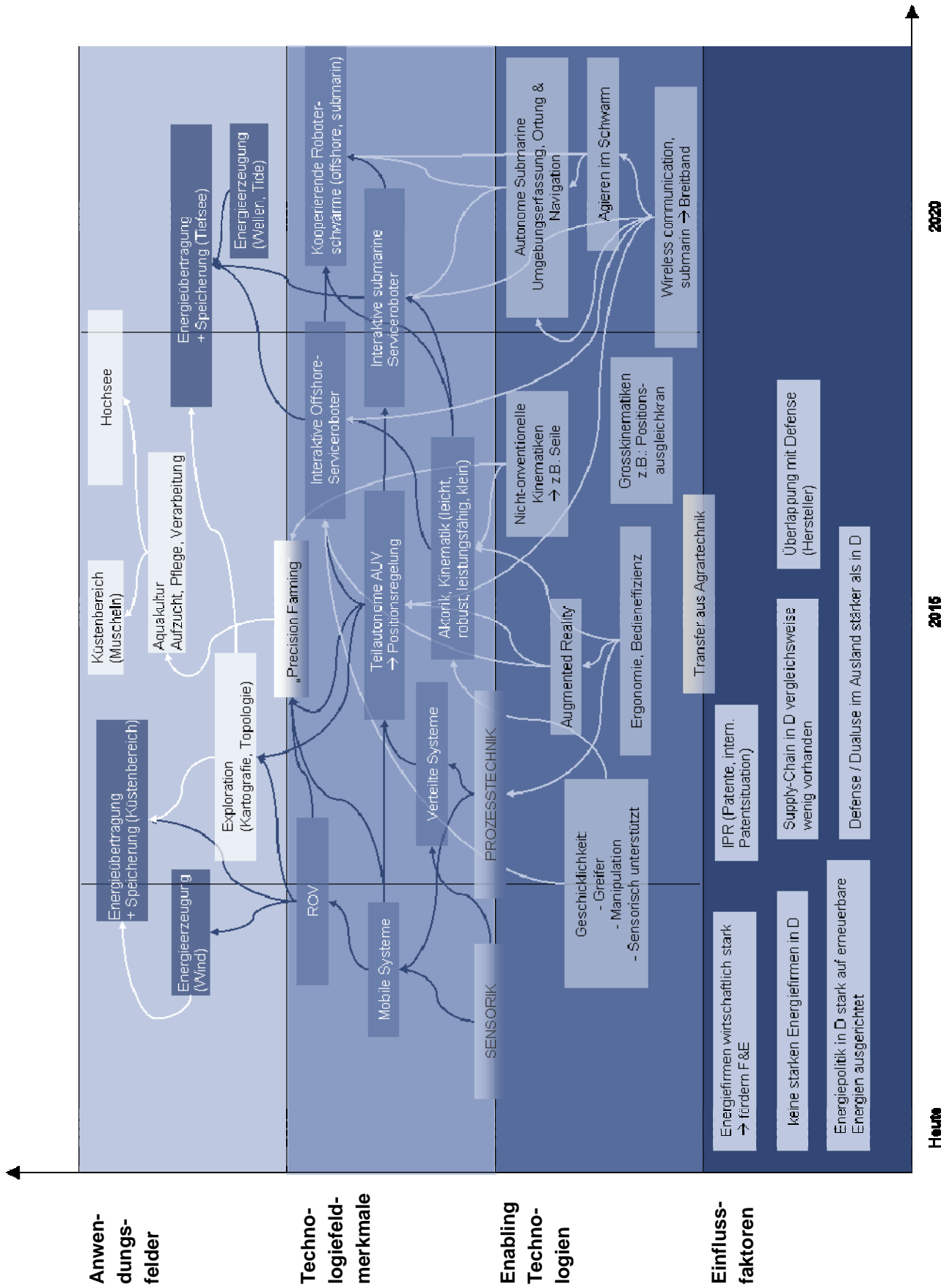


Abbildung 103: Technologiefeldmerkmale, Enabling Technologies und Einflussfaktoren in den Anwendungsfeldern Aquakultur und Energie
 Quelle: Eigene Darstellung

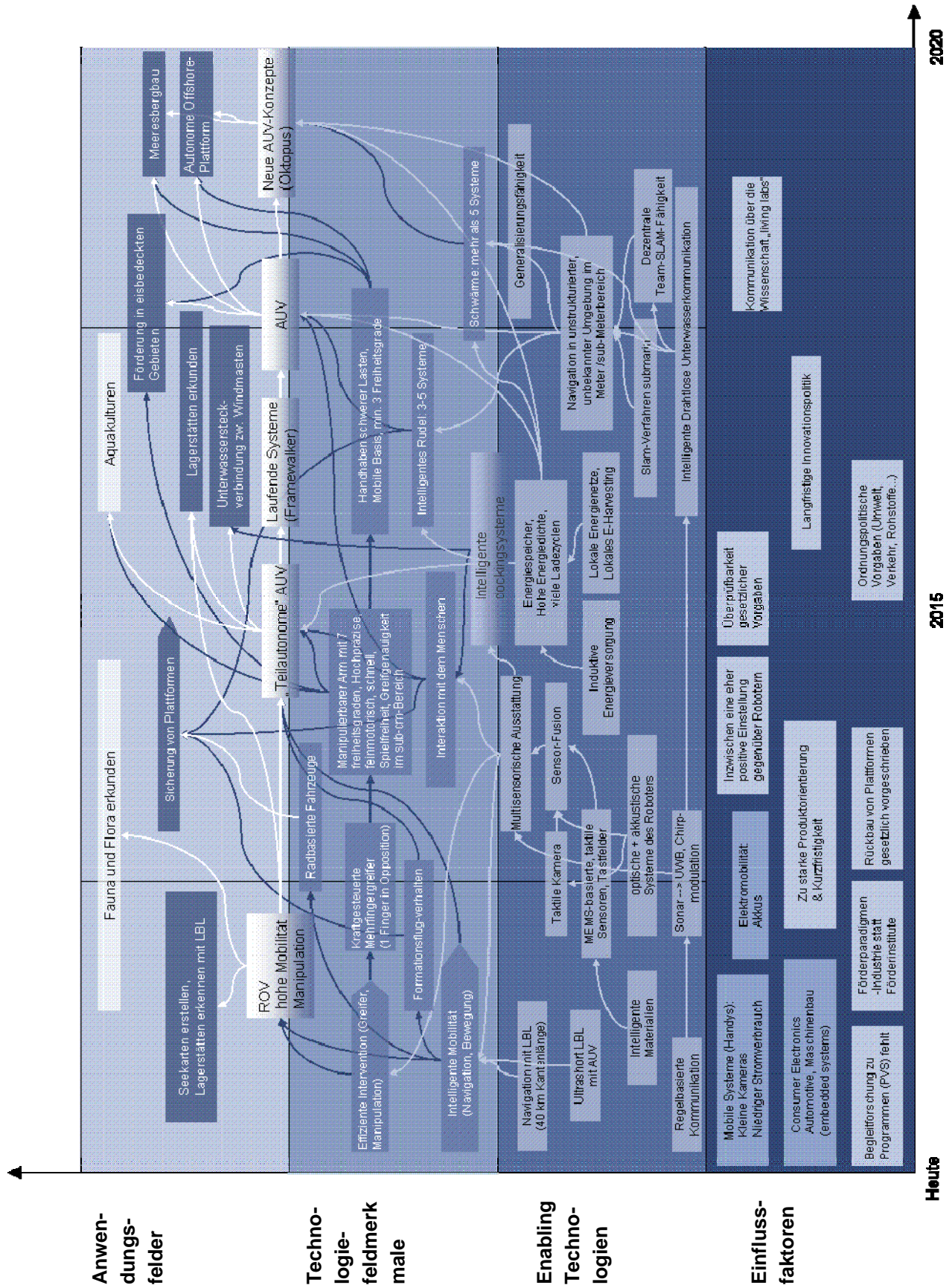


Abbildung 104: Technologiefeldmerkmale, Enabling Technologies und Einflussfaktoren im Anwendungsfeld maritime Robotik

Quelle: Eigene Darstellung

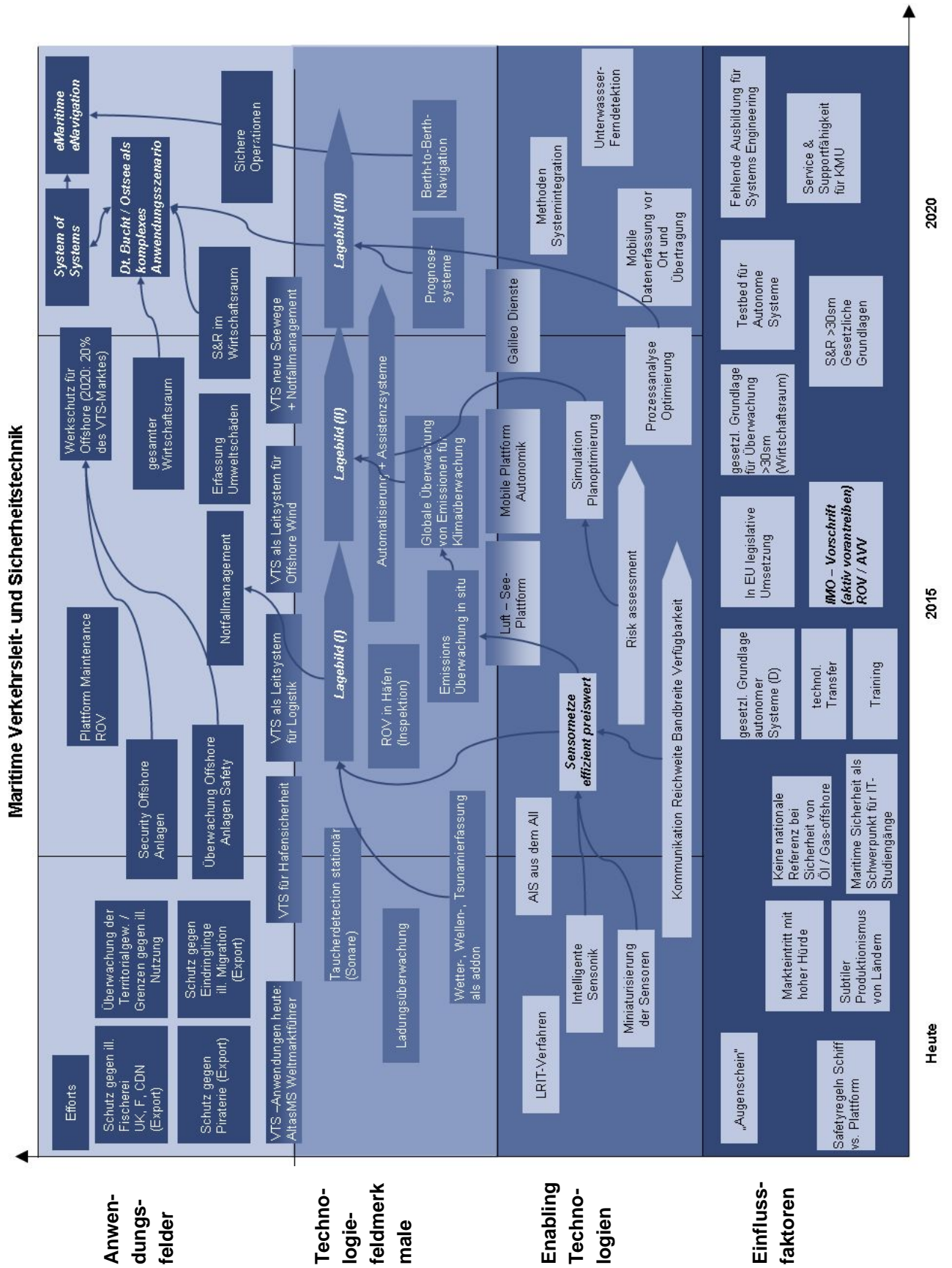


Abbildung 105: Ergebnisse SLT-Interview Maritime Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik

Quelle: Eigene Darstellung

Anhang 3: Der Entwicklungsprozess des Nationalen Masterplan Maritime Technologien

Vorbemerkung:

Mit der Entwicklung des „Nationalen Masterplan Maritime Technologien“ wurde bereits im Laufe der Erstellung der hier vorliegenden Studie begonnen. Der folgende Text war Gegenstand des Auftrages, wurde im Juli 2010 dem BMWi übergeben und beschreibt den Prozess zum Masterplan.

Der Entwicklungsprozess des Nationalen Masterplan Maritime Technologien

	<p>Der in diesem Kapitel vorgestellte Prozess zur Entwicklung des Nationalen Masterplans Maritime Technologien (NMMT) wurde im Frühjahr 2010 zwischen dem Auftragskonsortium der Studie Meerestechnik und dem Auftraggeber BMWi entwickelt. Mit diesem Konzept werden alle notwendigen Schritte aufgezeigt, um den NMMT schnell und handlungsorientiert fertigzustellen. Das Konzept wurde im Juni 2010 der „Task Force Maritime Wirtschaft“ vorgestellt.</p>
Rahmendaten	<p>Der Masterplan wird im Mai/Juni 2011 auf der 6. Nationalen Maritimen Konferenz in Wilhelmshaven vorgestellt. Die Projektleitung zur Erstellung des NMMT liegt bei Ernst Stöckl-Pukall, Referat IV A 7, Maritime Wirtschaft, im BMWi. Ergebnis des Prozesses ist der Masterplan als gedruckter Bericht und Publikation des BMWi.</p>
Ziel des Prozesses	<p>Ziel des Prozesses zur Entwicklung des NMMT ist es, eine hohe Akzeptanz des Prozesses und des Ergebnisses bei den maritimen Stakeholdern wie den Ländern, Verbänden und Bundesministerien, die sich im Bereich der maritimen Politik engagieren, zu erzielen; damit sie die spätere Umsetzung der entwickelten Strategien und Aktionen unterstützen und tragen.</p>
Operative Ziele des Erstellungsprozesses des NMMT	<p>Eine hohe Akzeptanz wird erzielt durch ein gemeinsames Verständnis der Stakeholder über:</p> <ul style="list-style-type: none">▶ die Bereiche der maritimen Wirtschaft und für welche maritimen Technologien der NMMT Gültigkeit haben wird,▶ den Prozess bis zur Nationalen Maritimen Konferenz 2011,▶ die inhaltliche Struktur / Gliederung des NMMT,▶ die Länge des NMMT und▶ die inhaltliche Ausrichtung
Formale Kriterien	<p>Der Masterplan soll folgende formale Kriterien aufweisen:</p> <ul style="list-style-type: none">▶ einfach / übersichtlich▶ klare Bildsprache▶ Aufforderungscharakter▶ Umsetzungsorientierte Vorschläge mit klaren Verantwortlichkeiten, Zielen, Zeiträumen und möglichen Partnern.

Die Meilensteine und Aktivitäten

Die zentralen Meilensteine und Aktivitäten (mit Daten in der Verantwortung des BMWi) im Entwicklungsprozess waren bzw. werden sein:

- ▶ Vorstellung der Inhalte des NMMT und des Prozesses zum NMMT auf der „Task Force Maritime Wirtschaft“ am 17. Juni 2010
- ▶ Beginn der Entwicklung der Texte des NMMT (Juli 2010)
- ▶ Fertigstellung erster Entwurf des NMMT und Versand an die Task Force (Mitte November 2010)
- ▶ Task Force Maritime Wirtschaft: Sitzung mit der Diskussion des ersten Entwurfes (25. November 2010)
- ▶ Entwicklung des zweiten Entwurfs des NMMT (Dezember 2010 / Januar 2011)
- ▶ Versand des zweiten Entwurfs des NMMT an die Task Force (Ende Januar 2011)
- ▶ Task Force Maritime Wirtschaft: Sitzung mit der Diskussion des zweiten Entwurfes (Mitte Februar 2011)
- ▶ Nach Task Force-Sitzung Entwicklung des dritten Entwurfs des NMMT (bis Ende Februar 2011)
- ▶ Versand des dritten Entwurfs des NMMT an die Task Force und Möglichkeit letzter Änderungsvorschläge (Mitte März 2011)
- ▶ Freigabe des NMMT durch BMWi-Spitze (Ende März 2011)
- ▶ Kenntnisnahme des NMMT durch das Bundeskabinett (Anfang April 2011)
- ▶ Grafikdesign Druck des NMMT (April/Mai 2011)
- ▶ Präsentation des NMMT auf der Nationalen Maritimen Konferenz (Mai/Juni 2011)

