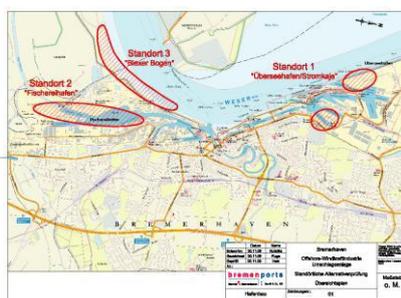


Bedarfsanalyse für eine Endmontage- und Verladeeinrichtung an der Außenweser für den Hersteller- und Lieferantenpark der Offshore- Windenergiebranche in Bremerhaven

Im Auftrag der
Bremerhavener
Gesellschaft für Investitionsförderung
und Stadtentwicklung mbH
(BIS)

LSA Logistik Service Agentur GmbH (LSA)



Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Ausgangslage	5
1.1. Die Erreichung der nationale und europäische Klimaschutzziele	5
1.2. Ursprung für die Entwicklung der Wind-Offshoretechnologie	5
1.3. Zunehmende Bedeutung der Logistik bei der Umsetzung der Offshoretechnologie	8
2. Bedarfsanalyse und -feststellung	10
2.1. Die Realisierung der Wind-Offshoretechnologie erzeugt neue Güterströme und Logistiksysteme	10
2.2. Die Endmontage, die Verladung, der Transport und die Installation von Offshore-Windkraftanlagen benötigt eine spezielle Infrastruktur an Land	14
2.3. Die landseitige Infrastruktur wird zum Engpass, wenn der zeitgerechte Ausbau der Wind-Offshoretechnologie gelingen soll	15
2.4. Die Weiterentwicklung des Offshorestandortes Bremerhaven benötigt Endmontage und Verladekapazitäten mit restriktionsfreiem Zugang zur offenen See	17
2.4.1. Die Liegeplatzkapazitäten im Fischerei-/Labradorhafen sind durch die eingehenden und ausgehenden Güterströme der bestehenden Unternehmen über das Jahr 2011 hinaus ausgelastet	17
2.4.2. Der weitere Ausbau der Fischereihafenschleuse allein ist keine Lösung	23
2.5. Mindestanforderungen und Kapazitätsbedarf für eine Endmontage- und Verladeeinrichtung in Bremerhaven	26
2.6. Die Lage der Endmontage- und Verladeeinrichtung in Bremerhaven	32
2.7. Eine langfristige Nutzungsänderung des Containerterminals Bremerhaven wären aufgrund der hohen Umfuhrkosten ein Standortnachteil und damit ein Hemmnis für weitere Unternehmensansiedlungen im Bereich Luneplate	35
3. Variantenbetrachtungen im Hinblick auf die logistische Aufgabenerfüllung	38
3.1. Ausgangspunkt die Montageprozesse auf See	38
3.2. Nutzungsmöglichkeiten der betrachteten Varianten Containerterminal, Blexer Bogen Nord, Blexer Bogen Süd/Erdmannssiel für die Endmontage und Verladung	43
3.2.1. Das Layout des Containerterminals ermöglicht unabhängig von den nachteiligen Umfuhrkosten einen reibungslosen Materialfluss und erfüllt alle Flächenfunktionen	43
3.2.2. Variante Blexer Bogen Nord mit gravierenden Einschränkungen für die logistische Aufgabenerfüllung	45
3.2.3. Variante 12 : Blexer Bogen Süd (Erdmannssiel)	48
4. Zusammenfassung	50

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 1.2.1: Marktreichweite und –potential eines Produktionsstandortes in Bremerhaven	6
Abb. 1.2.2: Anteil der Logistikkosten an den Gesamtinvestitionskosten	7
Abb. 1.3.1: Logistische Herausforderungen im Vergleich: Transport eines Rumpsegmentes für den Airbus A380 mit einem Turmsegment für eine 5 MW-Anlage	9
Abb. 1.3.2: Logistische Herausforderungen im Vergleich: Umschlag eines Rumpsegmentes für den Airbus A380 mit einem Maschinenhaus der 5 MW-Klasse	9
Abb. 2.1.1 Planungen auf der Basis logistischer Grundprinzipien	11
Abb. 2.1.2 Darstellung der logistischen Grundprinzipien in der Realität am Beispiel der Offshore-Windparks Alpha-Ventus im Vergleich mit einer möglichen Versorgung eines Windparks aus Bremerhaven, wenn eine Endmontage und Verladeeinrichtung verfügbar wäre	12
Abb. 2.1.3: Ladungsaufkommen und Marktvolumen der Hauptkomponenten	13
Abb. 2.2.1 Betriebliche Anforderungen an eine Endmontage- und Verladeeinrichtung: Errichtung und Endmontage von Gründungskörpern	14
Abb. 2.2.2 Betriebliche Anforderungen an eine Endmontage- und Verladeeinrichtung: Jack-up Plattformen müssen unmittelbar an der Kaikate „aufjacken“ können	15
Abb. 2.3.1. Flächenbilanz: Bestehende Einzelflächen in den deutschen Seehäfen und Bedarf für die Abwicklung der geplanten deutschen Offshoreprojekte	14
Abb. 2.4.1.1 : Ladungsaufkommen/Umschlagvolumen der bestehenden Fertigungsstätten im Labradorhafen bei voller Auslastung der Produktion ab 2011	18
Abb. 2.4.2.1 : Schwimmkran Taklift 4 im Schleusenhafen Wilhelmshaven bei Verladung einer Topside auf einen Ponton	23
Abb. 2.4.2.2: Auswahl möglicher Transport- und Installationsschiffe mit ihren Längen, Breiten und Tiefgängen, die den Fischereihafen sowohl von der Breite als auch vom Tiefgang nicht anlaufen können	24
Abb. 2.4.2.3 Erheblicher Aufwand für Stau- und Laschaufwand auch für kurze Transporte über die Seeschiffahrtsstraßen. Anteil ca. 60 Prozent der Gesamtkosten	25
Abb. 2.5.1. Optimale Nutzung der Zwischenlagerkapazitäten der Fertigungsstätten Multibrid und Repower ist eine Voraussetzung für die Bemessung der Terminalkapazitäten an der Außenweser	26
Abb. 2.5.2. Größenordnungen im Vergleich: Spannweiten und Rumpflängen A318/A380 projiziert auf die Fläche eines Fußballplatzes	27
Abb. 2.5.3. Größenordnungen im Vergleich: Draufsicht auf ein 5MW-Maschinenhaus mit zwei vormontierten Rotorblättern (sog. „Bunny“, vgl. auch folgende Abbildung) → Rotordurchmesser bis zu 120 m, Gondellänge bis zu 20 m.	27
Abb. 2.5.4. Anforderungen an den Umschlag und die Lagerung im Offshore-Hafen - Beispiel: 3MW-Maschinenhäuser mit zwei vormontierten Rotorblättern in Belfast. Im Vordergrund Umschlag einer Komponente für die Gründungsstruktur einer Trafostation (153 to, 33m Länge) eines deutschen Projektes.	28
Abb. 2.5.5. Anforderungen an den Umschlag und die Lagerung im Offshore-Hafen - Beispiel: Transport eines Rotorsterns und eines 5MW-Maschinenhauses ins Baugebiet „Alpa Ventus“, nach der Vormontage und der Verladung im Hafen von Eemshaven/NL	28
Abb. 2.6.1.: Hafenfunktion (überregionale Bedeutung) Umschlag, Zwischenlagerung eingehender Komponenten aus diversen Fertigungsstandorten und Wiederverladung für den Transport zum Windpark	33
Abb. 2.6.2.: Endmontage und Verladeeinrichtung (lokale Bedeutung) als Warenausgangszone für die Weiterentwicklung des Hersteller- und Lieferanteparks in Bremerhaven	34
Abb.:2.6.3. Grundsatzüberlegung: Weitestgehende Trennung der eingehenden und ausgehenden Güterströme zur Entlastung des Labradorhafens, Schaffung von Abfertigungsmöglichkeiten für Verschiffungs- und Installationseinheiten, die den Labradorhafen nicht mehr anlaufen können.	35
Abb. 2.7.1 Gebrochener Verkehr zwischen Fertigung und Verladeeinrichtung bei Nutzung des Containerterminals	36

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 2.7.2.: Gegenüberstellung der Umfuhrkosten Fertigung Labradorhafen zum Blexer Bogen vs. Containerterminal	36
Abb. 3.1.1.: Einlaufen der Gesamten Flotte „Alpha Ventus“ zum Laden in den Hafen von Eemshaven	39
Abb. 3.1.2.: Installation Offshore: Möglichst viele Prozesse an Land vorbereiten, möglichst optimale Nutzung der verfügbaren Wetterfenster.	39
Abb. 3.1.3.: Konventionelle Errichtung von Plattformen	40
Abb. 3.1.4.: Selbsterrichtende Plattform	40
Abb. 3.1.5.: Selbsterrichtendes Umspannwerk	41
Abb. 3.1.6.: Installation komplett montierter Anlagen Schwimmkran Rambiz 4000 to Tragkraft, Breite 44 m, Länge 88 m mit Repower 5 M – komplett montiert	42
Abb. 3.1.7.: Rotorstern an Land vormontiert und Installation auf See	42
Abb. 3.2.1.1: Containerterminal 1, incl. Umfuhr der Komponenten aus den Fertigungsstätten im Labradorhafen Materialfluss und Flächenfunktionen	44
Abb. 3.2.1.2 Flächenfunktionen: Zwischenlager Rotorstern, Aufrichten Jacket Gründungsstruktur vor der Verladung	45
Abb. 3.2.2.1: Blexer Bogen Nord – Übersichtsplan	46
Abb. 3.2.2.2: Große Raupenkran beanspruchen auf der Kaikante einen erhebliche Arbeitsbereich von bis zu 50m	47
Abb. 3.2.3.1: Variante 12 „Blexer Bogen Terminal Süd“ – Übersichtsplan	48
Abb. 3.2.3.2: Variante 12 „Blexer Bogen Terminal Süd“ – Materialflusslayout	49

1. Ausgangslage

1.1. Die Erreichung der nationalen und europäischen Klimaschutzziele

Die Herausforderung des globalen Klimawandels ist eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe, die u.a. mit der Frage verknüpft ist, wie unter den Bedingungen einer weltweit steigenden Energienachfrage die Versorgungssicherheit gewährleistet und so insgesamt eine nachhaltige Energieversorgung verwirklicht werden kann.

Die lückenlose Umsetzung bestehender und weiterentwickelter Strategien zur Steigerung der Ressourcen- und Energieeffizienz, u.a. durch den weiteren Ausbau der Erneuerbaren Energien sind bedeutend, um die Emission der Treibhausgase zu reduzieren.

Der weitere ökologisch verträgliche Ausbau der Erneuerbaren Energien ist daher von zentraler Bedeutung für die künftige Energieversorgung. Der weitere Ausbau der Erneuerbaren Energien ist neben Energiesparen und der deutlichen Steigerung der Energieeffizienz eine wichtige Voraussetzung, um die Klimaschutzziele zu erreichen.

Das klimapolitisch Notwendige kann darüber hinaus dazu beitragen, dass Wachstum und Beschäftigung sich in diesem Bereich positiv weiter entwickeln. Verlässliche und wettbewerbsfähige Rahmenbedingungen und Perspektiven für die Investitionen der Energiewirtschaft und der Industrie sind ein wesentlicher Beitrag für die Realisierung der Strategien.

1.2. Ursprung für die Entwicklung der Wind-Offshoretechnologie

Der Windenergiemarkt hat sich zu einem globalen und hochgradig innovativen Wirtschaftszweig entwickelt.

Wesentliche Impulse für die Entwicklung

- des Onshore-Marktes im In- und Ausland,
- des Offshore-Marktes im In- und Ausland und
- einer international wettbewerbsfähigen Zulieferindustrie

kamen und kommen aus Europa und vor allem aus Deutschland.

Langfristig, d. h. bis 2025 bzw. 2030, sollten nach den Zielen der Bundesregierung allein in Deutschland 20.000 bis 25.000 MW installierter Leistung erreicht werden.

Die Marktreichweite eines Fertigungsstandortes in Bremerhaven geht darüber hinaus. Allein im Offshore-Markt werden in den nächsten Jahren in der gesamten Nordsee, der Ostsee und der irischen See bis zu 10.000 Anlagen neu installiert und betrieben.

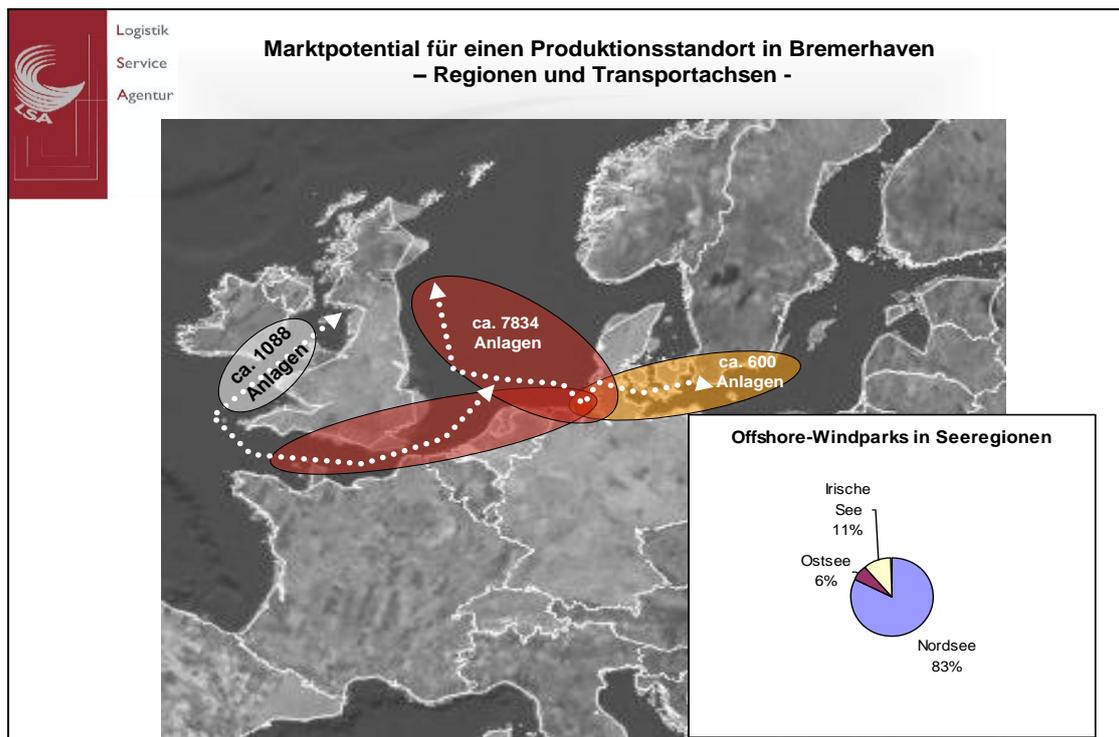


Abb. 1.2.1: Marktreichweite und –potential eines Produktionsstandortes in Bremerhaven

Offshore-Windparks stärken die Wirtschaft an der Küste. Ein Beweis dafür sind die bereits entstandenen Produktionskapazitäten in Bremerhaven und die rund 1000 Arbeitsplätze, die im Bereich Forschung, Entwicklung, Produktion und Logistik entstanden sind.

Die Installation der geplanten rund 10.000 Anlagen in der Nordsee, der irischen See und der Ostsee lösen ein Investitionsvolumen von bis zu 130 Mrd. € aus. Die anteiligen Logistikkosten können bis zu 26 Mrd. € umfassen.

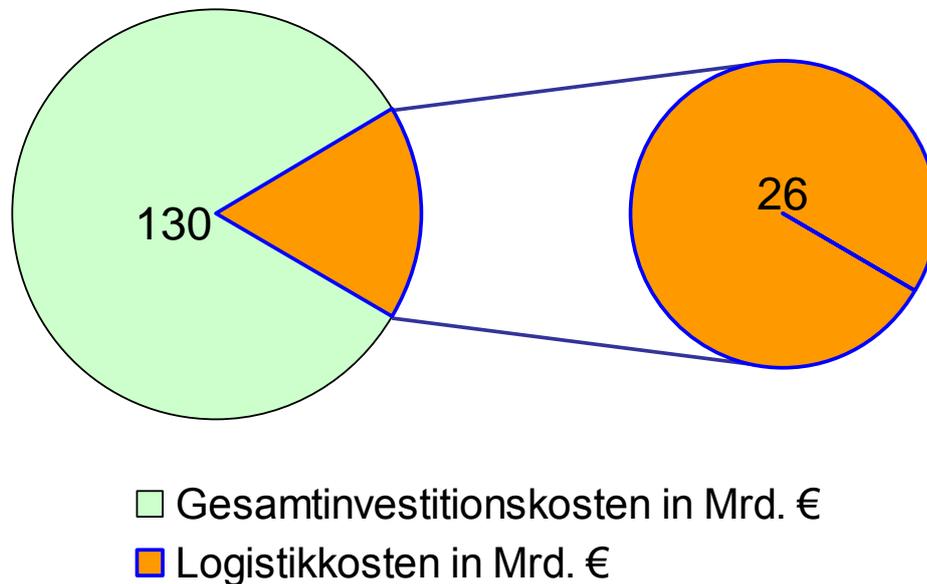


Abb. 1.2.2: Anteil der Logistikkosten an den Gesamtinvestitionskosten

- **Standorte** partizipieren an diesem Marktvolumen in dem sie möglichst große Teile der Wertschöpfungskette durch Unternehmensansiedlungen an den Standort binden.
- **Häfen** partizipieren an den anteiligen Logistikkosten in einer Größenordnung von ca. fünf Prozent durch Umschlag, Zwischenlagerung und Endmontage

Der Hersteller- und Lieferantenpark in Bremerhaven kann für beide Funktionen weiterentwickelt werden. Weitere Anfragen großer Hersteller und Windparkbetreiber (die Kunden der Hersteller) belegen den Bedarf.

Die wesentlichen Voraussetzungen sind jedoch ein restriktionsfreier Zugang zur offenen See mit direkter Verbindung zum Hersteller und Lieferantenpark.

1.3. **Zunehmende Bedeutung der Logistik bei der Umsetzung der Offshore-technologie**

Die erfolgreiche Installation und der Betrieb von Offshore-Windparks hängen maßgeblich von optimalen Logistikabläufen ab.

Die internationale Beschaffung, die zunehmende Anzahl der Transport- und Umschlagvorgänge im Schwerlastbereich, dezentrale Unternehmensansiedlungen am Wasser, technisch unterschiedliche und knappe Hafenskapazitäten, Installations- und Verschiffungseinheiten haben erheblichen Einfluss auf die Realisierung der Projekte im Kosten- und Zeitrahmen.

Eine effiziente Logistik kann zur Senkung der Stromgestehungskosten (€/kWh) beitragen, wenn die Logistikkosten des Gesamtsystems (Produktion, Vormontage an Land, Verschiffung, Installation, Service, Wartung, Reparatur und Rückbau) minimiert werden können.

Die Logistik kann so als strategischer Erfolgsfaktor für Offshore-Projekte genutzt werden.

Eine Senkung der Stromgestehungskosten um 0,0023 €/kWh durch Logistik bedeutet

- für einen 5MW- Windpark mit 80 Anlagen und einem erwarteten Jahresenergieertrag von 17 Mio. kWh pro Anlage
- eine Ertragsteigerung von 3,1 Mio €/a, bei einem erwarteten Gesamtertrag von 27 Mio. €/a

Die Logistikabläufe von den Herstellerstandorten über die Häfen bis zur Baustelle auf See sind darauf auszurichten, dass die jederzeitige Verfügbarkeit der Anlagenkomponenten auf See gewährleistet ist. Die logistischen Herausforderungen mit Anlagenkomponenten, die überwiegend die Größe von Einfamilienhäusern haben, sind entsprechend komplex.

Logistische Herausforderungen im Vergleich



Der Airbus A380 ist per Schiff auf dem Weg von Hamburg nach Dresden



Turmsegmente eines 5MW-Offshore-Prototypen auf dem Weg durch Bremerhaven

Abb. 1.3.1: Logistische Herausforderungen im Vergleich: Transport eines Rumpfsegmentes für den Airbus A380 mit einem Turmsegment für eine 5 MW-Anlage



Umschlag eines 5MW-Maschinenhauses im Containerterminal Bremerhaven im Vergleich mit einem Airbus 380-Segment



Abb. 1.3.2: Logistische Herausforderungen im Vergleich: Umschlag eines Rumpfsegmentes für den Airbus A380 mit einem Maschinenhaus der 5 MW-Klasse

Die optimale Nutzung der auf See zur Verfügung stehenden Wetterfenster ist entscheidend, d.h. die jeweils aktuellen Wellen-, Strömungs- und Windbedingungen für das jeweils am Aufstellort eingesetzten Installationsschiff und der vorgesehene Montageschritt sind auf einander abzustimmen.

Die Wetterfenster/ -bedingungen für die unterschiedlichen Montageschritte unterscheiden sich naturgemäß. Ein nicht genutztes Wetterfenster für einen Montageschritt, der möglichst gute Wetterbedingungen erfordert, kann dadurch den gesamten Bauablauf um Tage und Wochen verzögern.

Keine andere Industrie hat ihre Logistik bisher auf diese Rahmenbedingungen ausrichten müssen.

Gleichzeitig steht auch die Logistik in der Windenergiebranche vor der Aufgabe im Bereich Umweltschutz, Klimawandel und Ressourceneffizienz, entsprechende Strategien und Effektivitäts- und Effizienzsteigerung in Hinblick auf Nachhaltigkeit nachzuweisen.

Diese gewünschte Ressourceneffizienz begründet u.a. die Entwicklungen im Hersteller- und Lieferantenpark Bremerhaven und ermöglicht die ökonomisch und ökologisch effiziente Entwicklung der Logistiksysteme für die Offshore-Windenergie.

2. Bedarfsanalyse und -feststellung

2.1. Die Realisierung der Wind-Offshoretechnologie erzeugt neue Güterströme und Logistiksysteme

Die Konsolidierung der Güterströme ist die Grundlage für eine ressourceneffiziente Logistik und eine wesentliche Funktion der Endmontage- und Verladeeinrichtung in Bremerhaven.

Eine Konsolidierung der Güterströme bedeutet:

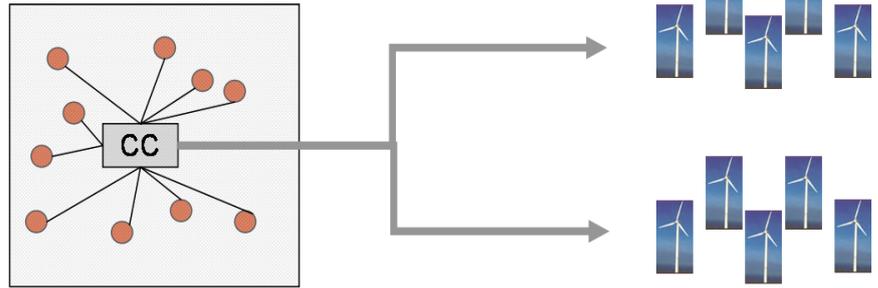
- Vermeidung von Transporten und Transportkilometer
- Reduzierung des CO₂-Ausstoßes der land- und seegängigen Transporteinheiten

Das folgende Schema verdeutlicht die logistischen Grundprinzipien, die den Überlegungen zugrunde liegen.

Consolidation Center Prozess

- 1 x Abruf
- 1 x Kontakt
- 1 x Dokumente
- 1 x Schnittstelle
- 1 x Logistikdienstleister
- 1 x

1 x regionale Beziehung 1 x Transportweg/Werk



Konventioneller Prozess

- n x Bestellungen
- n x Kontakte
- n x Dokumente
- n x Schnittstellen
- n x Logistikdienstleister
- n x

n x regionale Lieferanten n x Transportwege/Werk

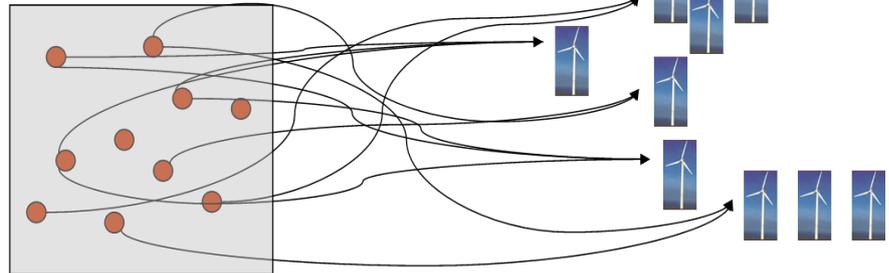


Abb. 2.1.1 Planungen auf der Basis logistischer Grundprinzipien

Der konventionelle Prozess kann am Beispiel des aktuellen Offshore-Projektes Alpha-Ventus dargestellt werden. Hier werden einzelne Komponenten von Stade (Rotorblätter), Bremerhaven (Maschinenhaus und Nabe) und Bremen (Turmsegmente) in die Niederlande nach Eemshaven transportiert, zwischengelagert und von dort aus auf See verbracht. Die Gründungskörper wurden vom norwegischen Verdal in Wilhelmshaven zwischengelagert und von dort über Eemshaven zur Installation auf See verbracht.

Dieses Logistiksystem mit einer erheblichen Anzahl von Zwischentransporten begründet sich im Pilotprojekt "Alpha Ventus" durch die dezentralen Fertigungsstandorte, mangelnde Kaje- und Flächenkapazitäten in den Häfen, technische Rahmenbedingungen für die Installation sowie die notwendige Reaktionsgeschwindigkeit auf die Wetterfenster.

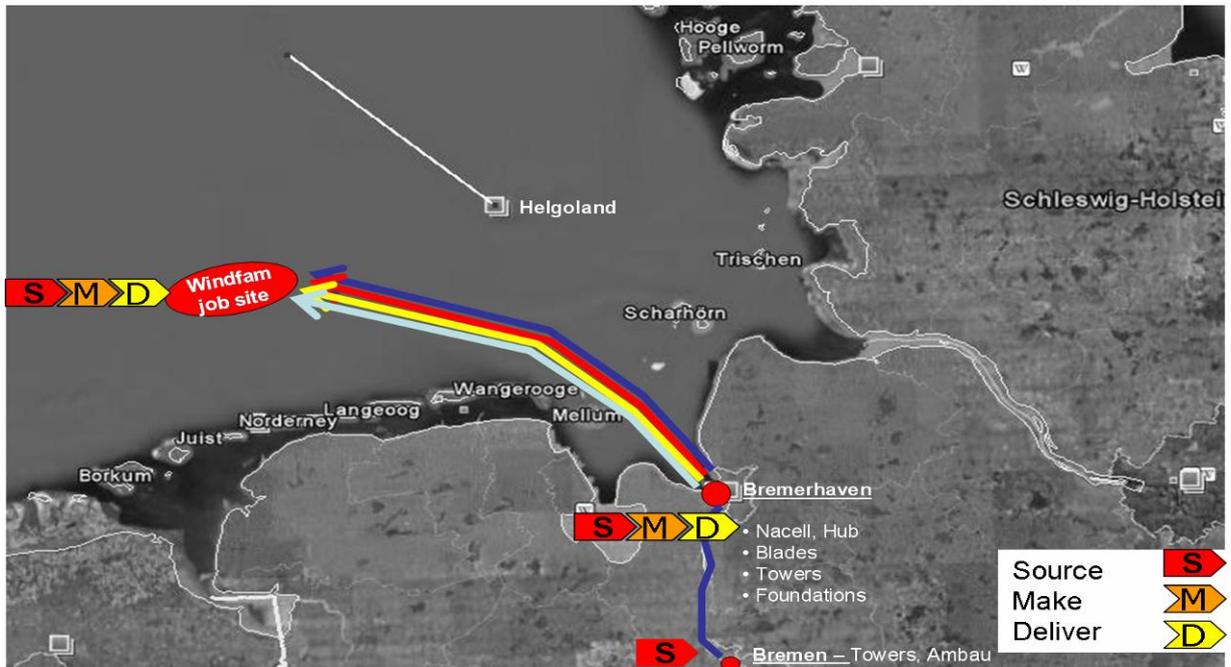
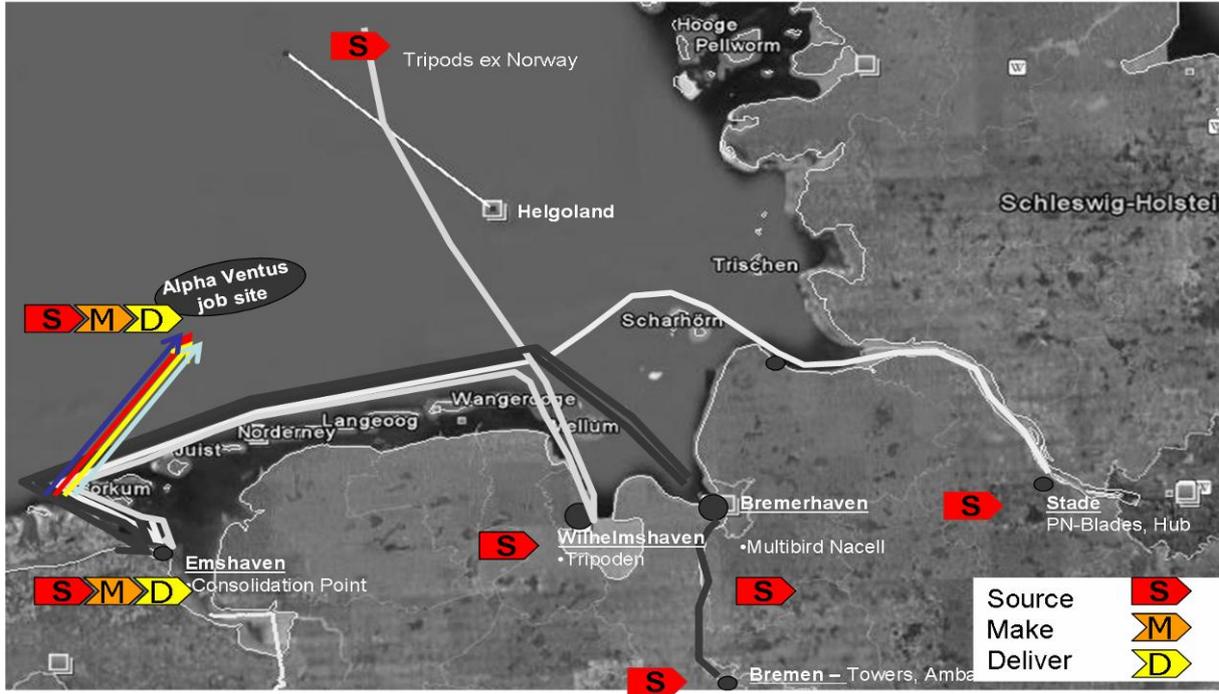


Abb. 2.1.2 Darstellung der logistischen Grundprinzipien in der Realität am Beispiel der Offshore-Windparks Alpha-Ventus im Vergleich mit einer möglichen Versorgung eines Windparks aus Bremerhaven, wenn eine Endmontage und Verladeeinrichtung verfügbar wäre

Im Gegensatz zum Produktionsverbund (dezentrale Fertigungsstandorte) können die Prozesse im Hersteller- und Lieferantepark (zentralisierte Fertigungsstandorte) gebündelt werden.

Während im dezentralen Produktionsverbund für die Zusammenführung der Komponenten (ohne Entfernung zum jeweiligen Offshore-Windpark, da diese variabel ist) ca. 650 km zurückzulegen sind, entstehen im Hersteller und Lieferantepark gerade einmal 61 km (Consolidation Center Prozess), d.h. wenn die Transportstrecke 10 mal befahren wird, können im System Hersteller- und Lieferantepark rund 6000 Transportkilometer vermieden werden.

Damit werden nicht nur die Transport- und Umschlagskosten minimiert, sondern alle ökologischen und ökonomischen Risiken entlang der Transportkette.

Der zu erwartende Transportbedarf allein für die Hauptkomponenten ist immens, wenn in den nächsten 20 Jahren die geplanten Windparks in Nordeuropa realisiert werden. Transportoptimierung ist das Ziel, zusätzliche Flächen am Wasser sind notwendig, um die Projekte im Kosten- und Zeitrahmen umzusetzen.

Ladungsaufkommen/ Marktvolumen der Hauptkomponenten	Stück pro Jahr bei 10.000 Anlagen in 20 Jahren	Aktuelle Produktions- kapazität in Bremerhaven
Maschinenhäuser und Naben	500 500	240 240
Gondelgehäuse und Nabengehäuse	500 500	240 240
Rotorblätter	1500	540
Turmsegmente	1500	0
Komponentenzulieferung >50 to	5500	880
Auslieferung Gründungskörper	500	80

Abb. 2.1.3: Ladungsaufkommen und Marktvolumen der Hauptkomponenten

2.2. Die Endmontage, die Verladung, der Transport und die Installation von Offshore-Windkraftanlagen benötigt eine spezielle Infrastruktur an Land

Die Anforderungen an den Transport und Umschlag der Großkomponenten, die oftmals mindestens die Größe von Einfamilienhäusern haben, sind komplex. Im Gegensatz zu der aktuellen Verschiffung von einzelnen Anlagen für die Pilotprojekte müssen zukünftig reaktionsschnell und seriell mindestens 80 Anlagen und Gründungskörper pro Windpark in einem engen Zeitfenster umgeschlagen und transportiert werden.

Eine Vielzahl der Prozesse können nur unmittelbar am Umschlagplatz durchgeführt werden, da ein Transport nicht nur aus technischen, sondern auch aus sicherheitstechnischen Gründen allenfalls über kurze Strecken möglich ist.

Die folgenden Abbildungen ergänzen die vorangegangenen Abbildungen und geben weitere Beispiele für die Anforderungen und Tätigkeiten. Sie verdeutlichen weiterhin, dass die zukünftigen Aktivitäten der Endmontage- und Vorladeeinrichtung nicht mit dem klassischen Hafengeschäft zu vergleichen sind.



Abb. 2.2.1 : Betriebliche Anforderungen an eine Endmontage- und Verladeeinrichtung : Errichtung und Endmontage von Gründungskörpern

Weiterhin sind die bestehenden Kajen in Bremerhaven i.d.R. nicht auf Flächenlasten und Stützdrücken > 20 to/qm ausgerichtet, die die Komponenten und Umschlaggeräte erzeugen.

Ferner ist es notwendig, dass sich die Installationsschiffe für die Beladung und die Nutzung der eigenen Bordkräne im Hafen „aufjacken“, d.h. die „Jacking Legs“ „graben“ sich am Fuß der Kaimauer in den Untergrund ein und würden über einen längeren Zeitraum die Kaje unter Wasser „frei graben“.

Die folgende Abbildung zeigt die Jack up-Plattform „Odin“ „aufgejackt“ im Hafen von Eemshaven. Aus o.g. Gründen mit einem Sicherheitsabstand zur Kaimauer.

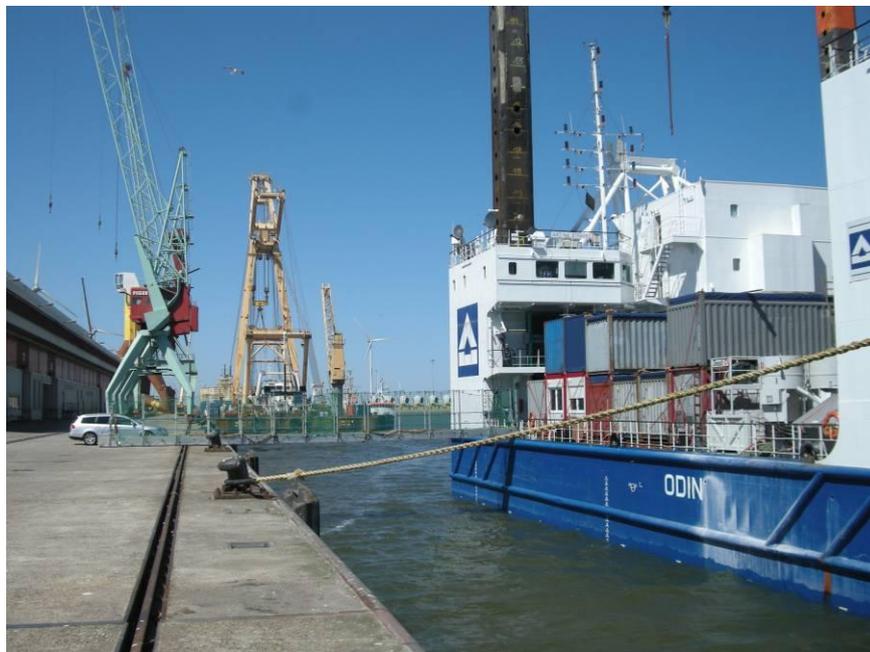


Abb. 2.2.2 : Betriebliche Anforderungen an eine Endmontage- und Verladeeinrichtung : Jack-up Plattformen müssen unmittelbar an der Kaikante „aufjacken“ können.

Die geschilderten Aspekte zeigen die speziellen Anforderungen an die Infrastruktur. Sie bedeuten, dass in erheblichem Umfang investiert werden muss, auch für den Fall, dass bestehende Hafenanlagen verfügbar sind.

2.3. **Die landseitige Infrastruktur wird zum Engpass, wenn der zeitgerechte Ausbau der Wind-Offshoretechnologie gelingen soll**

In den deutschen Nord- und Ostseehäfen wurden im Jahr 2006 ca. 300 Millionen Tonnen Güter umgeschlagen. Besonders stark wird der Umschlag in den deutschen Seehäfen wachsen – von 294 Millionen Tonnen im Jahr 2004 auf 759 Millionen Tonnen im Jahr 2025. Der Um-

schlag von Standardcontainern (TEU) wird sich im selben Zeitraum von 10,8 Millionen auf 45,3 Millionen mehr als vervierfachen und in seiner Bedeutung noch mehr wachsen.

Die Hafenentwicklungspläne orientieren sich an den bestehenden und vorrangigen Ladungsströmen der Container-, Automobil- und massenhaften Stückgutverkehre.

Die wünschenswerte Nutzung von bestehenden Hafenskapazitäten für die Abwicklung von Offshore-Projekten ist vor diesem Hintergrund nicht möglich. Neben den zu erwartenden Flächenengpässen ist zu berücksichtigen, dass die weitestgehend automatisierten Umschlagssysteme (z.B. im Containerverkehr) nicht kompatibel sind mit den Abfertigungserfordernissen großer Anlagenprojekte.

Zwar sind die neuen Fertigungsstätten der Windenergiehersteller in Bremerhaven, Cuxhaven, Emden oder zukünftig Rendsburg wasserseitig sehr gut angebunden. Sie sind allerdings auf die jeweils individuellen Anforderungen der Werkslogistik und deren möglichst reibungslose Abwicklung ausgerichtet.

Eine Konsolidierung der verschiedenen Komponenten an einem Versandort für eine serielle, auf Massenleistungsfähigkeit ausgerichtete Abwicklung von kompletten Windparks ist dort jedoch nicht möglich.

Der erwartete Zuwachs erfordert daher insgesamt den gezielten und koordinierten Ausbau der Seehafeninfra- und -suprastruktur.

Ein zeitverzögerter Ausbau der Infrastruktur in den Seehäfen ist grundsätzlich als Engpassfaktor für alle Ladungsarten (Container, Automobile, Stück- und Massengut, Windenergie) zu betrachten.

Weiterhin ist festzustellen, dass in Deutschland praktisch keine Terminalflächen für die Abwicklung von Offshore-Projekten zu Verfügung stehen bzw. nicht vorgesehen sind.

Kein Hafenplatz verfügt derzeit über Flächen und Liegeplätze um alle Anlagenkomponenten für einen oder mehrere Offshore-Projekte zu bündeln bzw. bei Störungen zu puffern. Die Bündelung der Komponenten ist u. a. eine Voraussetzung für den wirtschaftlichen Einsatz großer Installationseinheiten (Schiffe) oder deren Feedersysteme (Ponton/Schiff). Durch die Bündelungseffekte in Verbindung mit dem Hersteller- und Lieferantenpark können die Logistikkosten in einer Größenordnung von 20-30 Prozent vermieden werden.

<u>Bestand</u>	<u>Bedarf</u>								
<p>In Verbindung mit einer Fertigungsstätte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bremerhaven <ul style="list-style-type: none"> • Repower • Powerblades • Weserwind ca. 3-4ha. • Areva/Multibrid • andere • Emden <ul style="list-style-type: none"> • Enercon (dedicated) ca.10. ha • Cuxhaven <ul style="list-style-type: none"> • CSC (dedicated) ca. 13 ha • Ausbau über CSC <p>In Verbindung/Konkurrenz mit dem bestehenden Hafenumschlaggeschäft</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 70%;">Brake</td> <td style="width: 30%;">ca. 3 ha.</td> </tr> <tr> <td>Brunsbüttel</td> <td>ca. 2 ha</td> </tr> <tr> <td>Cuxhaven</td> <td>ca. 2 ha</td> </tr> <tr> <td>Wilhelmshaven</td> <td>ca. 1-2 ha</td> </tr> </table>	Brake	ca. 3 ha.	Brunsbüttel	ca. 2 ha	Cuxhaven	ca. 2 ha	Wilhelmshaven	ca. 1-2 ha	<ul style="list-style-type: none"> • Bei linearem Installationsverlauf <p style="margin-left: 20px;">3 Windparks (240 Anlagen) pro Jahr → 48 ha</p> • Bei einem diskontinuierlichen Installationsverlauf <p style="margin-left: 20px;">Minimal: 1 Windpark (80 Anlagen) pro Jahr → 13-15 ha,</p> <p style="margin-left: 20px;">Maximal: 8 Windparks (650 Anlage → ca.130 ha,</p> <p style="margin-left: 20px;">Mittel: 1,8 Windparks (145 Anlagen) → ca. 29 ha</p> <p style="margin-left: 20px;">Für Betrieb, Wartung und Generalinspektion (nur Maschinenhaus, Nabe, Rotor), ca. 10 Jahre zeitversetzt zur Installation zusätzlich</p> <p style="margin-left: 20px;">- max. 28 ha, min. 3,4 ha, mittel 6,2 ha</p>
Brake	ca. 3 ha.								
Brunsbüttel	ca. 2 ha								
Cuxhaven	ca. 2 ha								
Wilhelmshaven	ca. 1-2 ha								

Abb. 2.3.1.: Flächenbilanz: Bestehende Einzelflächen in den deutschen Seehäfen und Bedarf für die Abwicklung der geplanten deutschen Offshoreprojekte

Die derzeit geplanten Projekte würden sich somit nicht im Kosten- und Zeitrahmen realisieren lassen.

2.4. Die Weiterentwicklung des Offshorstandortes Bremerhaven benötigt Endmontage und Verladekapazitäten mit restriktionsfreiem Zugang zur offenen See

Die Entwicklung einer auf die Endmontage und die Verladung spezialisierten Infrastruktur in Bremerhaven ist die Voraussetzung für die Ansiedlung von weiteren Unternehmen im Hersteller- und Lieferantenpark in Bremerhaven.

2.4.1. Die Liegeplatzkapazitäten im Fischerei-/Labradorhafen sind durch die eingehenden und ausgehenden Güterströme der bestehenden Unternehmen über das Jahr 2011 hinaus ausgelastet

Die Schwerlast-Liegeplatzkapazitäten im Fischerei-/Labradorhafen sind durch die eingehenden und ausgehenden Güterströme und bei Auslastung der vorhandenen Produktionskapazität nach dem Jahr 2011 ausgelastet. Bis zu 500 Schiffsabfahrten und –ankünfte können bei voller Auslastung der bestehenden Produktionskapazitäten pro Jahr prognostiziert werden.

Die Schiffsankünfte und –abfahrten resultieren aus dem Ladungsvolumen, dass die bereits angesiedelten Unternehmen Repower, Multibrid, Powerblades und Weserwind durch die eingehenden und ausgehenden Warenströme erzeugen.

Das u.g. Mengengerüst berücksichtigt zunächst nur die Hauptkomponenten, die nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand über die Straße zu transportieren sind. Nicht enthalten sind die Mengen von Lade- und Hebemitteln, Lasch- und Staumaterial, Container und andere Versorgungsgüter und Produktionsmittel, die auch durch LKW-Transport an- und ausgeliefert werden können.

Nicht berücksichtigt ist weiterhin das potentielle Mengenvolumen, das durch weitere Neuansiedlungen auf den vorhandenen Flächen erzeugt werden könnte. Ein wesentlicher Aspekt wäre dabei die Ansiedlung eines Turmherstellers, der die Wertschöpfungskette in Bremerhaven komplettieren würde. Allein dadurch würden mindestens 500 fertige Turmsegmente zusätzlich verladen.

Ladungsaufkommen Hauptkomponenten	Gewichte	Stück Schiffsankünfte			
		2011+	max	mittel	min
pro Jahr					
Repower Gondel/Nabe 5 M	ca. 320 to/Stück Nabe bis 70 to.	180 180	90	60	45
Repower Gondelgehäuse und Spinnerteile (ein- kommend)		180 180	90 60	60 60	45 45
Powerblades Rotorblatt	ca. 20 to/Stück	540	45	30	18
Multibrid 5000 – Gondel Nabe	ca. 240 to	60 60	30	20	10
Weserwind Zentralrohr einkommend/geteilt	50 to/Stück	160	80	40	20
Weserwind Komponen- tenzulieferung 50 to	>50 to/Stück	720	80	40	20
Weserwind Auslieferung Gründungskörper	>500 to/Stück	80	40	30	15
Schiffsankünfte und – abfahrten pro Jahr			515	340	218
Vorwiegend ausgehend Sommersaison			205	140	88
Linear einkommend			103	67	43
Eingehend/ausgehend Sommersaison (Spitze)			308	207	131
nur Repower Powerblades			135	90	63

Abb. 2.4.1.1 : Ladungsaufkommen/Umschlagvolumen der bestehenden Fertigungsstätten im Labradorhafen bei voller Auslastung der Produktion ab 2011

▪ **Berechnung des Liegeplatzbedarfes im Labradorhafen:**

Die Ermittlung des Liegeplatzbedarfes für die Endmontage- und Verladeeinrichtung an der Außenweser hat ihren Ursprung im Labradorhafen. Folgende Faktoren sind zu berücksichtigen:

- Auslastungsgrad der Schwerlastliegeplätze im Labradorhafen
- Zusätzlichen Bedarf durch neue Unternehmensansiedlungen
- Abfertigungsbedarf für Offshoreprojekte und große Installationsschiffe sowie der notwendigen Bündelung der daraus resultierenden Güterströme aus anderen Fertigungsstandorten (Logistiksysteme).

Unabhängig von den zu erwartenden Engpässen durch die Fischereihafenschleuse (Breite, Tiefgang) und der Zufahrt zum Labradorhafen bei hohem Aufkommen ist die Frage zu beantworten, ob das Ladungsvolumen grundsätzlich über die bestehenden Liegeplätze im Labradorhafen abzufertigen ist oder ob weiterer Bedarf besteht bzw. wo dieser gedeckt werden könnte.

Im Labradorhafen stehen derzeit drei Schwerlastliegeplätze (Weserwind, Repower, Multibrid) zur Verfügung, über die schwere und großvolumigen Komponenten und Fertigteile umgeschlagen werden können.

Obwohl der Liegeplatz bei Weserwind durch die Verschiebeinrichtung auf den Umschlag von Tripoden spezialisiert ist, kann bei einer Liegeplatzknappheit davon ausgegangen werden, dass auch dieser Platz für andere Umschlagaktivitäten genutzt wird. Der Liegeplatz vor der Firma Cordes ist dagegen nur bedingt nutzbar, da Cordes eigene Schiffe abfertigt und der Liegeplatz nur im gewissen Rahmen schwerlastfähig ist.

Die Belegung der Liegeplätze resultiert aus dem Ladungsaufkommen und dem Ein- und Auslaufverhalten der Schiffe. Sie sind dementsprechend starken Schwankungen unterworfen. Für eine erste Eingrenzung des Liegeplatzbedarfes werden im Folgenden drei wahrscheinliche Szenarien angenommen.

Die Zeit, die ein Liegeplatz durch ein Schiff belegt ist, wird im Durchschnitt mit 1,5- 2 Tagen pro Schiff angenommen. Der Liegeplatz ist in diesem Sinne in den folgenden Zeitfenstern belegt:

- Während der Ein- und Auslaufphase, inklusive Durchschleusen, Wartezeiten wenn im Fischereihafen ein Begegnungsverkehr nur bedingt oder gar nicht möglich ist,
- Während der Abfertigungszeiten , Laden, Löschen, Seafastening, Versorgung
- durch andere Wartezeiten.

Szenario 1: Lineare Ankünfte/Abfahren zzgl. Gleichzeitigkeitsfaktor 30 Prozent			
Durchschnittliche Liegeplatzbelegung pro Schiff	2	Tage	
Anzahl Schwerlastliegeplätze	3	Stck.	
Mögliche Liegeplatzbelegung bei o.g Anzahl der Schwerlastliegeplätze	900	Tage pro Jahr	
	min.	mittel	max
Schiffsankünfte und Abfahrten	218	340	515
Liegeplatzbedarf bei o.g Schiffsankünften in Tagen	436	680	1030
zzgl. Gleichzeitigkeitsfaktor 30 Prozent	566,8	884	1339
Liegeplatzauslastung	63%	98%	149%

Im oben skizzierten Szenario 1 werden im Minimum 218, im Mittel 340 und maximal 515 Schiffe erwartet.

Bei einem theoretisch linearen Ankunfts- und Abfahrtsverlauf würden die drei Liegeplätze maximal an 1030 Tagen im Jahr belegt sein (→ 515 Schiffe benötigen einen Liegeplatz für 2 Tage)

Die Annahme des linearen Verlaufs der Ankünfte und Abfahrten ist ein theoretischer Wert, da die Schiffe teilweise gleichzeitig ankommen. Diese Gleichzeitigkeit wird mit 30 Prozent der Schiffsankünfte angenommen und erhöht den Bedarf. Alternativ würde ein „warten lassen“ auf Reede vor dem Hafen die ausgehenden Schiffe und die Belieferung des Windparks im erheblichen Umfang stören.

Im o.g. Szenario 1 sind die drei Liegeplätze im Labradorhafen im Mittel zu 98 Prozent ausgelastet, d.h. bei 340 Schiffsabfertigungen im Labradorhafen kommt es zu erheblichen Engpässen.

Im Szenario 2 wird die Spitzenbelastung in der Sommersaison skizziert. Hier wird angenommen, dass alle ausgehenden Schiffsabfahrten in 100 Tagen erfolgen und 1/3 der eingehenden Schiffe abgefertigt werden müssen. Gleichzeitig wird angenommen, dass die Abfertigungszeiten auf 1,5 Tage reduziert werden kann.

Szenario 2: Lineare Ankünfte/Abfahren zzgl. Gleichzeitigkeitsfaktor 30 Prozent Schiffsabfahrten Offshore Sommersaison, einkommend linear über das Jahr			
Durchschnittliche Liegeplatzbelegung pro Schiff	1,5	Tage	
Anzahl Schwerlastliegeplätze	3	Stck.	
Mögliche Liegeplatzbelegung bei	100	Tage pro Jahr	
und o.g Anzahl der Schwerlastliegeplätze	300	Tage pro Jahr	
	min.	mittel	max
Schiffsankünfte und Abfahrten	131	207	308
Liegeplatzbedarf bei o.g Schiffsankünften in Tagen	196,5	310,5	462
zzgl. Gleichzeitigkeitsfaktor 30 Prozent	255,5	403,65	600,6
Liegeplatzauslastung	85%	135%	200%

Auf dieser Basis liegt der mittlere Auslastungsgrad bei 135 Prozent. Die Spitzenauslastung von 200 Prozent würde einem Liegeplatzbedarf von zusätzlich drei Liegeplätzen entsprechen.

Im Szenario 3 werden beispielhaft Lösungsmöglichkeiten dargestellt. Eine Möglichkeit besteht darin, die Spitzen der ausgehenden Güterströme von Powerblades und Repower zur neuen Endmontage- und Verladeeinrichtung zu lenken. Aus den u.g. Berechnungen ergibt sich daraus ein Liegeplatzbedarf von 1-2 Liegeplätzen für die Endmontage- und Verladeeinrichtung an der Außenweser. Entsprechend der untenstehenden Berechnung für einen Liegeplatz und der Auslastung (min, mittel, max) von über 100 Prozent. Gleichzeitig würden die drei Liegeplätze am Labradorhafen erheblich entlastet.

Szenario 3: Entlastung Labradorhafen durch Trennung der ausgehenden Güterströme Repower und Powerblades = Bedarf für den Außenweserbereich

Durchschnittliche Liegeplatzbelegung pro Schiff	1,5	Tage	
Anzahl Schwerlastliegeplätze	1	Stck.	
Mögliche Liegeplatzbelegung bei	100	Tage pro Jahr	
und o.g Anzahl der Schwerlastliegeplätze	100	Tage pro Jahr	
Schiffsankünfte und Abfahrten			
	min.	mittel	max
Liegeplatzbedarf bei o.g Schiffsankünften in Tagen	63	90	135
zzgl. Gleichzeitigkeitsfaktor 30 Prozent	94,5	135	202,5
Liegeplatzauslastung	122,9	175,5	263,3
	123%	176%	263%

Fazit:

- Bei Vollauslastung der bestehenden Fertigungsstätten besteht ein Bedarf von ein bis zwei zusätzlichen Liegeplätzen.
- Das Ladungsaufkommen neuer Unternehmen ist darin noch nicht berücksichtigt. Gleichwohl lassen die Flächenreserven erahnen, dass das hier prognostizierte Ladungsvolumen leicht verdoppelt werden kann.
- Die Liegeplätze können aufgrund des Engpasses Fischereihafenschleuse nur bedingt im Labradorhafen entstehen.
- Insofern kann ein Mindestbedarf von 2-3 Liegeplätzen in der neuen Endmontage- und Verladeeinrichtung an der Außenweser abgeleitet werden.
- Die bestehenden Überlegungen auch im Labradorhafen weitere Liegeplätze für die Windenergiebranche vorzuhalten, sollten dabei nicht vernachlässigt werden.
- Dazu erscheint die Verlängerung der Repowerpier eine sinnvolle Maßnahme, wenn eine Anbindung über das rückwärtige Grube-Gelände möglich ist.
- Weiterhin ist aus Sicht des Unterzeichners zu prüfen, inwieweit der Cordes-Liegeplatz für eingehende Komponenten nutzbar ist. Die Abstimmung und die Koordination der Liegeplätze werden heute schon durch die LSA durchgeführt.

2.4.2. Der weitere Ausbau der Fischereihafenschleuse allein ist keine Lösung

Nicht nur die Fischereihafenschleuse ist ein Engpass für breite Spezialschiffe und große Schwimmkräne, sondern auch die Tiefe und die Breite der Fahrrinne zu den Schwerlast-Liegeplätzen im Labradorhafen.

Durch die erwartete Anzahl der Schiffsan- und -abfahrten (bis zu 500 im Jahr) wird auch die Zufahrt durch den Fischereihafen in den Labradorhafen zum Engpass. Schon heute ist der Fischereihafen zeitweise (tageweise) für große Schleppverbände gesperrt, die z.B. für den Abtransport von Gründungskörpern genutzt werden.

Ein Ausbau würde somit nicht nur die Schleuse, sondern auch die Vertiefung und Verbreiterung der Fahrrinne zur Geestemole und die gesamte Länge zum Labradorhafen erfordern.

Grundsätzlich ist ein Schleusenhafen nicht das Ausschlusskriterium. Im Gegenteil, die Kombination aus Schleusen- und Tidenhafen, wie sie mit der möglichen Infrastruktur an der Weser möglich ist, ist eher ein Vorteil, da bestimmte Verladungen im Schleusenhafen einfacher durchzuführen sind.



Abb. 2.4.2.1 : Schwimmkran Taklift 4 im Schleusenhafen Wilhelmshaven bei Verladung einer Topside auf einen Ponton

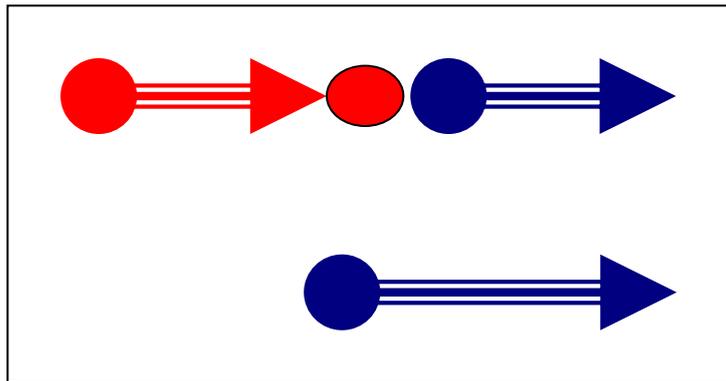
Die o.g. Abbildung zeigt den Schwimmkran Taklift 4 im Schleusenhafen Wilhelmshaven bei der Verladung einer Topside auf einen Ponton, Länge 84m, Breite 37m, Tiefgang 7 m, Krankapazität 1400 to auf 20m.

Die u.g. Tabelle zeigt eine Auswahl möglicher Transport- und Installationsschiffe mit ihren Längen, Breiten und Tiefgängen und geben einen Überblick, welche Einheiten den Fischereihafen sowohl von der Breite als auch vom Tiefgang nicht anlaufen können.

Schiff	Länge über alles in m	Breite in m	Tiefgang in m
Resolution	130,00	38,00	8,00
Sea Energy	91,76	21,60	4,25
Sea Power	91,76	21,60	4,25
Sea Jack	95,60	33,60	7,00
de Svanen	106,00	71,80	6,00
Odin	46,00	30,00	
Thialf	201,60	88,40	11,80 - 31,60
Hermod	154,00	86,00	11,50 - 28,20
Balder	154,00	86,00	11,50 - 28,20
Saipem 7000	198,00	87,00	10,50
Derrick Barge 101	146,00	52,00	36,50
Derrick / J-Lay Barge 50	151,50	46,00	12,50
Derrick Barge 30	128,00	47,85	8,50
Normand Flower	93,10	21,00	8,20
Normand Clipper	127,50	27,00	12,00
Normand Cutter	127,50	27,00	12,00
Normand Installer	123,65	28,00	11,00
Normand Mermaid	90,10	20,50	7,00
Azteca	140,00	22,00	9,00
Toisa Polaris	113,57	22,00	9,50
Toisa Perseus	113,57	22,00	9,50
Toisa Proteus	131,70	22,00	9,50
Hull 712	131,70	22,00	9,50
Cable 1	91,50	27,50	6,00
Camelot	190,00	45,00	12,50
Offshore Olympia	96,35	30,25	6,00
Olympia	100,00	30,00	6,10
Venture	99,20	25,80	6,10
Europa	82,50	22,50	4,50
Samson	67,00	26,00	
Taklift 4	83,00	37,00	

Abb. 2.4.2.2: Auswahl möglicher Transport- und Installationsschiffe mit ihren Längen, Breiten und Tiefgängen, die den Fischereihafen sowohl von der Breite als auch vom Tiefgang nicht anlaufen können

Wenn die Endmontage- und Verladeeinrichtung an der Weser nicht gebaut würde bedeutet das, dass die Komponenten von den Fertigungsstätten nicht direkt zum Windpark verschifft werden können, sondern im sog. gebrochenen Verkehr in einen zweiten Hafen verschifft und dort umgeladen werden müssen.



Die Kostenfaktoren für den zusätzlichen Umschlag und Transport skizzieren nur die finanziellen Größenordnungen.

Die wesentlichen Kostenfaktoren sind

- die Charterkosten für kleine und große Pontons, incl. Schlepper
- Hafenkosten auf beiden Seiten
- Fahrzeuge für hafeninterne Transporte auf beiden Seiten
- Krane, wie Portalkrane (Cuxhaven),
- diverse Mobilkrane mit entsprechenden Hilfskränen
- Laschmittel, d.h. Ketten, Holz, Schweißmaterial, D-Ringe,
- 2 Sätze Hebemittel, d.h. Traversen, Gurte, Schäkel
- Personal für Landseitigen Transport und Umschlag, Stauerei und Seafastening
- Ladungssachverständige (Marine Warranty Surveyor)
- diverse Geräte, wie Stapler, Steiger usw.
- Lagerflächen mit entsprechenden Flächenlasten.



Foto: LSA



Foto: LSA

Abb. 2.4.2.3 Erheblicher Aufwand für Stau- und Laschaufwand auch für kurze Transporte über die Seeschifffahrtsstraßen. Anteil ca. 60 Prozent der Gesamtkosten

Dazu kommen Kostenrisiken, wie Wartezeiten, Beschädigungen, Ausfall von Equipment, Wetterrisiken usw. die durch einen zusätzlichen Umschlag- und Transportvorgang naturgemäß entstehen können.

Hochgerechnet über eine Laufzeit von 20 Jahren in denen 20 Windparks mit je 80 Anlagen umgefahren würden ergeben sich folgende Kostengrößen

- optimistisch 235 Mio. €, wenn angenommen wird, dass die Kostenbasis über den Betrachtungszeitraum gleich bleibt.
- realistisch mit 310 Mio.
- pessimistisch mit rund 390 Mio. €, wenn Preissteigerung z.B. beim Brennstoff nicht aufgefangen werden können.

Für diese Umfuhrkosten, die durch eine Endmontage- und Verladeeinrichtung in Bremerhaven vermieden werden, kann ein weiterer Windpark in doppelter Größe des aktuellen Windpark Alpha Ventus entstehen.

2.5. Mindestanforderungen und Kapazitätsbedarf für eine Endmontage- und Verladeeinrichtung in Bremerhaven

Die Bemessung der Liegeplätze und Flächen für die neue Endmontage- und Verladeeinrichtung setzt voraus, dass die Zwischenlagerkapazitäten der Fertigungsstätten optimal genutzt und die Vorlauftransporte von den Fertigungsstätten zur Endmontage und Verladung gezielt und bedarfsgerecht gesteuert werden.



Abb. 2.5.1. Optimale Nutzung der Zwischenlagerkapazitäten der Fertigungsstätten Multibrid und Repower ist eine Voraussetzung für die Bemessung der Terminalkapazitäten an der Außenweser

Die Kapazitäten an der Weser sind lediglich als Puffer für Wetterrisiken und andere Verzögerungen in der unmittelbaren Errichtungs- und Betriebsphase der Offshore-Windparks zu sehen. Sicherheitsbestände der Hersteller und/oder Projektentwickler sind auf anderen separaten Lagerflächen bzw. durch die Produktionslager vorzuhalten.

Trotzdem ist der Flächenbedarf für die vorbereitenden Tätigkeiten immens. Die folgenden Abbildungen skizzieren die Größenordnungen im Vergleich mit der Flugzeugindustrie.

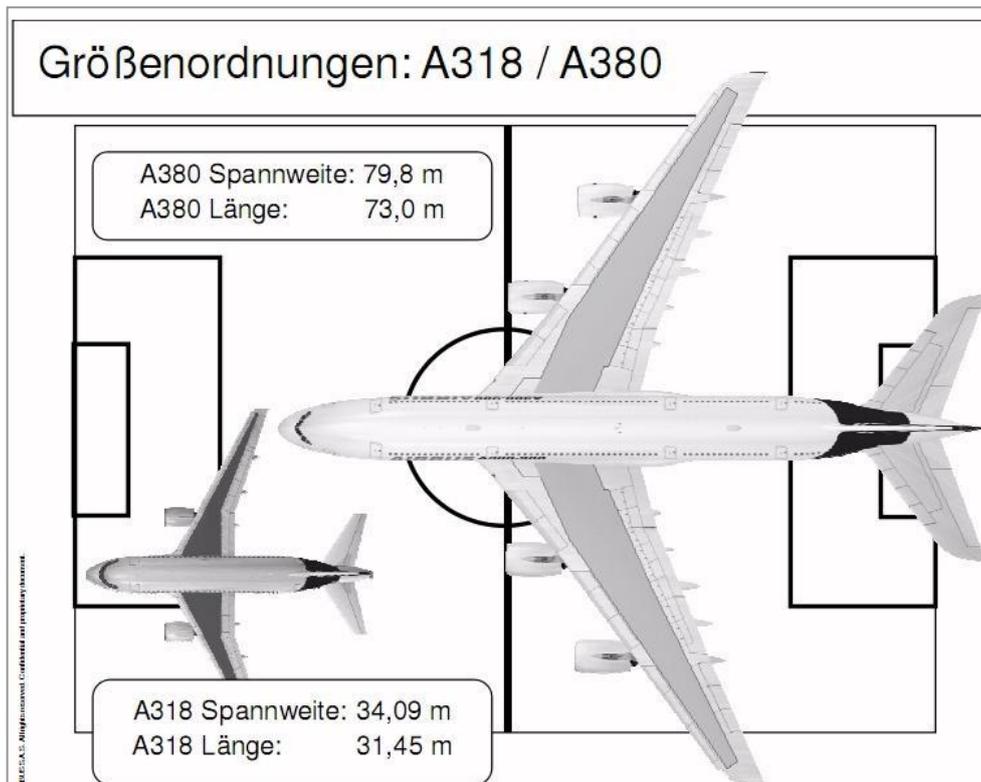


Abb. 2.5.2. Größenordnungen im Vergleich: Spannweiten und Rumpflängen A318/A380 projiziert auf die Fläche eines Fußballplatzes



Abb. 2.5.3. Größenordnungen im Vergleich: Draufsicht auf ein 5MW-Maschinenhaus mit zwei vormontierten Rotorblättern (sog. "Bunny", vgl. auch folgende Abbildung) → Rotordurchmesser bis zu 120 m, Gondellänge bis zu 20 m.



Abb. 2.5.4. Anforderungen an den Umschlag und die Lagerung im Offshore-Hafen - Beispiel: 3MW-Maschinenhaus mit zwei vormontierten Rotorblättern in Belfast. Im Vordergrund Umschlag einer Komponente für die Gründungsstruktur einer Trafostation (153 to, 33m Länge) eines deutschen Projektes.

Wertschöpfende Tätigkeiten wie die Endmontage von Komponenten, z.B. von Rotorsternen mit einem Durchmesser von bis zu 130m oder die Montage von Sonderkonstruktionen mit Stückgewichten von mehr als 500 to sind zu berücksichtigen. Diese Komponenten können an Land über längere Strecken nicht mehr oder nur mit unverhältnismäßigen Mitteln transportiert werden.

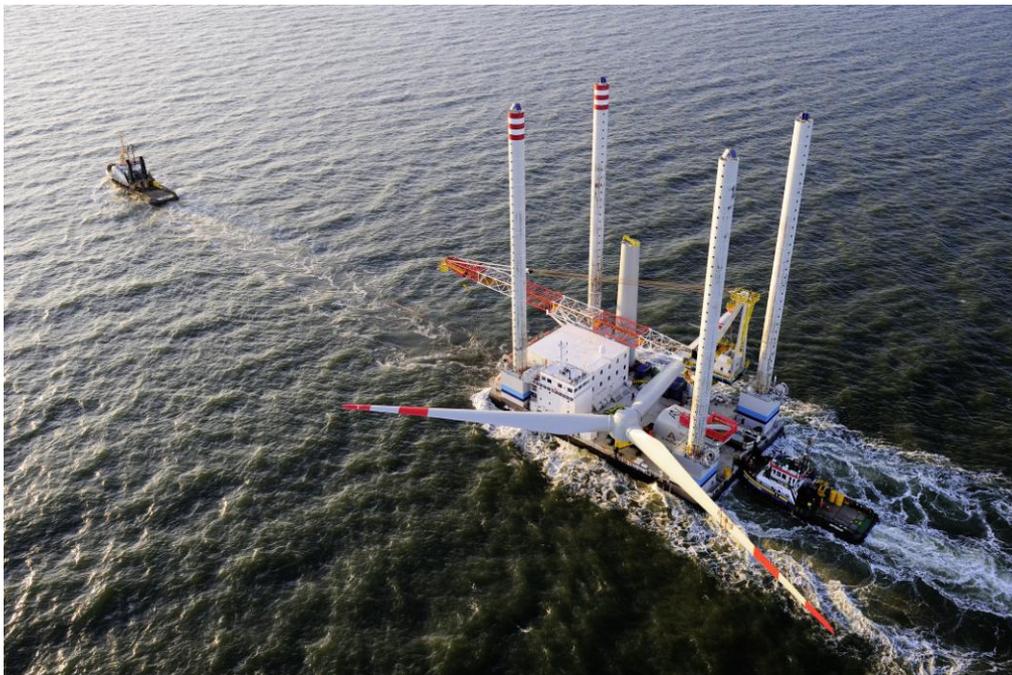


Abb. 2.5.5. Anforderungen an den Umschlag und die Lagerung im Offshore-Hafen - Beispiel: Transport eines Rotorsterns und eines 5MW-Maschinenhauses ins Baugebiet „Alpa Ventus“, nach der Vormontage und der Verladung im Hafen von Eemshaven/NL

Aus der nachfolgenden Darstellung des ermittelten Flächenbedarfes ist zu entnehmen, dass ca.

- 47 Prozent der Flächen für die Endmontage und die unmittelbare Bereitstellung zur Verladung,
- 27 Prozent für die Zwischenlagerung der Komponenten,
- 16 Prozent für Wege- und Handlingbereiche und
- 10 Prozent für Serviceflächen benötigt werden.

Diese Größenordnungen zeigen erneut, dass im Gegensatz zum klassischen Hafengeschäft die Endmontage der Komponenten und nicht der Umschlag und die Lagerung im Vordergrund steht.

Der Flächenbedarf wurde mit 25 ha und die Kajenlänge mit 500 m berechnet:

FLÄCHENBEDARF

1 Systembeschreibung

Nr.	Bezeichnung Flächenfunktionen	Basis Anzahl	Dim. Lageradressen		Flächenbedarf netto m ²	Wege- und Handlingfläche m ²	Flächenbedarf brutto m ²
			Länge mtr.	Breite			
Lager- und Montageflächen							
1	Gründungskörper (Basis Jacket liegend)	20	56	24	26.880	3.000	29.880
2	Trafostation Jacket & Topside	4	30	30	3.600	1.500	5.100
3	Maschinenhaus	20	21	8	3.360	800	4.160
4	Nabe mit Pitchsystem und Spinner	20	12	7	1.680	400	2.080
5	Rotorblatt	60	70	4,5	18.900		18.900
	Rangierfläche vor Rotorblattlager		70	17		1.500	1.500
6	Turmsegemente	60	35	6,5	13.650		13.650
	Rangierfläche vor Turmlager		140	17		2.500	2.500
Zwischensumme Lager					68.070	9.700	77.770
7 Vormontageplatz							
	Rotorstern Montage	2	160	160	51.200		
	Rotorstern Zwischenlager	2	160	160	25.600		
	Aufrichten Jacket		100	50	5.000		
8	Kajenbereich Liegeplätze		500	70		35.000	
8	Zentrale Verkehrswege	2	600	50		30.000	
9	Flächen für Geräte, Anschlagmittel					5.000	
10	Staumaterial, Transporthilfsmittel, Leergut					6.000	
11	Wartezonen LKW-Anlieferung					7.500	
12	Hallenflächen, Büro & Sozialbereiche					7.500	
Gesamtfläche					149.870	100.700	250.570

Liegeplatzkonzept

Aus der vorangegangenen Betrachtung ergibt sich neben dem Liegeplatzbedarf für Neu-Ansiedlungen auch die Notwendigkeit den Labradorhafen (vgl. 2.4.1) zu entlasten.

Mit der Endmontage- und Verladeeinrichtung an der Weser ist eine nachhaltige Lösung der zu erwartenden Engpässe möglich. Logistisch ist es grundsätzlich sinnvoll die eingehenden und die ausgehenden Güterströme weitestgehend zu trennen.

Eine Trennung würde bedeuten, dass insbesondere die zu verschiffenden Anlagen von Repower, Powerblades und neuangesiedelter Unternehmen, die für die deutschen Offshore-Parks vorgesehen sind, über die neue Endmontage- und Verladeeinrichtung gelenkt werden. Des Weiteren würden die Jacket-Gründungsstrukturen von Weserwind, die nach der Fertigstellung zwischengelagert werden müssen, in diesen Bereich umgefahren werden.

Im Bereich des Labradorhafens würden zunächst die ausgehenden Exportverladungen von Multibrid und Repower für die konventionelle Schiffe eingesetzt werden und die Verladungen von Weserwind verbleiben, die über das Verschubsystem umgeschlagen werden müssen. Des Weiteren würden die gesamten einkommenden Zulieferteile, die über den Wasserweg transportiert werden, weiter im Labradorhafen abgewickelt werden.

Geht man in der Anfangsphase davon aus, dass zu erst die Gründungskörper und dann die Anlagen auf See installiert werden, so werden diese Prozesse in späteren Phasen (wenn mehrere Windparks gleichzeitig errichtet werden) parallel verlaufen.

Die Verladekapazitäten der Endmontage- und Verladeeinrichtung sind darauf ausgerichtet, dass zwei Windparks mit je 80 Anlagen (jeweils Gründungskörper und WEA) pro Saison verladen werden können.

Für die Bewertung der Verladekapazitäten pro Liegeplatz werden folgende Prämissen zugrunde gelegt.

- Berücksichtigung aller ausgehenden Fertigteile aber auch eingehenden Fertigteile, z.B. Türme oder Rotorblätter von anderen Fertigungsstätten
- Die Verladekapazität wird durch die Verladetakte der Installationseinheiten während Installationsphase bestimmt.

- Es wird davon ausgegangen werden, dass in der Kernzeit von März bis Oktober über acht Monate entsprechend an 240 Tagen (24 Stunden/7 Tage die Woche) installiert wird.
- Verfügbare Wetterfenster werden in der Größenordnung von 120 Tagen angenommen.
- Für Transport und Verladung verbleiben entsprechend 120 Tage, da nur dann auf See abgenommen werden kann, wenn auch installiert wird.
- Ziel ist es, in diesem Zeitraum 160 Anlagen und 160 Gründungskörper pro Windpark zu installieren.
- Pro Reise zum Windpark werden 3 WEA oder 3 Gründungskörper verschifft, entsprechend 27 Reisen pro Verschiffungseinheit WEA und Gründungskörper.
- Die durchschnittliche Transportzeit wird mit je 24 Stunden für die Hinfahrt und die Rückfahrt angenommen = 2 Tage.
- Daraus resultiert eine Reisezeit pro Verschiffungseinheit von 54 Tagen und eine verbleibende Ladezeit von 66 Tagen in den verfügbaren 120 Tagen.
- Betrachtet wird der jeweils ungestörte Ablauf.

Für die Planung ergibt sich somit eine Verladeanforderung von 160 Gründungskörper und WEA's in 66 Tagen. Daraus ergibt sich die durchschnittlich verfügbare Verladedauer von 20 Stunden pro WEA oder Gründungskörper ($80/66 \text{ Tage} = 0,8 \text{ Tage}/20 \text{ Stunden pro WEA oder Gründungskörper}$).

Für die wasserseitige Abwicklung stehen mit der Umsetzung der Planungen im Labradaorhafen und an der Außenweser insgesamt 7 Schwerlast-Liegeplätze für die eingehenden und ausgehenden Güterströme zur Verfügung. In der Folgezeit ist davon auszugehen, dass versucht wird auch die günstigen Wetterfenster in der Winterzeit zu nutzen, begünstigt möglicherweise durch den Klimawandel. Auf dieser Basis ist aus heutiger Sicht davon auszugehen, dass auch das Ladungsvolumen neu angesiedelter Produktionsbetriebe abgefertigt werden kann.

2.6. Die Lage der Endmontage- und Verladeeinrichtung in Bremerhaven

Bei der Auswahl und Betrachtung der Lage der Verladeeinrichtung zum Hersteller und Lieferantenpark sind zwei grundsätzlich unterschiedliche Funktionen zu berücksichtigen.

- Die klassische Hafenfunktion, d.h. die Aufnahme eingehender Güterströme aus diversen Fertigungsstandorten und der Verkehrsträgerwechsel für den Transport zum Windpark. Der Hafen generiert seine Güterströme überregional bzw. international wie in der folgenden Darstellung beispielhaft skizziert. Die Hafenfunktion allein generiert Umschlaggeschäft und nur in Ausnahmefällen Unternehmensansiedlungen im produzierenden Gewerbe. Der Hafen ist dadurch eher austauschbar.



Abb. 2.6.1.: Hafenfunktion (überregionale Bedeutung) Umschlag, Zwischenlagerung eingehender Komponenten aus diversen Fertigungsstandorten und Wiederverladung für den Transport zum Windpark

- Die Endmontage und Verladeeinrichtung wird im Prinzip die Funktion einer Waren- ausgangszone für die am Standort gefertigten Produkte übernehmen. Die folgende Darstellung skizziert die engen funktionalen Zusammenhänge zwischen Fertigung und Verladung.

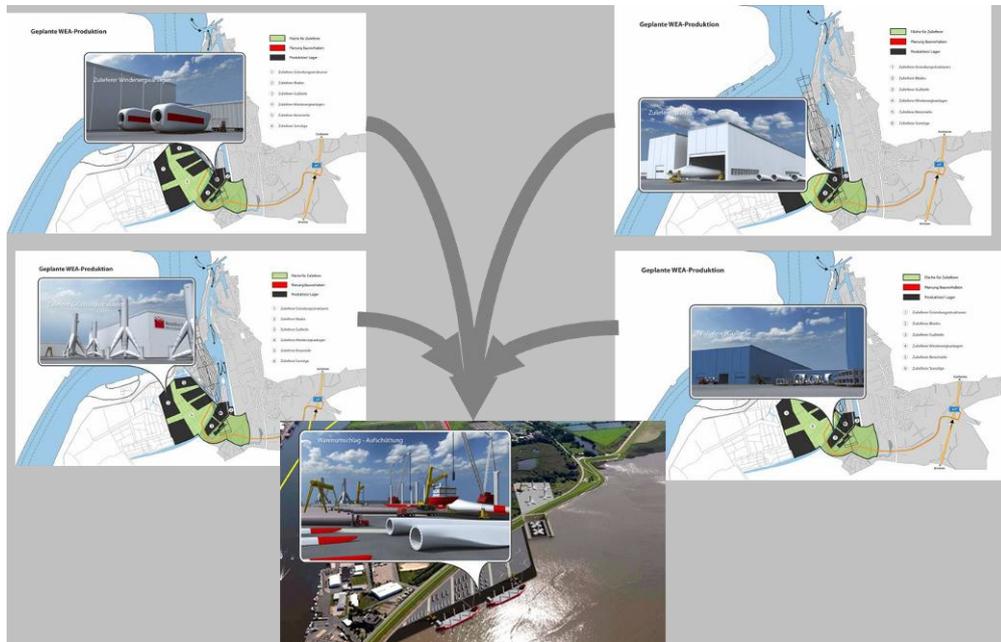


Abb. 2.6.2.: Endmontage und Verladeeinrichtung (lokale Bedeutung) als Warenabgangszone für die Weiterentwicklung des Hersteller- und Lieferantensystems in Bremerhaven

Der Unterschied zur Hafenfunktion liegt darin, dass der Hauptteil der Komponenten vor Ort bereits produziert wird. Durch die Ansiedlungen entsteht eine Loco-Rate (Local Content) von über 90 Prozent, die einen nachhaltigen Auslastungsgrad der Infrastruktur gewährleistet. Zum Vergleich: Im klassischen Hafengeschäft sind Loco-Raten, d.h. Waren und Güter, die in unmittelbarer Hafennähe produziert oder verbraucht und nicht weiterverarbeitet werden von 30 Prozent Spitzenwerte.

Die Funktion der Warenabgangszone ist die Grundlage für die standortbezogene Logistik und die Weiterentwicklung des Hersteller- und Lieferantensystems in Bremerhaven.

Die standortbezogene Logistikkonzeption sieht die weitestgehende Trennung der eingehenden und ausgehenden Güterströme vor. Über diesen Weg können die zu erwartenden Engpässe bei der Zufahrt und der Verladung im Labradorhafen minimiert werden. Weiterhin werden Abfertigungsmöglichkeiten für Verschiffungs- und Installationseinheiten geschaffen, die den Labradorhafen nicht mehr anlaufen können. Die bestehenden Verladeeinrichtungen werden optimal ausgelastet.

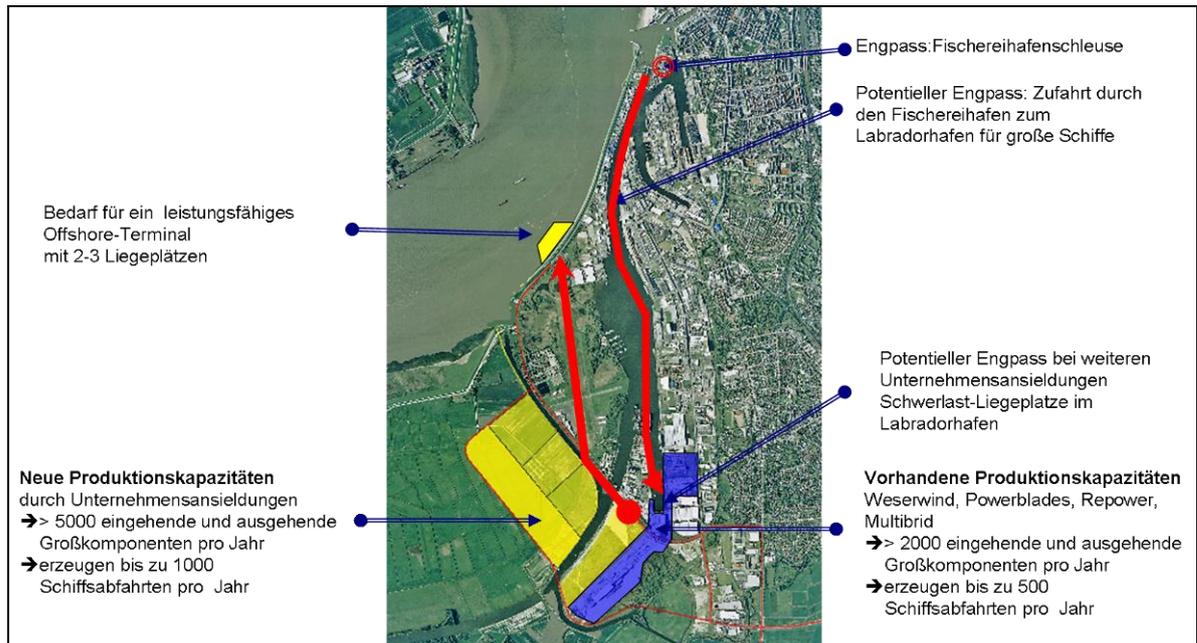


Abb.:2.6.3. Grundsatzüberlegung: Weitestgehende Trennung der eingehenden und ausgehenden Güterströme zur Entlastung des Labradorhafens, Schaffung von Abfertigungsmöglichkeiten für Verschiffungs- und Installationseinheiten, die den Labradorhafen nicht mehr anlaufen können.

2.7. Eine langfristige Nutzungsänderung des Containerterminals Bremerhaven wäre aufgrund der hohen Umfuhrkosten ein Standortnachteil und damit ein Hemmnis für weitere Unternehmensansiedlungen im Bereich Luneplate

Das grundsätzliche Ziel möglichst große Teile der Wertschöpfungskette durch Unternehmensansiedlungen an den Standort zu binden wird mit einer langfristigen Nutzungsänderung des Containerterminals nicht erreicht. Im Containerterminal kann nur eine Funktion, die Hafenfunktion (Bündelung und Verteilung der Güterströme) erfüllt werden.

Die Nutzungsmöglichkeiten und die Zusammenarbeit mit anderen Hafenstandorten wurden überregional geprüft. In Bremerhaven werden entsprechende Hafensflächen nur noch im Bereich des Nordhafens und der Containerterminals betrieben.



Abb. 2.7.1 Gebrochener Verkehr zwischen Fertigung und Verladeeinrichtung bei Nutzung des Containerterminals

Die Nutzung anderer Hafenteile erfordert unweigerlich die Umfuhr der Komponenten aus den Fertigungsstätten. Der Aufwand und die Kostenfaktoren für die zusätzlichen Zwischentransporte wurden im Kapitel 2.4.2. dargestellt.

Endmontage & Verladung	Anz. Anlagen pro Jahr	Kosten pro Jahr	Gesamtkosten 20 Jahre
CT 1	50	5.321.500 €	106.430.000
Blexer Bogen	50	767.000 €	15.340.000
Differenz:	50	4.554.500 €	91.090.000
Differenz:	80	9.494.000 €	189.880.000
Differenz:	180	13.634.000 €	272.680.000
Differenz:	240	17.862.000,00	357.240.000

Abb.2.7.2.: Gegenüberstellung der Umfuhrkosten Fertigung Labradorhafen zum Blexer Bogen vs. Containerterminal

Gegenübergestellt wurden die Umfuhrkosten zum Containerterminal (CT) im Vergleich mit möglichen Varianten im Blexer Bogen. Die Transporte zum CT würden vom Lagerplatz zur Kaikante mit Unterflurfahrzeugen (SPMT's) oder Schwerlastfahrzeugen erfolgen, die die Komponenten auf einem Ponton absetzen, dort würde die Ladung gesichert und über den Wasserweg zum CT verfahren. Im Containerterminal würden die Komponenten wiederum mit Schwerlastfahrzeugen vom Ponton auf den Lagerplatz verfahren. Bei der Umfuhr in den Bereich Blexer Bogen würden die Unterflurfahrzeuge (SPMT's) oder Schwerlastfahrzeuge direkt über Land vom Lagerplatz zur Endmontage und Verladeeinrichtung fahren.

In der obigen Tabelle wurden die reinen Umfuhrkosten verglichen (ohne Preissteigerungen und ohne Produktivitätsgewinne über 20 Jahre). Die zusätzliche Verkehrsbelastung sowie der notwendigen Liegeplatzbedarf im Labradorhafen würde im Falle einer wasserseitigen Umfuhr den weiteren Ausbau des Labradorhafens erforderlich machen.

Bei dem Lösungsangebot Containerterminal würden für die Unternehmen, die sich im Bereich Luneplate ansiedeln wollen, standortbezogene Logistikkosten in der Größenordnung von 90 – 360 Mio. € entstehen, durch eigentlich vermeidbare Zwischentransporte.

Es ist davon auszugehen, dass die Unternehmen bei der Standortauswahl diese Kosten genauso ermitteln, so dass ein gravierender Standortnachteil geschaffen würde bzw. das Lösungsangebot von den Unternehmen nicht angenommen wird.

Aktuelle Anfragen belegen, dass die Lösung Containerterminal als Interimslösung ansiedlungsinteressierter Unternehmen und Projekte im Windenergiebereich an den Standort binden kann. Die Anfrager setzen allerdings voraus, dass eine endgültige Lösung im Bereich der Luneplate geschaffen wird.

Fazit :

- Überlegungen, bestehende Hafenumflächen für die Windenergiebranche zu nutzen, hätte langfristig gravierende Folgen für das eigentliche Kerngeschäft Containerumschlag.
- Sie führt kurzfristig zur Beschäftigung im Containerterminal in der Phase geringerer Auslastung durch das Kerngeschäft.
- Sie führt langfristig zur Abwanderung der Containerreederei im CT 1.
- Sie erzeugt prinzipiell vermeidbare Zwischentransporte und Umschlagvorgänge, die langfristig dazu führen, dass andere Standorte begünstigt werden.
- Diese Überlegungen können allenfalls in der derzeit schwierigen Situation der Terminals als Interimslösung konkretisiert werden. Damit wäre ein Übergang bis zur Fertigstellung der Endmontage- und Verladeeinrichtung an der Außenweser möglich, von dem der Standort Bremerhaven wiederum insgesamt profitiert.

3.0. Variantenbetrachtungen im Hinblick auf die logistische Aufgabenerfüllung

3.1. Ausgangspunkt die Montageprozesse auf See

Bei der Planung und Realisierung der Endmontage und Verladeeinrichtung sind die Montageprozesse auf See sowie die funktionalen Zusammenhänge zwischen der Fertigung und der Endmontage im Hersteller- Lieferantenpark zu berücksichtigen.

Anders als in der klassischen Hafenfunktion, in der Güterströme gebündelt und wiederverteilt werden wird die Endmontage und Verladeeinrichtung in Installationsprozesse eingebunden. Die Infrastruktur wird somit zur entscheidenden logistischen Schnittstelle für die Installation von Offshore Windparks.

Installiert werden i.d.R. naturgemäß zuerst die Gründungskörper. Die Stahlkonstruktionen werden mit Rammpfählen im Boden verankert und vergROUTet. Zeitversetzt folgen die Turmsegmente, Maschinenhaus und der Rotorstern.

Die o.g. Prozesse werden parallel und mit mehreren Installationseinheiten durchgeführt. Varianten und unterschiedliche Versorgungsstrategien ergeben sich z.B. durch die Installation komplett montierter Anlagen, das Setzen der ersten beiden Turmsegmente mit dem Gründungskörper, der Einsatz von reinen Transporteinheiten, die das Installationsschiff mit den Komponenten versorgt.

Die Versorgungsintervalle sind i.d.R. nicht kontinuierlich, so wird z.B. in schlechten Wetterperioden die gesamte Flotte (Transport- und Installationseinheiten) einlaufen, um für die folgende günstige Wetterperiode so viele Anlagenkomponenten wie möglich zu laden und auf See zu haben.



Abb. 3.1.1: Einlaufen der Gesamten Flotte „Alpha Ventus“ zum Laden in den Hafen von Eemshaven

Für die Planung und die betriebliche Abwicklung der Endmontage- und Verladeeinrichtung stehen somit gleichen Ziele, wie für die Installation auf See im Vordergrund:

- Die möglichst optimale Nutzung der verfügbaren Wetterfenster auf See zur Minimierung der Versorgungsrisiken.
- Die Vorbereitung möglichst vieler Prozesse an Land zur Reduzierung der logistischen Komplexität.



Abb.3.1.2.: Installation Offshore: Möglichst viele Prozesse an Land vorbereiten, möglichst optimale Nutzung der verfügbaren Wetterfenster.

Es ist davon auszugehen, dass nicht nur Türme, Maschinenhäuser, Naben, Rotorblätter sondern auch Gründungskörper oder Umspannwerke für die Installation auf See vorbereitet und verladen werden.

Die folgenden Abbildungen stellen beispielhaft zwei grundsätzlich unterschiedliche Installationsvarianten von Umspannwerken dar.

1. Die konventionelle Methode (linkes Bild) sieht vor, dass der Gründungskörper vor der Installation der sog. Topside, z.B. mit großen Schwimmkränen und Jackup-Plattformen installiert wird. Die Topside wird im zweiten Schritt (im zweiten geeigneten Wetterfenster) mit sog. Dockschiffen oder Halbtauchern von der Fertigungsstätte abgeholt, in den Gründungskörper „eingeschwommen“ und durch Absenken des Schiffes aufgesetzt.

Für die Endmontage und Verladeeinrichtung bedeutet das,

- das regelmäßig Verladungen durchgeführt werden können, die bei der Anlieferung und Entladung von komplett montierten Containerbrücken heute schon Standard sind.
- die Planung auf Basis so genannter Bemessungsschiffe schwierig ist, da die Bauteile oftmals die Breite der Schiffe überragen (vgl. linkes Bild).



Abb. 3.1.3: Konventionelle Errichtung von Plattformen



Abb. 3.1.4: Selbsterrichtende Plattform

2. Bei den sog. selbsterrichtenden Plattformen (rechtes Bild) ist das Kernelement des Umspannwerkes ein Schwimmkörper, der in eine Jack-up-Einrichtung eingebaut ist. Die Konstruktion wird in der Fertigungsstätte an Land komplett endmontiert und zum Installationsort verschleppt.

Die Fertigung beider Umspannwerke ist prinzipiell an jeder ausreichend belastbaren Kaikante und selbstverständlich in Werften möglich. In Wilhelmshaven und Bremerhaven werden bzw. wurden diese Umspannwerke bereits an der Kaikante durch Bremerhavener Unternehmen gebaut.

Ein Beispiel ist die Fertigung einer selbsterrichtenden Plattform in einem Trockendock in Belast für ein Projekt in der deutschen Bucht. Teilkomponenten wurden in Wilhelmshaven vorgefertigt nach Belfast verschifft und verarbeitet.

Für die Endmontage und Verladeeinrichtung bedeutet das, dass

- durch solche temporären Aufgaben und Projekte, weitere Wertschöpfung am Standort generiert werden kann, wenn die Infrastruktur verfügbar ist.
- die Marktreichweite der Fertigungsstandorte, aber auch die Arbeitsteiligkeit zunimmt. Die vorgefertigten Teilkomponenten hatten allein ein Gewicht von mehr als 150 Tonnen bei einer Länge von über 30 Meter und einer Höhe und Breite von jeweils sieben Metern.

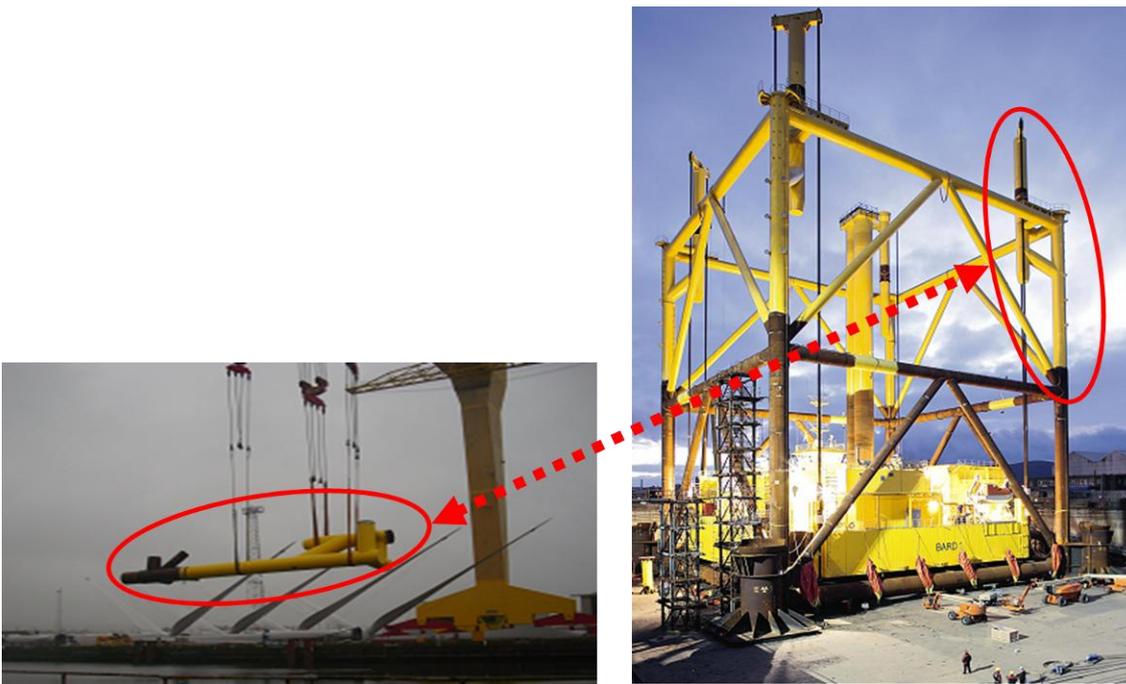


Abb. 3.1.5: Selbsterrichtendes Umspannwerk

Die Varianten und Strategien zur Installation der Türme, Rotorblätter, Maschinenhäuser und Naben variieren. Sie sind teilweise abhängig von den technischen Rahmenbedingungen der Installationschiffe. Aber auch die Entfernung zum Verladeort ist entscheidend für die Versorgungsstrategie und die Taktung.

Derzeit kristallisieren sich zwei Varianten heraus:

Die Installation komplett montierter Anlagen, wie sie 2006 im schottischen Projekt „Beatrice“ erstmals durchgeführt wurde und die sog. Sternmontage



Abb. 3.1.6.: Installation komplett montierter Anlagen Schwimmkran Rambiz 4000 to Tragkraft, Breite 44 m, Länge 88 m mit Repower 5 M – komplett montiert

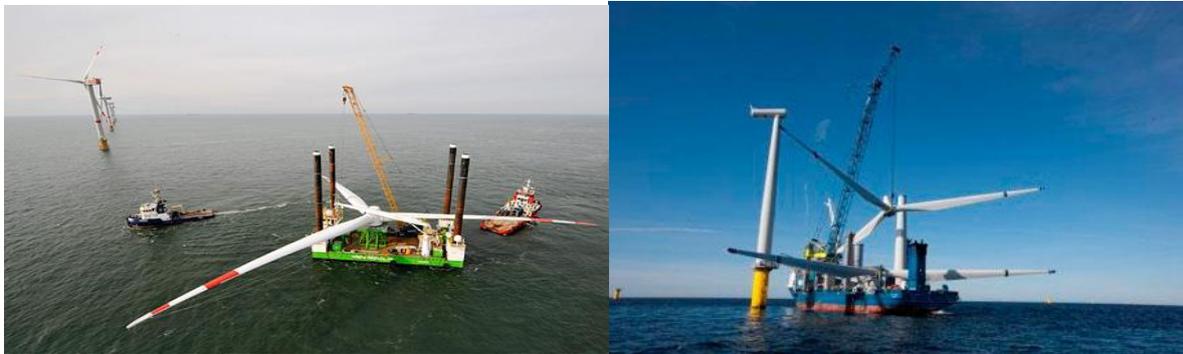


Abb. 3.1.7.: Rotorstern an Land vormontiert und Installation auf See

- Aktuelle Beispiele
- 1. 2011 – 2014: Innogy/Nordsee Ost – Rotorstern
- 2. 2012: Global tech – komplette Anlage, incl komplett montierter Rotorstern
- 3. 2011: Veja Marte – Rotorstern

- 1. 2010: Bard offshore 1 – Rotorstern
- 2. 2009: Alpha Ventus Multibrid Rotorstern, Repower Rotorstern
- 3. 2008/2009: Horns Rev 2 – Rotorstern
- 4. 2008: Thornton bank - Rotorstern
- 5. 2006: Beatrice komplette Anlage, inklusive komplett montierter Rotor

Die Sternmontage ist derzeit als „Stand der Technik“ zu bezeichnen.

Von der weiteren Verlagerung der Prozesse an Land und der Installation komplett fertigmontierter Anlagen muss für die Zukunft jedoch ausgegangen werden.

Vor dem Hintergrund des Flächenverbrauches bei der Vormontage an Land ergibt sich zwangsläufig die Frage, ob durch eine Einzelblattmontage auf See Flächen an Land „eingespart“ werden können.

Neben den technischen Voraussetzungen, die für einen Teil der Anlagen erst noch entwickelt werden müssen, sind die Rahmenbedingungen für eine Einzelblattmontage zu betrachten:

- Kranhakenhöhe + ca. 20 m, weitere Auslage da eine Traverse für die Einzelblattmontage eingesetzt wird oder andere technische Lösungen.
- Zeitbedarf plus 24 Stunden auf See, drei Kernprozesse würden von Land auf See verlagert.
- Höheres Beschädigungsrisiko
- Für die Stromeinspeisung zum Drehen der Nabe muss die Anlage in Betrieb genommen werden.
- Inbetriebnahme 5-7 Tage, danach kann das Installationsschiff in einem geeigneten Wetterfenster die Anlage erneut anlaufen.

Ein solches Verfahren bedeutet die Umkehr der Ziele zur optimalen Nutzung der verfügbaren Wetterfenster und zur Verlagerung möglichst vieler Prozesse an Land.

Gleiches gilt für die Fragestellung, ob ein Rotorstern in der liegenden Position auf See montiert werden kann.

3.2. Nutzungsmöglichkeiten der betrachteten Varianten Containerterminal, Blexer Bogen Nord, BlexerBogen Süd/Erdmannssiel für die Endmontage und Verladung

- 3.2.1. Das Layout des Containerterminals ermöglicht unabhängig von den nachteiligen Umfuhrkosten einen reibungslosen Materialfluss und erfüllt alle Flächenfunktionen

Das Containerterminal ermöglicht aufgrund des bestehenden Layout ein grundsätzlich strukturierbaren Materialfluss, die auf einer systematischen Anordnung der wesentlichen Flächenfunktionen basiert.

Wie dargestellt müssen alle Komponenten auf dem Wasserweg zum Containerterminal transportiert werden. Dazu gehören alle

- Rammpfähle
- Gründungsstrukturen (Jackets)
- Maschinenhaus & Nabe
- Rotorblätter
- Turmsegmente
- Transport- und Hebemittel, Leergut, Ver- und Entsorgung

Das Layout ermöglicht grundsätzlich eine jeweils separate Wareneingangs- und Warenausgangszone sowie einen kreuzungsfreien Materialfluss. Die gleichzeitige Abfertigung bzw. die Abgrenzung von mehreren Kunden ist möglich

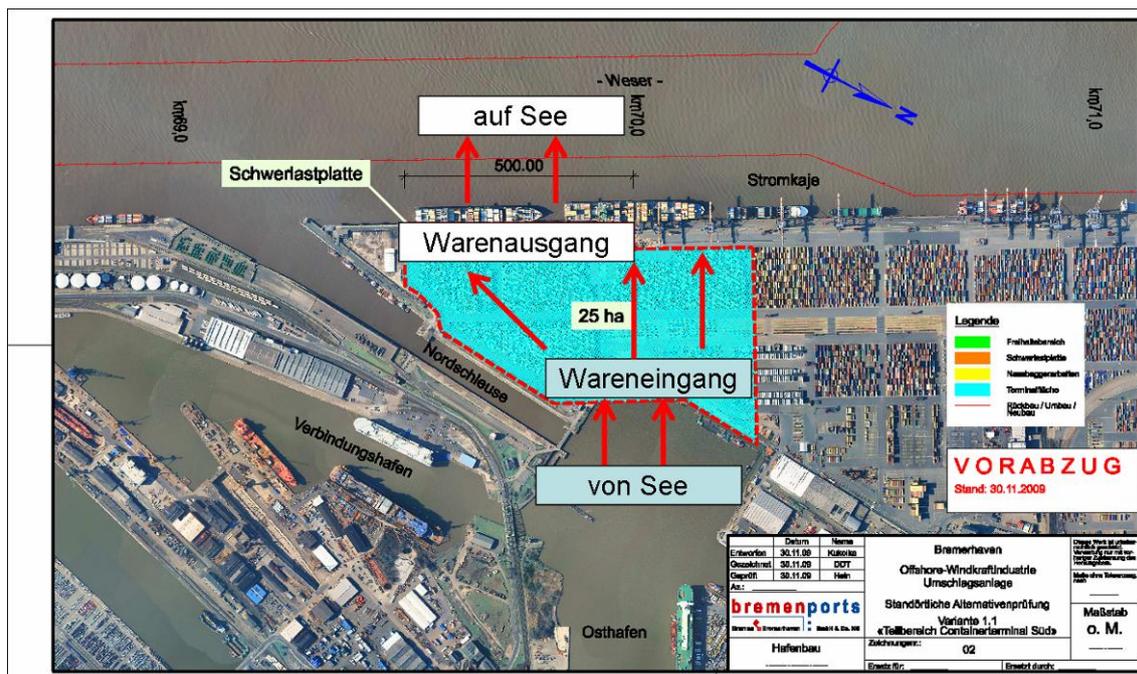


Abb. 3.2.1.1.: Containerterminal 1, incl. Umfuhr der Komponenten aus den Fertigungsstätten im Labradorhafen Materialfluss und Flächenfunktionen

Die einzelnen Flächenfunktionen, wie die

- Wareneingangs- und -ausgangsfächen
- Lagerflächen Jackets
- Lagerflächen Turmsegmente
- Lagerflächen Maschinenhaus
- Lagerflächen Naben

- Lagerflächen Rotorblätter
- Montagefläche Nabe \Leftrightarrow Rotorblätter
- Lagerfläche für „Sterne“ an der Kaje
- Errichtung Jackets und Turmsegmente

- Lagerfläche für Laschmaterial
- Abfertigungsflächen für LKW
- Verkehrswege
- Hallenflächen, Büro & Sozialbereiche

sind variabel nutzbar.



Abb. 3.2.1.2 Flächenfunktionen: Zwischenlager Rotorstern, Aufrichten Jacket Gründungsstruktur vor der Verladung

Diese Struktur und Variabilität ermöglicht eine leistungsfähige Abfertigung der Installationseinheiten, ohne dass Komponenten mehrfach bewegt werden müssen bzw. im Weg stehen. Die Kernprozesse sind unabhängig voneinander durchführbar, so dass Wartezeiten vermieden werden können. Materialflussengpässe können somit auch bei höher Auslastung bzw. gestörten Installationsabläufe reduziert werden. Verkehrswege können variabel verändert werden. Aufgrund der notwendigen wasserseitigen Anlieferung verdoppeln sich die Kaiflächen im Vergleich zu den folgenden Varianten, die direkt aus der Fertigung über den Landweg beliefert werden.

3.2.2. Variante Blexer Bogen Nord mit gravierenden Einschränkungen für die logistische Aufgabenerfüllung

Die Variante Blexer Bogen Nord ermöglicht aufgrund der Lage zum Hersteller und Lieferantenpark die landseitige Anlieferung. Der zusätzliche Systemaufwand für die wasserseitige Umfuhr entfällt.

Aufgrund des schmalen Layouts sind Engpässe im Materialfluss unvermeidlich. So würde die Kaje nicht optimal für die Verladung genutzt werden, da sie für andere Prozesse wie die Montage der Rotorsterne genutzt werden muss, die bei den anderen Varianten mit ausreichenden Geländetiefe hintereinander und nicht nebeneinander liegen. Die Kaje kann in diesem Zeitraum nicht für ihre eigentliche Aufgabe genutzt werden.

Variante „Blexer Bogen Nord“ – Terminallayout (90m Rotorblätter)

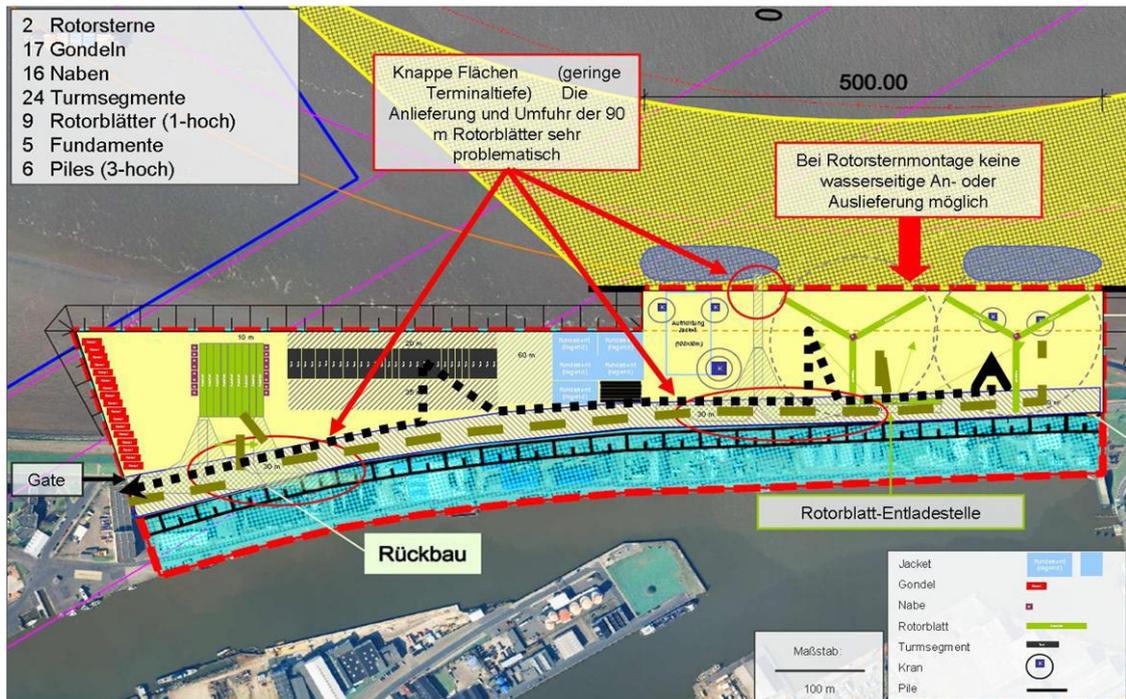


Abb. 3.2.2.1: Blexer Bogen Nord – Übersichtsplan

Das Layout ermöglicht nur eine nebeneinanderliegende Flächenanordnung. Über die eine zentrale Versorgungstrasse müssen sämtliche Rangier-, Lager- und Transportvorgänge abgewickelt werden, so dass viele Transportvorgänge durch Warten auf bis der jeweils kreuzende beendet ist, unterbrochen werden. Die gleichzeitige Abfertigung bzw. die Abgrenzung von mehreren Kunden ist nicht möglich. So würde für die Montage eines Rotorsternes fast die gesamte Geländetiefe benötigt. Beim durchaus möglichen Einsatz von großen Raupenkränen, die allein durch die Zwangsauslage und Zusatzgewichte (Superlift) einen Arbeitsbereich im Durchmesser von bis zu 50 m beanspruchen. Die Krane selber werden zur ihren Einsatzorten von bis 50 Schwerlasttransportern und mehreren Hilfskränen begleitet, so dass allein der Aufbau eines solchen Kranes den schnellen operativen Ablauf der Verladeeinrichtung weiter einschränken würde.



Abb. 3.2.2.2: Große Raupenkran beanspruchen auf der Kaikante einen erhebliche Arbeitsbereich von bis zu 50m

Die Struktur der Variante Blexer Bogen Nord ermöglicht keine leistungsfähige Abfertigung der Installationseinheiten, ohne dass Komponenten mehrfach bewegt werden müssen bzw. im Weg stehen. Die Kernprozesse sind abhängig voneinander, so dass Wartezeiten entstehen, die unmittelbar die Leistungsfähigkeit der Infrastruktur begrenzen.

Materialflussengpässe können somit auch bei geringer Auslastung bzw. ungestörten Installationsabläufe auftreten. Die Verkehrswege können nicht variabel verändert werden.

Die Verladekapazität wird unter den o.g. Prämissen mit ca. 50 Anlagen/Saison eingeschätzt.

Aufgrund der gravierenden Nachteile und der eingeschränkte Funktionalität u.a. durch folgende Faktoren,

- geringe Flächentiefe
- Einschränkungen bei großen Bauteilen (Rotorblättern und Rotorsternen)
- Keine „Luft“ für die Abfertigung von größeren Bauteilen (Zukunftsszenario)
- Bei Vormontage / Lagerung von Rotorsternen kann der Schwerlastbereich nur sehr eingeschränkt genutzt werden
- Durch das „schmale“ Layout entstehen operativ lange Wege
- Terminal nur für einen Kunden geeignet
- Bauteile nur für einen Kunden (Windpark) im Direktzugriff
- Die Mehrzahl der Liegeplätze ist durch die Montage der Rotorsterne kaum nutzbar
- Keine separate Vorstafläche für die Verladung der WEA Anlagen

- Keine eigenständiger Bereich für die Aufrichtung und Verladung von Fundamenten (Installation Fundament & Installation Windenergieanlage zwei – zeitlich – unabhängige Prozesse)

ist das Risiko hoch, dass die Investitionen in die Infrastruktur an dieser Stelle aufgrund des geringen Nutzungsgrades nicht begründet werden kann. Das eigentliche Ziel Wertschöpfung und Unternehmen an den Standort zu binden würde nicht erreicht.

3.2.3. Variante 12 : Blexer Bogen Süd (Erdmannssiel)

Die Variante 12 Blexer Bogen Süd unterstützt die Zielerreichung im Hinblick auf die Logistik, die Installation auf See und die Standortentwicklung durch eine leistungsfähige Endmontage und Verladeeinrichtung am ehesten.

Das logistische Grundkonzept wird durch die weitestgehenden Trennung der eingehenden und ausgehenden Güterströme, die Vermeidung von Engpässen im Fischereihafen und der restriktionsfreie Zugang zur offenen See umgesetzt.

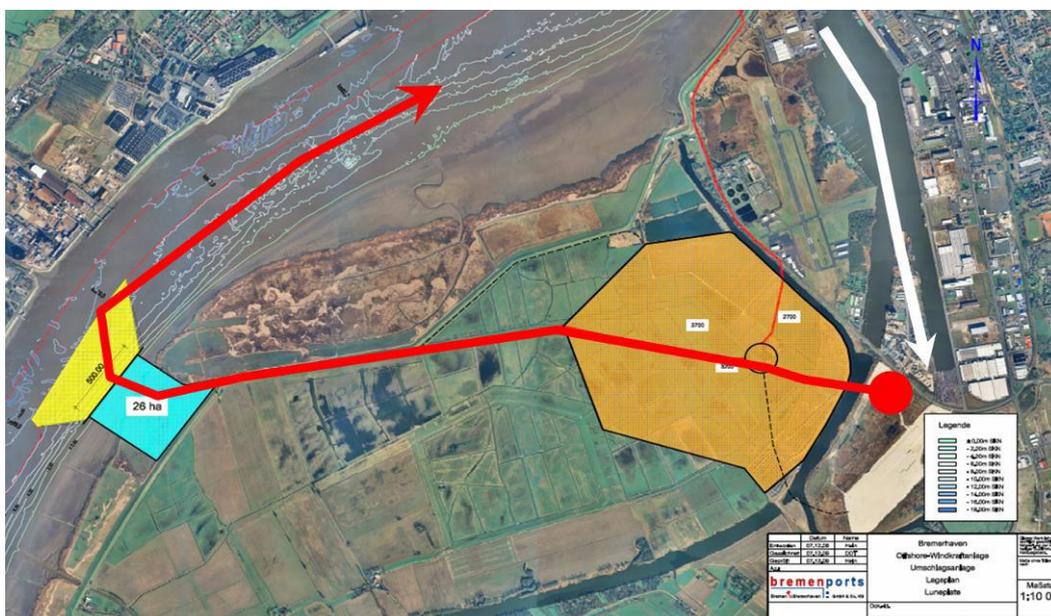


Abb. 3.2.3.1: Variante „Blexer Bogen Terminal Süd“ – Übersichtsplan

Wie beim Containerterminal ermöglicht die Struktur und Variabilität eine leistungsfähige Abfertigung der Installationseinheiten, ohne das Komponenten mehrfach bewegt werden müssen bzw. im Weg stehen. Die Kernprozesse sind unabhängig voneinander durchführbar, so dass Wartezeiten vermieden werden können.

Materialflussengpässe können somit auch bei höherer Auslastung bzw. gestörten Installationsabläufe reduziert werden. Verkehrswege können variabel verändert werden. Durch

die landseitige direkte Anbindung an den Hersteller und Lieferantenpark können die dort vorhandenen Ressourcen (Geräte, Flächen) optimal kombiniert werden. Diese Faktoren wirken sich kapazitätserhöhend für die Verladeeinrichtung aus, da keine Materialflussengpässe in der Zuwegung und der Verladeeinrichtung zu erwarten sind.

Die Flächen bzw. die Infrastruktur kann so optimal genutzt werden

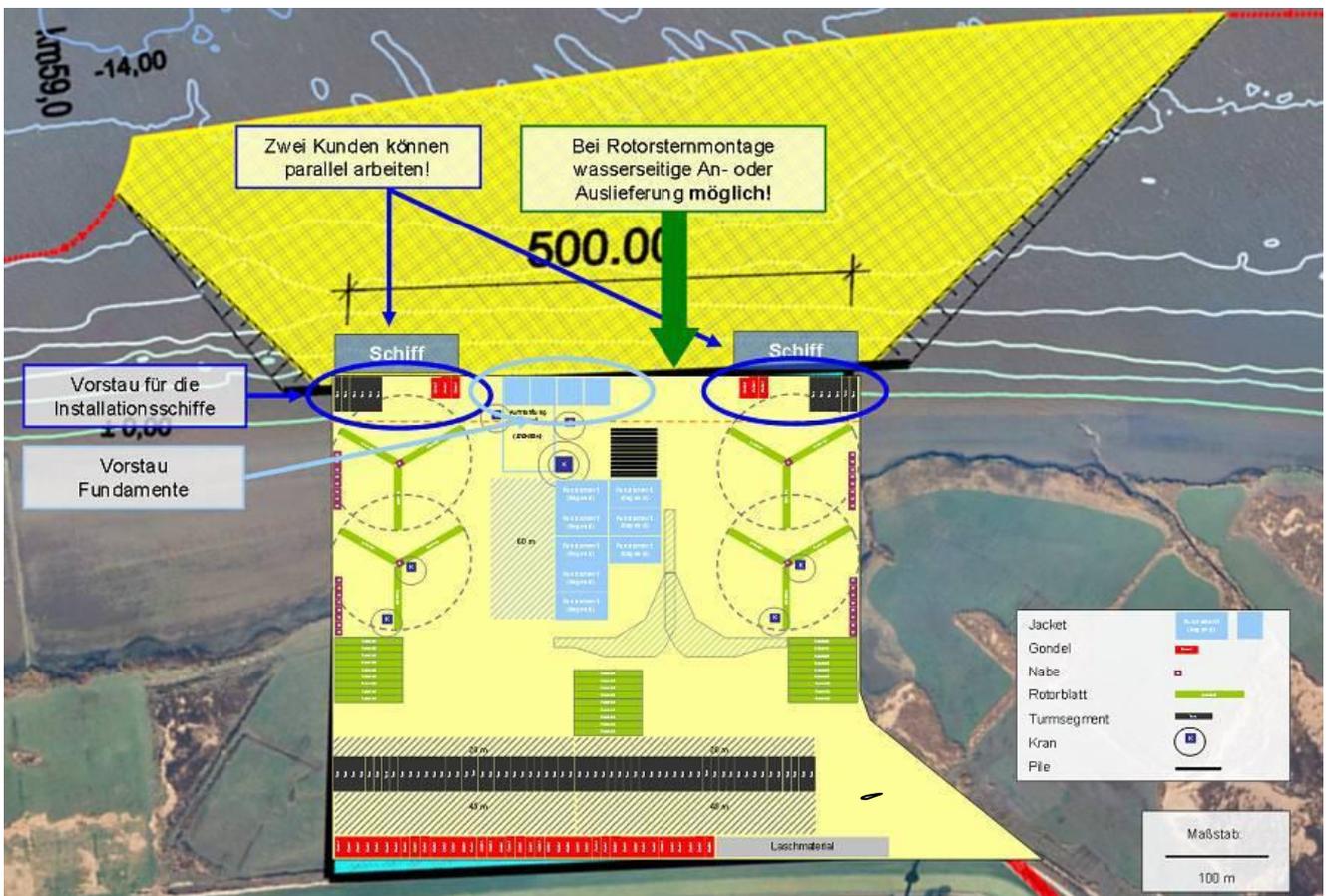


Abb. 3.2.3.2: Variante 12 „Blexer Bogen Terminal Süd“ – Materialflusslayout

Die Verladekapazität wird unter den o.g. Prämissen mit ca. 160 Anlagen/Saison eingeschätzt, wobei mehrere Kunden gleichzeitig abgefertigt werden können bzw. in abgegrenzten Bereichen aktiv werden können.

4. Zusammenfassung

Die Herausforderung des globalen Klimawandels ist eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe, die u.a. mit der Frage verknüpft ist, wie unter den Bedingungen einer weltweit steigenden Energienachfrage die Versorgungssicherheit gewährleistet werden kann.

Der weitere ökologisch verträgliche Ausbau der Erneuerbaren Energien ist daher von zentraler Bedeutung für die künftige Energieversorgung. Der Windenergiemarkt hat sich auf dieser Grundlage zu einem globalen und hochgradig innovativen Wirtschaftszweig entwickelt. Allein im Offshore-Markt werden in den nächsten Jahrzehnten in Nordeuropa bis zu 10.000 Anlagen installiert und betrieben.

Offshore-Windparks stärken die Wirtschaft an der Küste. Ein Beweis dafür sind die bereits entstandenen Produktionskapazitäten in Bremerhaven und die rund 1000 Arbeitsplätze, die im Bereich Forschung, Entwicklung, Produktion und Logistik entstanden sind. Der Hersteller- und Lieferantepark in Bremerhaven kann in diesem Sinne weiterentwickelt werden. Die Voraussetzung ist jedoch ein restriktionsfreier Zugang zur offenen See.

Die erfolgreiche Installation und der Betrieb von Offshore-Windparks hängen maßgeblich von optimalen Logistikabläufen ab. Sie haben erheblichen Einfluss auf die Realisierung der Projekte im Kosten- und Zeitrahmen und beeinflussen unmittelbar und nachweisbar die Stromgestehungskosten (€/kWh) von Offshore Windparks.

Gleichzeitig steht auch die Logistik in der Windenergiebranche vor der Aufgabe im Bereich Umweltschutz, Klimawandel und Ressourceneffizienz, entsprechende Strategien und Effektivitäts- und Effizienzsteigerung in Hinblick auf Nachhaltigkeit nachzuweisen.

Die Konsolidierung der Güterströme ist die Grundlage für eine ressourceneffiziente Logistik. Sie ermöglicht die Vermeidung von Transporten und Transportkilometer und die Reduzierung des CO₂-Austoßes der land- und seegängigen Transporteinheiten.

Diese gewünschte Ressourceneffizienz begründet u.a. die Entwicklungen im Hersteller- und Lieferantepark Bremerhaven und ermöglicht die ökonomisch und ökologisch effiziente Entwicklung der Logistiksysteme für die Offshore-Windenergie.

Die Anforderungen an die Montage auf See, den Transport und Umschlag der Großkomponenten, die oftmals mindestens die Größe von Einfamilienhäusern haben, sind komplex. Im Gegensatz zu der aktuellen Verschiffung von einzelnen Anlagen für die Pilotprojekte müssen zukünftig reaktions-schnell und seriell mindestens 80 Anlagen und Gründungskörper pro Windpark in einem engen Zeitfenster umgeschlagen und transportiert werden.

Bei der Planung und Realisierung der Endmontage und Verladeeinrichtung sind die Montageprozesse auf See sowie die funktionalen Zusammenhänge zwischen der Fertigung und der Endmontage im Hersteller- Lieferantenpark von entscheidender Bedeutung.

Im Vordergrund stehen somit die gleichen Ziele wie für die Installation auf See:

- Die möglichst optimale Nutzung der verfügbaren Wetterfenster auf See zur Minimierung der Versorgungsrisiken.
- Die Vorbereitung möglichst vieler Prozesse an Land zur Reduzierung der logistischen Komplexität.

Anders als in der klassischen Hafenfunktion, in der Güterströme gebündelt und wiederverteilt werden, wird die Endmontage und Verladeeinrichtung in Installationsprozesse eingebunden. Die Infrastruktur wird somit zur entscheidenden logistischen Schnittstelle für die Installation von Offshore Windparks.

Installiert werden i.d.R. naturgemäß zuerst die Gründungskörper. Die Stahlkonstruktionen werden mit Rammpfählen im Boden verankert und vergROUTet. Zeitversetzt folgen die Turmsegmente, das Maschinenhaus und der Rotorstern.

Die Varianten und Strategien zur Installation der Türme, Rotorblätter, Maschinenhäuser und Naben variieren. Sie sind teilweise abhängig von den technischen Rahmenbedingungen der Installations-schiffe, aber auch die Entfernung und die Leistungsfähigkeit der Verladung ist entscheidend für die Versorgungsstrategie und die Taktung.

Derzeit kristallisieren sich zwei Montagevarianten heraus:

- Die Montage kompletter Rotorsterne, die derzeit als „Stand der Technik“ zu bezeichnen ist.
- Die Installation komplett montierter Anlagen, wie sie 2006 im schottischen Projekt „Beatrice“ erstmals durchgeführt wurde.

Von einer weiteren Verlagerung der Prozesse an Land und der Installation komplett fertigmontierter Anlagen muss vor diesem Hintergrund ausgegangen werden.

Alternativen wie die Einzelblattmontage auf See bedeuten die Umkehr der Ziele zur optimalen Nutzung der verfügbaren Wetterfenster und zur Verlagerung möglichst vieler Prozesse an Land. So würde beispielsweise der Zeitbedarf auf See um ca. 24 Stunden erhöht, da drei Kernprozesse von Land auf See (Montage der drei einzelnen Blätter) verlagert würden. Neben dem höheren Beschädigungsrisiko, was den kompletten Abbruch der Installation bedeuten würde, muss die Anlage zum Drehen der Nabe in Betrieb genommen werden. Die Inbetriebnahme wird mit 5-7 Tagen eingeschätzt, danach müsste das Installationsschiff in einem weiteren geeigneten Wetterfenster die Anlage erneut anlaufen.

Die geplanten Kapazitäten an der Weser sind für die Abwicklung, als Puffer für Wetterrisiken und andere Verzögerungen in der unmittelbaren Errichtungs- und Betriebsphase der Offshore-Windparks zu sehen. Sicherheitsbestände der Hersteller und/oder Projektentwickler sind auf anderen separaten Lagerflächen bzw. durch die Produktionslager vorzuhalten.

Der Flächenbedarf wurde mit 25 ha und die Kaje nlänge mit 500 Meter berechnet.

- 47 Prozent der Flächen werden für die Endmontage und die unmittelbare Bereitstellung zur Verladung,
- 27 Prozent für die Zwischenlagerung der Komponenten,
- 16 Prozent für Wege- Handling und Kaje nbereiche und
- 10 Prozent für Serviceflächen benötigt.

Die Verladekapazitäten der Endmontage- und Verladeeinrichtung sind auf den Bedarf ausgerichtet, dass zwei Windparks mit je 80 Anlagen (jeweils Gründungskörper und WEA) pro Saison verladen werden können.

Die Lage der Endmontage- und Verladeeinrichtung erfordert die direkte Nähe zum bereits bestehenden Hersteller- und Lieferantenpark. Der Hauptteil der Komponenten wird hier bereits produziert. Durch die angesiedelten Unternehmen vor Ort entsteht eine Loco-Rate (Local Content) von über 90 Prozent, die einen nachhaltigen Auslastungsgrad der Infrastruktur gewährleistet.

Die bestehenden Schwerlast-Liegeplatzkapazitäten im Fischerei-/Labradorhafen reichen alleine dafür nicht aus. Sie werden durch die Anlieferung und Export-Auslieferungen der Komponenten für die

bestehenden Unternehmen sowie bei voller Auslastung der Produktionskapazität ab dem Jahr 2011 ausgelastet sein.

Unabhängig von den zu erwartenden Engpässen durch die Fischereihafenschleuse (Breite, Tiefgang) und der Zufahrt zum Labradorhafen bei zunehmenden Schiffsankünften und -abfahrten ist festzustellen, dass

- bei Vollaustattung der bestehenden Fertigungsstätten zusätzlicher Liegeplatzbedarf besteht,
- das zusätzliche Ladungsaufkommen=Produktionsvolumen bei Neuansiedlungen hinzukommt,
- die Flächenreserven und Anfragen darauf hinweisen, dass das hier prognostizierte Ladungsvolumen leicht verdoppelt werden kann,
- die Liegeplätze aufgrund des Engpasses Fischereihafenschleuse und Zufahrt nur bedingt im Labradorhafen entstehen können,
- bei optimalen Abläufen ein Mindestbedarf von drei Liegeplätzen für die Endmontage- und Verladeeinrichtung an der Weser abgeleitet werden kann.

Wenn die Endmontage- und Verladeeinrichtung an der Weser nicht gebaut würde bedeutet das, dass die Komponenten von den Fertigungsstätten nicht direkt zum Windpark verschifft werden können, sondern im sog. gebrochenen Verkehr in einen zweiten Hafen, wie z.B. ins niederländische Eemshaven verschifft und dort umgeladen werden müssen.

Allein für die Aufwendungen, die dann durch zusätzliche Zwischentransporte entstehen, könnte in den nächsten 20 Jahren ein weiterer Windpark in der Größe des aktuellen Windpark Alpha Ventus entstehen, wenn pro Jahr nur die Komponenten von einem Windpark im sog. gebrochenen Verkehr umgefahren werden.

Auch die Betrachtung von bestehenden Hafenterminals oder klassischen Werftbetrieben bei der Suche nach Alternativen ist trügerisch.

Das klassische Hafengeschäft ist in seinem Kerngeschäft auf den massenhaften und effizienten Umschlag von oftmals standardisierten Ladungseinheiten der Verkehrsträger Bahn, LKW, Schiff ausgerichtet. Werften und deren Infrastruktur sind alleine Fertigungsstätten für Schiffe.

Die Offshore-Windenergie benötigt langfristige Lösungen und eigenständige Kapazitäten, um zukünftig nach der Fertigung die Endmontage und Verladung integriert, seriell, in großer Stückzahl und wetterunabhängig abwickeln zu können. Die Endmontage und Verladeeinrichtung wird im Prinzip die Funktion einer Warenausgangszone für die in Bremerhaven gefertigten Produkte übernehmen.

Aus dem Blickwinkel der operativen Abwicklung, des Materialflusses und der daraus resultierenden Endmontage- und Verladekapazitäten für die Installation auf See wurden exemplarisch die logistischen Nutzungsmöglichkeiten der Varianten Containerterminal, Blexer Bogen Nord, und Erdmannssiel (Variante) betrachtet.

Die Nutzung des Containerterminals kann allenfalls eine Interimslösung sein.

Das grundsätzliche Ziel möglichst große Teile der Wertschöpfungskette durch Unternehmensansiedlungen an den Standort zu binden, wird mit einer langfristigen Nutzungsänderung des Containerterminals eher nicht erreicht.

Bei dem Lösungsangebot Containerterminal würden den Unternehmen, die sich im Bereich Luneplate ansiedeln wollen, durch die notwendigen und eigentlich vermeidbaren Zwischentransporte standortbezogene Logistikkosten in der Größenordnung von 90 bis 360 Mio. € entstehen, ein Hemmnis für weitere Unternehmensansiedlungen im Bereich Luneplate.

Weiterhin würde durch die wasserseitige Umfuhr die Verkehrsbelastung sowie der notwendigen Liegeplatzbedarf im Labradorhafen erhöht, so dass der weitere Ausbau des Labradorhafens trotzdem erforderlich würde.

Unabhängig von den nachteiligen Umfuhrkosten ermöglicht das bestehende Layout des Containerterminals einen reibungslosen Materialfluss und erfüllt alle Flächenfunktionen für die Abwicklung von Offshore-Projekten.

Die Variante 12 Erdmannssiel unterstützt die Zielerreichung im Hinblick auf die Logistik, die Installation auf See und die Standortentwicklung vollumfänglich.

Das logistische Grundkonzept wird durch die weitestgehenden Trennung der eingehenden und ausgehenden Güterströme, die Vermeidung von Engpässen im Fischereihafen und dem restriktionsfreien Zugang zur offenen See umgesetzt.

Wie beim Containerterminal ermöglicht die Struktur und Variabilität eine leistungsfähige Abfertigung der Installationseinheiten, ohne dass Komponenten mehrfach bewegt werden müssen bzw. im Weg stehen. Die Kernprozesse sind unabhängig voneinander durchführbar, so dass Wartezeiten vermieden werden können. Materialflussengpässe können somit auch bei höherer Auslastung bzw. gestörten Installationsabläufe minimiert werden. Verkehrswege können variabel verändert werden.

Durch die landseitige direkte Anbindung an den Hersteller und Lieferantenpark können die dort vorhandenen Ressourcen (Geräte, Flächen) optimal kombiniert werden. Diese Faktoren wirken sich kapazitätserhöhend für die Verladeeinrichtung aus, da keine Materialflussengpässe in der Zuwegung und der Verladeeinrichtung zu erwarten sind.

Die Flächen bzw. die Infrastruktur kann so optimal genutzt werden. Der Bedarf für die Verladekapazität wird unter den o.g. Prämissen mit ca. 160 Anlagen/Saison erfüllt, wobei mehrere Kunden gleichzeitig abgefertigt werden können bzw. in abgegrenzten Bereichen aktiv werden können.

Bei der Variante Blexer Bogen Nord sind dagegen aufgrund des schmalen Layouts gravierende Einschränkungen hinsichtlich der operativen Abwicklung, des Materialflusses und der daraus resultierenden Endmontage- und Verladekapazitäten zu erwarten.

So würden z.B. die Kajebereiche nicht optimal für die Verladung genutzt werden können, da sie für andere Prozesse wie die Montage der Rotorsterne vorgehalten werden muss. Diese Flächen würden bei ausreichender Geländetiefe hintereinander und nicht nebeneinander liegen. Die Kaje kann in diesem Zeitraum nicht für ihre eigentliche Aufgabe genutzt werden.

Aufgrund der gravierenden Nachteile und der eingeschränkten Funktionalität kann die Endmontage- und Verladekapazitäten lediglich mit ca. 50 Anlagen pro Saison und damit deutlich unter dem Bedarf eingeschätzt werden. Vor diesem Hintergrund kann an dieser Stelle aufgrund des geringen Nutzungsgrades die Investition in die Infrastruktur aus logistischer Sicht nicht begründet werden.

Zusammenfassend soll mit der vorliegenden Bedarfsermittlung darauf hingewiesen werden, dass ohne die Entwicklung einer speziellen Infrastrukturen für die Endmontage und die Verladung von Komponenten für Offshore-Windparks

- sowohl die Weiterentwicklung des damit in direkter Verbindung stehenden Hersteller- und Lieferantenparks in Bremerhaven
- als auch die Realisierung der Wind-Offshoretechnologie in der deutschen Bucht insgesamt
- und damit die gesamtgesellschaftlichen Ziele zum ökologisch verträglichen Ausbau der erneuerbaren Energien

nicht oder zeitverzögert, mit erheblichen ökonomischen und ökologischen Risiken erreicht werden kann.