

Factsheet

Bedeutung der Seehäfen für den Offshore-Wind-Ausbau & Bedarfe an Seehafenflächen für den Bau von Windparks auf See

Technische Hintergründe und Zusammenhänge

**Hintergrundinformationen
zusammengestellt von der
Stiftung OFFSHORE-WINDENERGIE**

Disclaimer

Die Stiftung OFFSHORE-WINDENERGIE ist eine überparteiliche, überregionale und sektorenübergreifende Einrichtung zur Unterstützung der OFFSHORE-WINDENERGIE und ihrer Sektoren in Deutschland und Europa. Sie ist Kommunikationsplattform für Akteure aus Politik, Wirtschaft und Forschung, dient dem Wissensaustausch und versteht sich als Ideengeber und Multiplikator. Zudem verfügt sie durch die rege Beteiligung an Forschungs- und Entwicklungsprojekten sowie über ihre produktive Vernetzung mit vielen maßgeblichen Akteuren aus Politik und Wirtschaft über Ergebnisse, Tendenzen und Erkenntnisse aus erster Hand.

Die folgenden Informationen wurden mit großer Sorgfalt zusammengestellt und – wo möglich – mit Nachweisen versehen. Teilweise beziehen sich die dargestellten Informationen jedoch auf die Vielzahl der mit Politik und Wirtschaft geführten Gespräche, so dass Quellenverweise nicht in jedem Fall möglich sind. So kann jedoch die höchstmögliche Aktualität gewährleistet werden, um die Vielzahl an laufenden dynamischen politischen und regulatorischen Prozessen zu unterstützen. Sollten sich trotz größter Sorgfalt Fehler oder Ungenauigkeiten in der Darstellung ergeben haben, bitten wir um einen entsprechenden Hinweis.

Die hier hergeleiteten Schlussfolgerungen geben die Überzeugung der Geschäftsführung der Stiftung und ihres Vorstands wieder. Sie stellen keine Meinungsäußerung der mit dem Stiftungskuratorium verbundenen Unternehmen oder Ministerien dar.

Eine auszugsweise Vervielfältigung oder Verwendung der Inhalte dieses Hintergrundpapiers ist unter Berücksichtigung der ordentlichen Zitierpraxis erlaubt.

Kontakt

Stiftung OFFSHORE-WINDENERGIE

info@stiftung-offshore.de

Direkte AnsprechpartnerInnen

Karina Würtz, Geschäftsführerin, k.wuertz@stiftung-offshore.de,

Standort Hamburg

Andreas Mummert, Leiter Politik, a.mummert@stiftung-offshore.de,

Standort Berlin

Inhaltsverzeichnis

Disclaimer	2
Zusammenfassung, Kernergebnisse & politischer Handlungsdruck.....	4
I. Hintergrund: Klimaziele und Energieunabhängigkeit erfordern massiven Ausbau der Offshore-Windenergie, Konkurrenz um wenige nutzbare Flächen steigt rapide an.....	6
II. Kein Offshore-Wind ohne Seehäfen	9
III. Große Herausforderungen: Von der Kalkulation des Bedarfs über die Hindernisse in der Finanzierung bis zur erwartbaren Dauer der Baumaßnahmen.....	10
IV. Grundlegende technische Begrifflichkeiten & Komponenten	13
V. Einflussfaktoren auf Installationskonzepte	14
VI. Empirisch beobachtete Flächenbedarfe abgeschlossener Bauprojekte und Umsatzvolumina.....	17
VII. Kostenkalkulation für die Ertüchtigung weitere Seehafenflächen.....	19
VIII. Abschließende Bemerkungen.....	20

Zusammenfassung, Kernergebnisse & politischer Handlungsdruck

Die aktuellen Offshore-Wind-Ausbauziele der Ampel-Koalition sehen 30 GW bis 2030, mindestens 40 GW bis 2035¹ und 70 GW bis 2045 vor. **Um die Ausbauziele der Bundesregierung für 2030 zu erreichen, muss die bisher installierte Leistung vervierfacht, somit 22 GW zugebaut werden.**

Dieses Tempo stellt die Offshore-Wind-Industrie und den maritimen Sektor vor erhebliche Herausforderungen, verstärkt durch die internationale Konkurrenz um Produktionsfaktoren. Die bisher für deutsche Offshore-Wind-Projekte stark genutzten Häfen Eemshaven und Esbjerg (bzw. Rönne für die Ostsee) werden durch die niederländischen bzw. dänischen Offshore-Wind-Ausbauziele (aber auch die Ausbauziele der Nordsee-Anrainerstaaten in ihrer Gesamtheit) gegen Ende der 20er Jahre bereits stark belegt sein, was die Konkurrenz um rare Flächen weiter verschärft. **Die deutschen Nordseehäfen konnten die Re-Fokussierung auf den Offshore-Wind-Sektor aufgrund von Flächenkonkurrenz und Kapitalmangel noch nicht erfolgreich vornehmen. Fehlende Hafenkapazität stellt jedoch ein unkalkulierbares Risiko für die deutschen Offshore- Wind-Ausbauziele dar.**

Häfen können verschiedene Rollen im Offshore-Windbereich übernehmen, z. B. als Basishafen für den Bau (und späteren Rückbau) von Windparks und als Servicehafen für den Betrieb und die Wartung. **Es besteht eine gleichgerichtete Flächenkonkurrenz mit Bauplätzen für Konverter und Turbinenfundamente. Auch der importabhängige Umschlag von Onshore-Windturbinenkomponenten spielt eine signifikante, wettbewerbsverschärfende Rolle.²**

Aufgrund des enormen Kapitalbedarfs für die Erstellung neuer schwerlastfähiger Flächen einerseits und der gültigen Gesetzeslage (Häfen sind Ländersache nach Grundgesetz³) andererseits ist hier nicht mit schnellen Investitionsentscheidungen im erforderlichen Maß zu rechnen. **Geschwindigkeit ist hier jedoch Trumpf, denn der Bau einer neuen schwerlastfähigen Fläche nebst Kaianlage kann bis zu 7 Jahre dauern.**

¹ Laut [Offshore-Realisierungsvereinbarung](#) zwischen Bund, Ländern und Übertragungsnetzbetreibern vom 04.11.2022 sogar 50 GW bis 2035

² Deutsche Windguard: Bedeutung der Hafenwirtschaft für die Windenergiebranche, 2023

³ Aktuell erhalten die Länder lediglich 38 Mio. Euro jährlich zur Finanzierung der Häfen aus dem Finanzkraftausgleich der Länder. Eine stärkere finanzielle Einbindung des Bundes wird – Stand November 2023 – zwischen Bund und Ländern diskutiert, bisher jedoch ohne greifbares Ergebnis.



Kernergebnisse & politischer Handlungsdruck

Die Stiftung OFFSHORE-WINDENERGIE hat den zusätzlichen **schwerlastfähigen Flächenbedarf** unter Berücksichtigung sehr unterschiedlicher Installationskonzepte modelliert und kommt auf einen **Flächenmangel von 50 ha bis knapp 200 ha**, vornehmlich (aber nicht ausschließlich) an Nordseestandorten. Die Schwankungsbreite ist den Auswirkungen unterschiedlicher Installationskonzepte und dem anvisierten unstillen Ausbaupfad über die Jahre geschuldet.

Daraus ergibt sich **energiepolitisch ein massiver Handlungsdruck**, da die deutschen **Offshore-Wind-Ausbauziele durch fehlende schwerlastfähige Hafeninfrasturktur ins Risiko gestellt** werden.

Gleichzeitig ergibt sich eine **industriepolitische Jahrhundertchance** für die **maritime Wirtschaft**, welche jedoch aktuell **an fehlenden Finanzierungsmöglichkeiten scheitert**. Dadurch verrinnt wertvolle Zeit! Es bedarf nun sehr zeitnaher Entscheidungen für den weiteren Ausbau von Häfen zu primären Installationshäfen, Service- bzw. Wartungshäfen und Rückbauhäfen, damit Investitionsmittel (sobald sie zur Verfügung stehen) zielgerichtet eingesetzt werden können.

Es müssen weiterhin **dringend Maßnahmen** ergriffen werden, die sich auch in der **Nationalen Hafenstrategie** widerspiegeln. Die massiven Zubauziele der Bundesregierung sollten zukünftig für mehr Planungssicherheit sorgen. Die fehlenden Hafenflächen stellen hier jedoch ein massives Realisierungsrisiko dar und verunsichern die Branche.

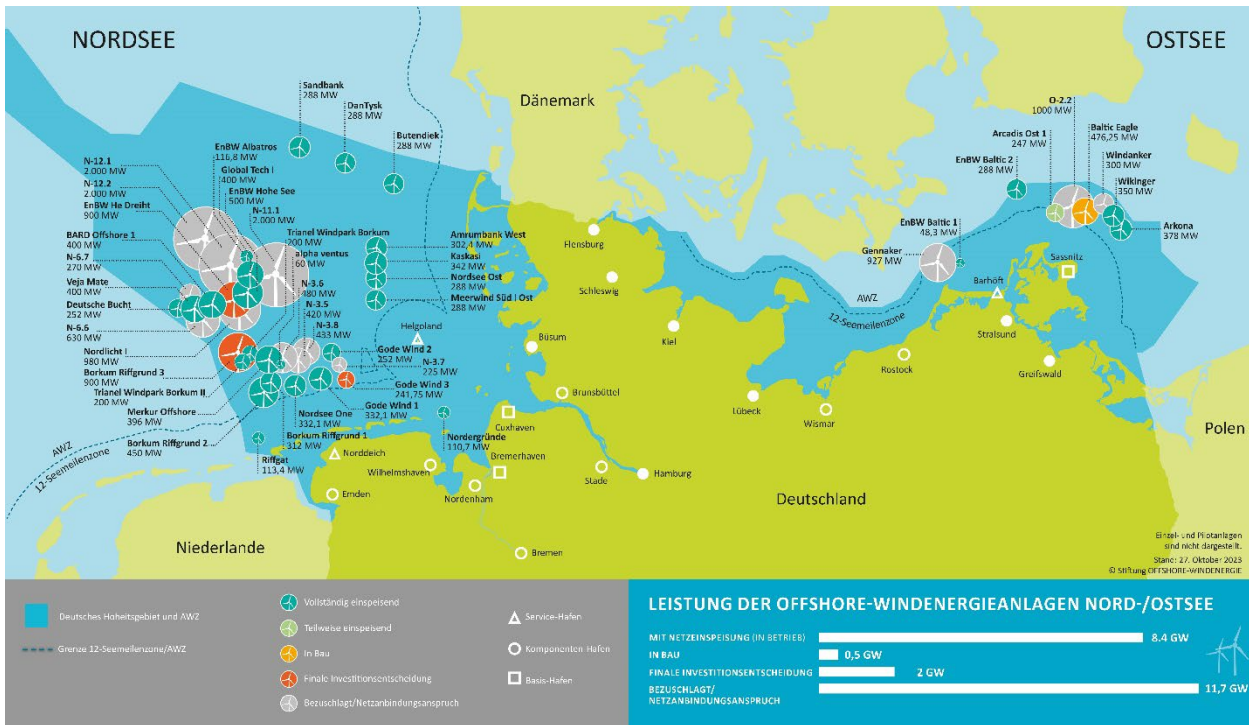
Die Stiftung empfiehlt daher, mindestens **eine „No-Regret“-Flächengröße** zu definieren, welche in jedem Fall langfristig als erforderlich eingeschätzt wird. Auf Basis der aktuell rechtlich verbindlichen, ab 2030 zu erzielenden Zubauziele von 4 GW pro Jahr und der stiftungsseitig vorgenommenen Modellierung kann von einer langfristig **minimal erforderlichen zusätzlichen schwerlastfähigen Fläche von 60-120 ha (je nach Installationsszenario)** ausgegangen werden. Diese würden ausschließlich der Neuinstallation dienen. Für die im gleichen Zeitrahmen ebenfalls anfallenden Platzbedarfe von zurückzubauenden Offshore-Windparks wäre zusätzliche schwerlastfähige Fläche erforderlich, ebenso wie für Service- bzw. Betriebsstandorte.

Für die **„No-Regret“-Flächen (schwerlastfähige Fläche + Kaikante)** in einer Größenordnung von **60 – 120 ha** ergeben sich **Investitionskosten in Höhe von ca. 600 Mio. Euro – 1,2 Mrd. Euro** (siehe Kap. VII.), sprich **ca. 1 Mrd. Euro für 100 ha**.

Die entsprechenden **Investitionsmittel** müssen zeitnah durch die **öffentliche Hand** bereitgestellt oder, wenn dies der schnelleren Realisierung dienlich ist, zum Beispiel in Kombination mit einem **Public-Private-Partnership-Ansatz** verfolgt werden. Weiterhin sollte die **Finanzierung der Häfen im Verteilungsschlüssel für die Erlöse aus den Auktionen der nicht-voruntersuchten Offshore-Wind-Flächen** berücksichtigt werden. Nach den Ergebnissen der Auktionen 2023 (12,6 Mrd. Euro) würden bereits **10%** eine **maximale Gegenfinanzierung der „NO-Regret“-Flächen** bedeuten, ohne eine zusätzliche Belastung der Bundes- und Landeshaushalte.

I. Hintergrund: Klimaziele und Energieunabhängigkeit erfordern massiven Ausbau der Offshore-Windenergie, Konkurrenz um wenige nutzbare Flächen steigt rapide an

Seit 2010 wurden in deutschen Gewässern über 8 GW Offshore-Windleistung installiert.



Quelle: Stiftung Offshore-Windenergie: Stand Offshore-Ausbau 2023

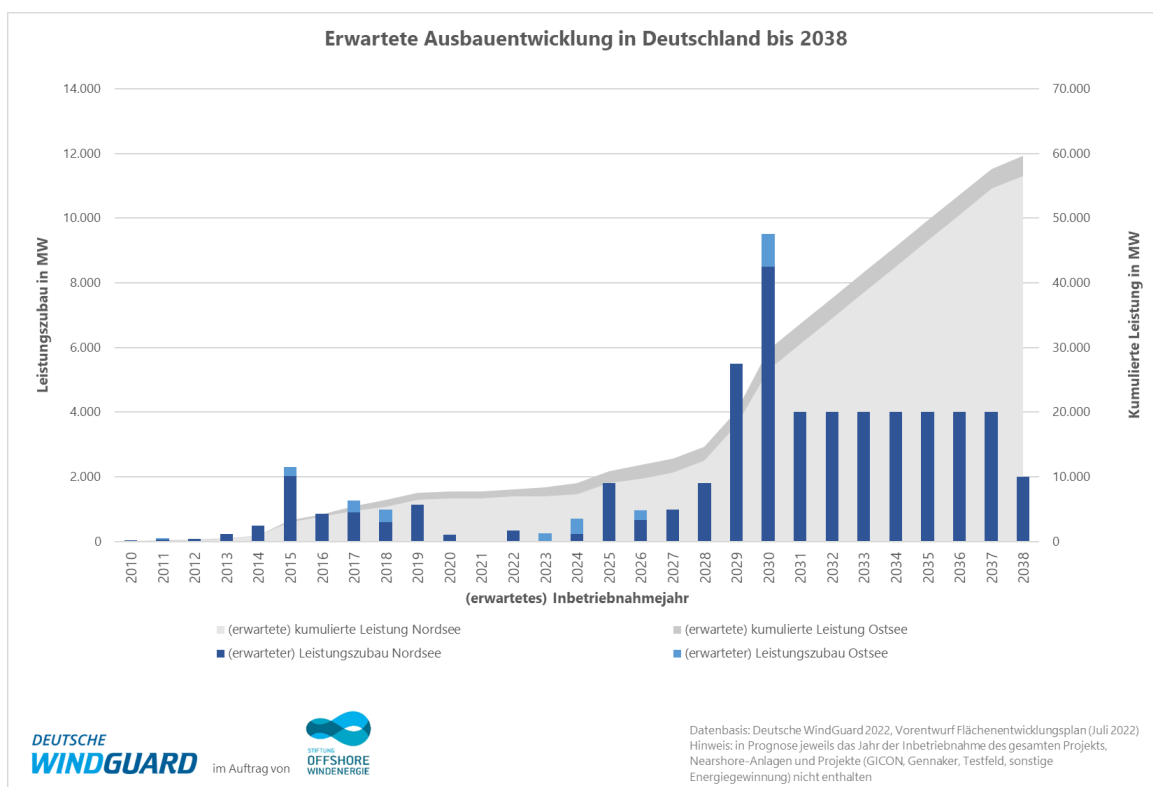
Die Errichtung erfolgte beispielsweise über die deutschen Häfen Bremerhaven und Cuxhaven (für Windparks in der Nordsee) bzw. Rønne/Dänemark oder teilweise auch Sassnitz auf Rügen (für Windparks in der Ostsee). Viele Windparks in der Nordsee sind allerdings auch über Esbjerg (Dänemark) bzw. Eemshaven (Niederlande) errichtet worden. Insbesondere diese beiden Häfen haben sich in den letzten Jahren stark auf den Offshore-Wind-Markt ausgerichtet, haben erhebliche Investitionen in die Infrastruktur vorgenommen und bieten – wie deutsche Standorte – sehr gute Bedingungen hinsichtlich Zugänglichkeit bzw. Wassertiefen, Kaikantenlängen, schwerlastfähiger Flächen, Verfügbarkeit von Auf-Jack-Möglichkeiten für die Installationsschiffe (sog. Jack-up-Barges (dt. Hubplattformen)) und den nicht zu unterschätzenden Hinterlandanbindungen.⁴ Der dahinterliegende industriepolitische



⁴ [Port of Esbjerg Getting EUR 134 Million Investment for Offshore Wind Facilities | Offshore Wind](#)

Ansatz führte dazu, dass sowohl Eemshaven als auch Esbjerg den deutschen Häfen erhebliche Marktanteile abgenommen haben. Der absehbare Fadenriss im nationalen Ausbaupfad der Offshore-Windenergie führte zudem dazu, dass deutsche Häfen sich wieder verstärkt anderen Geschäftsfeldern zuwandten (z. B. Containerumschlag in Bremerhaven und Wilhelmshaven, Onshore-Wind-Komponentenumschlag in Cuxhaven).

Das notwendige Tempo zu Erreichung der (energie-)politischen Ausbauziele mit insbesondere dem anvisierten Zubau von 22 GW bis 2030 stellt die Offshore-Wind-Industrie und den maritimen Sektor vor erhebliche Herausforderungen. Diese Vervierfachung der bisher installierten Leistung stellt den Nettozubaubedarf dar. Ab den 2030er Jahren werden zudem die ersten Windparks sukzessive zurückgebaut. Zudem bestehen Planungen für die Produktion von Offshore-Wasserstoff mit entsprechenden Flächenbedarfen.



Quelle: Deutsche WindGuard im Auftrag der Stiftung Offshore-Windenergie: Offshore-Ausbaupfad

Die Herausforderung verstärkt sich massiv durch die internationale Konkurrenz um Produktionsfaktoren. Allein in Europa soll die installierte Offshore-Leistung laut politischer

Zielsetzungen bis 2030 bei mindestens 60 bis 90 GW und bis 2050 bei mindestens 300 GW liegen.⁵

Die Ausbauziele der deutschen Nachbarstaaten, die auch mit Blick auf die Hafeninfrastruktur die größte Relevanz haben, sind gleichermaßen ambitioniert. Am 19. September 2022 erklärte die niederländische Regierung, ebenfalls 70 GW bis 2050 erreichen zu wollen.⁶ Dänemark plant derzeit mindestens 35 GW.⁷

Es ist zu erwarten, dass für die Erreichung dieser niederländischen zw. dänischen Ziele verstärkt auf die Häfen Eemshaven und Esbjerg (bzw. Rønne für die Ostsee) zurückgegriffen wird und sich damit die Konkurrenz um rare Hafengebiete noch weiter verschärft. Den Entwicklern deutscher Offshore-Windparkprojekte ist diese Tatsache bewusst, wie die massiv angestiegenen Flächenanfragen an die deutschen Nordseehäfen belegen. Diesen fehlen allerdings aufgrund des deutschen Ausbau-Fadenrisses verbindliche rechtliche und finanzielle Rahmenbedingungen, was die Re-Fokussierung auf den Offshore-Wind-Sektor angeht.

Dieser Umstand ist in der Offshore-Wind-Branche ein anerkanntes Problem – und geht so weit, dass international-tätige Berater in vertraulichen Gesprächen berichten, dass sie ihren Kunden teils davon abraten, auf deutsche Flächen mitzubieten, da die Hafengebiete ein unkalkulierbares Risiko darstellen würden.

Verlässliche Ausbauziele und ein stabiler Ausbaupfad für die Offshore-Windenergie, der Planungssicherheit garantiert, sind ein wichtiger erster Schritt, um wieder Vertrauen zu schaffen

⁵ Ein gesamteuropäisches Ziel von 60 GW bis 2030 und 300 GW bis 2050 wurde erstmals in der EU Offshore Renewable Energy Strategy 2020 ([Offshore renewable energy \(europa.eu\)](#)) ausgegeben. In einer gemeinsamen Erklärung der Mitgliedsstaaten der Nordsee Energiekooperation (NSEC) vom 12. September 2022 haben diese allein für die Nordsee ein bereits nochmals ambitionierteres 2030er-Ziel (mindestens 76 GW) als ursprünglich für die gesamte EU (!) ausgegeben. Bis 2040 sollen allein dort 193 GW, bis 2050 260 GW gebaut werden ([220912 NSEC Joint Statement Dublin Ministerial.pdf \(europa.eu\)](#)). Die Ostsee-Anrainer haben wiederum am 30. August 2020 ein Ziel von mindestens 20 GW für die Baltische See ausgegeben. Bis 2050 könnte das Potenzial bei über 90 GW liegen ([EU's Baltic Sea countries agree offshore wind power capacity boost – EURACTIV.com](#)).

⁶ [The Netherlands Sets 70 GW Offshore Wind Target for 2050, Plans Large-Scale Green Hydrogen Production and Energy Hubs | Offshore Wind](#)

⁷ ['North Seas' countries eye 260GW offshore wind by 2050 | Windpower Monthly](#)

– sowohl auf der Angebots- wie auch der Nachfrageseite. Eine flankierende Infrastrukturstrategie ist jedoch für das Gelingen der Ausbauziele unerlässlich.

II. Kein Offshore-Wind ohne Seehäfen

Die Bedeutung der Seehäfen für die Offshore-Windenergie erschöpft sich nicht nur als Lager- und Umschlagplatz in der Bauphase eines Offshore-Windparks. Darüber hinaus können Häfen weitere Rollen im Offshore-Windbereich übernehmen:

- Als Basishafen für den Bau von Windparks
- Als Servicehafen für den Betrieb und die Wartung
- Als Lagerplatz für Großkomponenten
- Als Produktionsstandort
- Als Basishafen und Ankergelenk für den Rückbau von Windparks

Die meisten Seehäfen mit Offshore-Wind-Potenzial konzentrieren sich an der nordseeseitigen Küstenlinie Deutschlands, und hier vor allem (aber nicht ausschließlich) in Niedersachsen. An der Ostseeküste haben vor allem die Häfen Rostock und Sassnitz eine herausgehobene Stellung für die Offshore-Windenergie, welche zukünftig in Anbetracht der Ausbauziele der Ostsee-Anrainer-Staaten durchaus noch an Bedeutung hinzugewinnen könnten.



Mit Blick auf eine Bedarfsabschätzung stellt die Funktion als Installationshafen (engl. “marshalling port”) den umfangreichsten, weil platzintensivsten dar. Allerdings ist dieses Segment “Offshore-Installationshafen” aus Sicht der Hafenbetriebe aufgrund seiner ausgeprägten zyklischen Abhängigkeit nicht unbedingt das attraktivste Segment im Offshore-Wind-Bereich, da Hafenbetriebe in der Regel eine kontinuierliche Auslastung vorziehen. Zudem eignet sich nicht jeder Hafen als Installationshafen.

Grundsätzlich ist die Bedeutung der anderen Offshore-Wind-spezifischen Hafenfunktionen für ein stabiles Geschäftsmodell aus Sicht der Hafenbetriebe nicht zu unterschätzen. Gerade der Bereich Servicehafen bietet stabile Auslastungsmöglichkeiten für bis zu (maximal) 35 Jahre Betriebsdauer eines Windparks. Zudem wird ab 2030 auch der Rückbau von Offshore-Windparks verstärkt eine Rolle in der Hafenauslastung spielen. Designierte Häfen für die Anforderungen des Rückbaus gibt es bisher nicht. Die anderen Bedarfe bedingen zudem, dass mit Blick auf eine gesamtheitliche Entwicklung der Häfen für den Offshore-Bereich verschiedene Standorte profitieren können, die ggf. als Installationshafen nicht in Frage kommen.

III. Große Herausforderungen: Von der Kalkulation des Bedarfs über die Hindernisse in der Finanzierung bis zur erwartbaren Dauer der Baumaßnahmen

Es gibt drei grundlegende Faktoren, die einer ausreichenden Ertüchtigung der Hafeninfrastruktur zur Erreichung der Offshore-Wind-Ausbauziele im Wege stehen:

- **Schwierig zu kalkulierender Flächenbedarf:** Die Berechnung des Flächenbedarfs unter Berücksichtigung der Flächenverfügbarkeit ist ein gleichermaßen naheliegender wie komplexer Faktor. Die massiven nationalen und europäischen Ausbauziele, die die aktuell vorhandenen Kapazitäten deutlich überschreiten, sowie die je nach Installationskonzept unterschiedlichen Flächenbedarfe pro Windparkprojekt und deren Belegungsdauer erschweren eine einfache Antwort auf die Frage, wie viele Flächen für die Offshore-Windenergie in Häfen zusätzlich geschaffen und ertüchtigt werden müssen. Zudem ist die Flächenkonkurrenz mit dem Umschlag der (ausgesprochen importabhängigen) Onshore-Windenergie ein massiver Faktor. Für das Bundesland Niedersachsen zuzüglich Bremen wurde in einer im September 2023 veröffentlichten Studie eine der (Onshore- und Offshore-) Windenergie zuzuordnende Gesamtfläche von 96ha ermittelt, welche bereits mit der aktuellen Ausbauaktivität vollständig ausgelastet ist.⁸ **Hier wird es eine “No-**

⁸ Deutsche Windguard: Bedeutung der Hafenwirtschaft für die Windenergiebranche, 2023

Regret"-Flächengröße geben, welche in jedem Fall ausgebaut werden muss, um wenigstens die nationalen Zubauziele im On- und Offshorebereich zu erreichen.

Die Dauer der zu erwartenden Baumaßnahmen für zusätzliche Hafенflächen ist ein nicht zu unterschätzendes Problem: In niedersächsischen Häfen (z. B. Emden, Wilhelmshaven, Brake, Nordenham, Cuxhaven) stünden durch kurzfristige Umnutzungs- bzw. Umbaumaßnahmen weitere 23 ha zur Verfügung, welche dann anderen Nutzungen entzogen würden. Weitere 160ha sind an diesen Hafенstandorten prinzipiell bereits planfestgestellt bzw. in städtischen Bebauungsplänen enthalten. Weitere Potenzialflächen, welche durch fehlende Genehmigungen eine deutlich längere Vorlaufzeit hätten, gäbe es ebenfalls, sowohl an der gesamten deutschen Nord- und Ostseeküste. **Es liegt also kein prinzipieller Flächenmangel vor, die Flächen werden nur nicht entwickelt.** Um mit dem erwartbaren Mangel an tatsächlich nutzbarer Fläche umgehen zu können, wird es voraussichtlich auch verstärkt auf unternehmerische Flexibilität, Kooperationswillen und eine kundenorientierte Genehmigungspraxis ankommen, wenn es zum Beispiel um die Umnutzung anderer Hafенflächen geht.⁹ Schlussendlich ist bei dem aktuellen Ausmaß und der Geschwindigkeit der politischen Debatte im föderalen System Deutschlands damit zu rechnen, dass ein erheblicher Teil der Ausbauziele unter Umständen nicht oder deutlich später erreicht werden kann als geplant, im energiepolitisch besten Fall durch vermehrte Nutzung ausländischer Häfen (wobei deren Verfügbarkeit sehr fraglich ist, was energiepolitisch ein erhebliches Erschwernis darstellen würde).

- **Schwierige Finanzierungslage:** Dem **Kapitalbedarf** von Hafenerweiterungen/-ertüchtigungen etc. hat sich bereits das sog. Maritime Forum der EU-Kommission gewidmet.¹⁰ Neben der Frage, **wie hoch** der Kapitalbedarf ist, gilt es hier vor allem zu klären, **wie** das notwendige Kapital bereitgestellt wird. Unter der Annahme einer rein staatlichen Finanzierung (auf Basis der aktuell gültigen Gesetzeslage) kommen primär drei Quellen (in Kombination) in Frage:

⁹ Ein erster wichtiger Schritt bzw. ein Beispiel, welches als Blaupause für die Zukunft dienen kann, ist eine Kooperationsvereinbarung zwischen den sechs größten Offshore-Häfen Europas (Nantes Saint Nazaire, Ostende, Niedersachsen Ports/Cuxhaven, Groningen Seaports/Eemshaven, Humber, Esbjerg. Ziel ist ein verstärkter Austausch sowie insbesondere die gegenseitige zur Verfügungstellung von Kapazitäten bei Offshore-Windparkprojekten ([Führende Offshore-Häfen kooperieren für Europas Offshore-Windenergie-Ausbauziele \(iwr.de\)](#))

¹⁰ [Investment in ports for offshore wind | Maritime Forum \(europa.eu\)](#)

- Bundesländer
- Bund
- Europäische Gelder

Die Bundesländer sind qua Grundgesetz für die Häfen zuständig, haben aber Probleme, das insgesamt benötigte Kapital bereitzustellen (siehe aktuelles Beispiel Cuxhaven¹¹). Da der Ausbau der Offshore-Windenergie eine nationale Aufgabe ist, müssen hier dringend Lösungen für eine verstärkte Investitionskooperation zwischen Land und Bund gefunden werden. Der dritte Punkt erscheint in Deutschland noch deutlich weniger genutzt und könnte zudem einen teilweisen Ausweg aus dem Bund-Länder-Zuständigkeitsdilemma bieten. So zeigen Beispiele aus dem nahen Ausland, wie EU-Strukturfördermittel und Gelder aus dem EU-Coronafonds genutzt werden könnten, um die Hafeninfrastuktur zu ertüchtigen. Hier gibt es allerdings Bedenken grundsätzlicherer Natur auf Bundesebene, die einer vermehrten Nutzung von EU-Geldern für spezifische Projekte in Deutschland entgegenstehen.

Eine zusätzliche Alternative könnte eine vermehrte Nutzung von Public Private Partnerships darstellen. Interessenten aus der Wirtschaft gäbe es durchaus: So ist der Bedarf an Infrastrukturfinanzierung für die deutsche Energiewende durchaus bereits von internationalen institutionellen Investoren erkannt worden. Nichtsdestotrotz werden solche Engagements sicher nicht der alleinige Schlüssel zur Finanzierung neuer schwerlastfähiger Hafenflächen für die Energiewende darstellen.

- **Genehmigungsdauer und Bauzeiten:** Die Umsetzung von Infrastrukturmaßnahmen (bspw. Ertüchtigung der Schwerlastkaie) kann je nach Standort und Rahmenbedingungen drei (bei bereits planfestgestellten Maßnahmen) bis teilweise sieben Jahre dauern. Die lange Bauzeit liegt zum Beispiel in der technischen Komplexität von Kaianlagen begründet, aber auch an der Notwendigkeit des hohen Materialeintrags bei schwerlastfähigen Flächen, deren eventuell noch erforderlicher Erschließung mit Strom, Wasser und Straßen oder auch der gerade im Hafenbereich immer wieder auftretenden Altlastenthematik.

¹¹<https://www.cuxhaven.de/aktuelle-nachrichten/flaschenpost/flaschenpost-1/hafenausbau-in-cuxhaven-land-niedersachsen-stellt-100-millionen-euro-als-grundfinanzierung-zur-verfuegung-liegeplaetze-5-bis-7-entscheidend-fuer-energiewende.html>

Zusammenfassend bedeutet das für den Ausbauzenit im Offshorebereich 2029/30, dass kaum noch Zeit bleibt, um notwendige Maßnahmen einzuleiten. Diese Erkenntnis sollte eigentlich dazu beitragen, die Bund-Länder-Diskussionen um die Kapitalbereitstellung ebenso zu beschleunigen wie notwendige Genehmigungsprozesse.

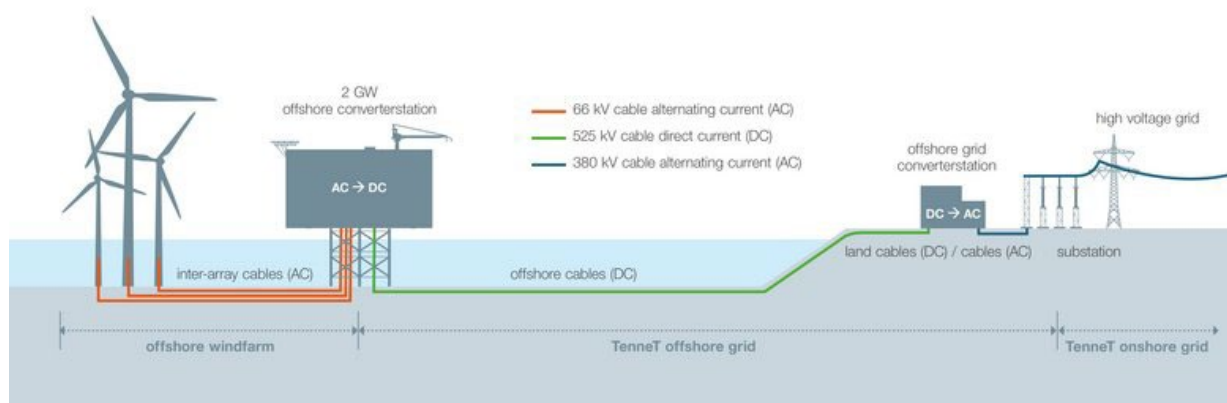
IV. Grundlegende technische Begrifflichkeiten & Komponenten

Im Folgenden werden die Komponenten eines Windparks und einer Windturbine kurz erklärt, um daraufhin deren Platzbedarf zu verdeutlichen.

Ein Offshore-Windpark besteht aus einer fixen Anzahl an Windturbinen, den verbindenden Kabeln und (zukünftig eingeschränkt) aus einer Offshore-Umspannstation (Substation). Diese Komponenten werden vom Offshore-Windparkentwickler und/oder -betreiber in Auftrag gegeben. Ein Offshore-Windpark von 1 GW installierter Leistung umfasst ab Mitte der 20er Jahre – unter der Annahme einer Installation von 14-MW-Turbinen – rund 71 Windturbinen.

Eine Offshore-Windturbine besteht aus einem Fundament, einem Transition Piece (TP), den diversen Aufbauten („secondary steel“) und der Windturbine selbst. Diese wiederum besteht aus dem Turmsegment, Maschinenhaus (Gondel) und jeweils drei Blättern pro Turbine.

Einen weiteren wichtigen Teil der Offshore-Energieinfrastruktur stellen die Konverterplattformen und Exportkabel der Übertragungsnetzbetreiber (ÜNBs) dar. Bei den ab 2028 in deutschen Gewässern zur Anwendung kommenden Anschlusssystemen wird (im Regelfall) keine Substation mehr verbaut werden. Stattdessen werden die Windturbinen in Gruppen/Clustern von zum Beispiel fünf Turbinen direkt per Wechselstromkabel an eine 2-GW-Konverterstation angeschlossen und der Strom nach einer Umwandlung und Hochspannung per Hochspannungs-Gleichstromkabel an Land transportiert.



Quelle: TenneT – 525 kV-Offshore-Netzanschlusssystem

Da Trafostationen und Konverterplattformen jedoch in der Regel auf Werften gebaut und von dort aus direkt zum Offshore-Bauplatz verbracht werden, wird ihr Platzbedarf im Rahmen dieser Kurzanalyse nicht weiter betrachtet, auch wenn er auf Werften von substantieller Bedeutung ist. Zu bedenken ist daher, dass Werften und Häfen durch den Offshore-Windausbau um Flächen konkurrieren werden. Dieser Faktor ist bei der Fabrikation von Fundamenten und Rotorblättern für Windturbinen ebenso zu betrachten, da auch diese Komponenten einen Wasserzugang zum Abtransport benötigen.

V. Einflussfaktoren auf Installationskonzepte

Im Folgenden soll der Flächenbedarf für Installationshäfen von Offshore-Windparks abgeschätzt werden. Hierfür sind die Einflussfaktoren zu berücksichtigen, die sich aus den teilweise sehr unterschiedlichen Installationskonzepten ergeben.

Diese sind **zum Beispiel** abhängig (alle Überlegungen c.p.):

- **von der Größe und Lage des Windparks:** Je größer die zu installierende Leistung eines Offshore-Windparks, desto mehr Installations-Saisons wird der Bau in Anspruch nehmen (in der Nordsee ist aufgrund der harscheren Wetterbedingungen die Installation regelmäßig auf die Monate März bis September beschränkt; in der Ostsee ist bei Eisfreiheit grundsätzlich auch eine Installation über die Wintermonate möglich). Je länger die Bauzeit, desto länger wird die Pachtdauer einer Lager- und Umschlagfläche ausgelegt werden.
- **von der Transportdistanz zwischen Basishafen und Offshore-Bauplatz:** Je größer die Distanz zwischen Hafen und Bauplatz, desto länger die gesamte Installationsdauer und desto größer das Wetterisiko. Dieses wird in der Regel bereits zu Beginn der Installation als Risikozuschlag in die Bauplanung eingeplant und verlängert die Pachtdauer und/oder vergrößert die benötigte Zwischenlager- und Umschlagfläche.
- **vom Herstellungsland der einzelnen Komponenten:** Eine Herstellung im (außer-) europäischen Ausland macht in der Regel die Zwischenlagerung einer Mindestanzahl von Fundamenten, TPs und Secondary Steel an einem deutschen oder benachbarten Hafen erforderlich, damit im Falle von Schlechtwetter oder unvorhersehbaren Ereignissen kein Verzug im Installationsablauf riskiert wird.
- **von herstellerseitig verfügbarer Lagerfläche:** Bis zu einem gewissen Grad kann fehlende hafenseitige Lager- und Umschlagfläche eines Entwicklers/Betreibers oder Generalunternehmers kompensiert werden durch eine längere Zwischenlagerung der fertiggestellten Komponenten beim Hersteller. Da auch diese jedoch unter Flächenmangel

leiden und dieser sich zukünftig noch verschärfen wird (ein besonderes Problem im Bereich der Fundamentehersteller), würde sich ein zukünftiger Flächenmangel nur vom Zwischenlager zum Herstellerlager verlagern. Die Fundamente eines deutschen Herstellers wurden in diesem Kontext auch bereits auf Barges zwischengelagert (partielles Just-in-Time), wobei hier nur jeweils drei Fundamente gelagert werden können.

- **von der Anzahl der kontrahierten Installationsschiffe:** Je nach Größe der Komponenten (welche für die Fundamente im Wesentlichen durch Wassertiefe und für die Turbinen durch die Turbinenleistung bestimmt werden (welche über die kommenden Jahre erheblich ansteigen wird)) und geografischer Lage des Bauplatzes kommt nur eine bestimmte Anzahl an Installationsschiffen in Frage. Es ist bekannt, dass ab Mitte der 2020er Jahre mit einem Installationsschiffemangel zu rechnen sein wird.¹²¹³¹⁴ Je weniger Schiffe zeitlich überlappend oder sogar parallel eingesetzt werden können, desto stärker verlängert sich die Bauzeit und damit die notwendige Pachtdauer von Lager- und Umschlagflächen im Hafen. Je höher die Anzahl der gleichzeitig eingesetzten Installationsschiffe, desto länger sollte die Kaikante der gepachteten Fläche sein, um Schiffe auch gleichzeitig abfertigen zu können.
- **von den eingeplanten Reserven bei der Installationszeit („Contingency“):** Je nach Größe des Windparks, den Herstellerzyklen, veranschlagter Bauzeit, der Leistungsfähigkeit der Schiffe und den sich daraus ergebenden Transport- und Installationszeiten in Abhängigkeit von Windgeschwindigkeiten und Meeresparametern (wie zum Beispiel der Wellenhöhe) werden standardmäßig Risikoaufschläge in die Installationsdauern mit einkalkuliert, die bei Schäden am Schiff oder anderen unvorhergesehenen Ereignissen jedoch auch deutlich überschritten werden können. Hieraus ergeben sich in der Praxis häufig kurzfristige zusätzliche Zwischenlagerungsbedarfe.

Grundsätzlich zeigt diese überblicksartige, nicht abgeschlossene Betrachtung der Einflussfaktoren auf, dass es kaum möglich ist, eine Standardgröße an Lager- und Umschlagflächenbedarf pro Windpark anzugeben. Die Flächenbedarfsgröße für den Bau eines Offshore-Windparks unter Berücksichtigung aller o. g. Faktoren würde ein ausgesprochen komplexes Rechenmodell erforderlich machen, welches Ergebnisse mit sehr hoher

¹² H-Blix: Offshore Wind Vessel until 2030: Baltic Sea and Polish Perspective, 2022

¹³ Pareto Shipbrokers: Renewables Market Outlook, 2021

¹⁴ 4C Offshore: Global Market Overview, 2022

Schwankungsbreite produzieren würde. Das stellte in der Vergangenheit, mit wenigen (oder gar keinen) Offshore-Windparkprojekten pro Jahr, für die Planbarkeit seitens der Seehafenbetriebe ein erhebliches Problem dar.

Daher wird in diesem Papier eine Abschätzung der zusätzlich erforderlichen Flächen auf Basis des empirisch beobachteten Nachfrageverhaltens der Betreiber von Offshore-Windparks vorgenommen. Diese Vorgehensweise unterscheidet sich von anderen in der jüngsten Zeit vorgenommenen Bedarfsabschätzungen in diesem Segment, führt jedoch im Großen und Ganzen zu Ergebnissen vergleichbarer Größenordnung.¹⁵

Stand heute sollte es angesichts der massiven Zubauziele der Bundesregierung zumindest einen „No Regret“-Ausbau von schwerlastfähigen Hafentflächen geben. Damit ist eine Mindestzahl an Hektar schwerlastfähiger Hafentfläche mit Anschluss an eine entsprechende Kaikantenanlage gemeint, die auf jeden Fall gebraucht werden wird.

Anders als bspw. beim Bau von Windturbinenkomponenten, die die internationale bzw. europäische Nachfragesituation mit berücksichtigen können, kommen die deutschen Nordseehäfen zumindest als Basishäfen für den Ausbau in anderen Ländern eher nicht in Frage (für die Ostseehäfen könnte dies ggfs. anders gelagert sein). D. h. die hier zu tätigen Ausbauplanungen werden sich in erster Linie am hiesigen Ausbaupfad (und damit an der oben erläuterten un stetigen Ausbaupfad) orientieren können.

Dieser No-Regret-Ausbau sollte die Hafentflächen umfassen, welche langfristig für eine durchschnittliche Jahresinstallationsrate von Offshore-Windturbinen erforderlich sein wird. Liegt die Ausbauplanung 2028 noch bei knapp unter 2 GW, sollen 2029 rund 6 GW, 2030 schließlich fast 10 GW zugebaut werden. **Erst ab 2031 soll ein kontinuierlicher Ausbaupfad von rund 4 GW pro Jahr erreicht werden, welcher somit als Orientierung für die Quantifizierung der No-Regret-Fläche dienen könnte.** In der Konsequenz würde dies bedeuten, dass die über den längerfristigen Installationsdurchschnitt hinausgehenden geplanten Zubauten eben nicht aus deutschen Häfen heraus gebaut werden könnten. Ob niederländische oder dänische Häfen dies kompensieren können, ist aktuell angesichts der rund um die Nordsee geplanten Offshore-Wind-Ausbauziele ausgesprochen fraglich.¹⁶

¹⁵ Vgl. Deutsche Windguard: Bedeutung der Hafentwirtschaft für die Windenergiebranche, 2023

¹⁶ Vgl. Royal Haskoning DHV im Auftrag der Netherlands Energy Agency, North Seas Offshore Wind Port Study 2023-2050 Report Summary



Zudem werden in den 2030ern die ersten Windparks zurückgebaut, was ebenfalls zu einem Plus an Aktivitäten führen wird. Auch der parallel zu erfolgende Onshore-Wind-Ausbau wird aufgrund seiner hohen Importquote einen massiven Einfluss auf die benötigten Hafensflächen haben, was allerdings nicht im Fokus der vorliegenden Betrachtung steht.

VI. Empirisch beobachtete Flächenbedarfe abgeschlossener Bauprojekte und Umsatzvolumina

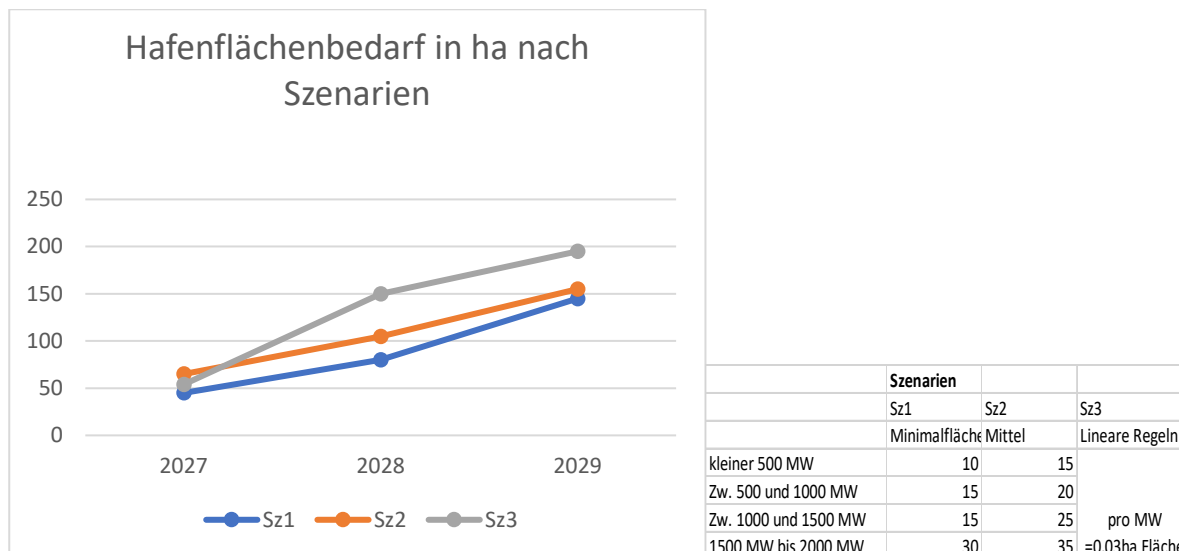
Auf Basis einiger in der Vergangenheit gebauter Windparkprojekte in der Größenordnung von ca. 300 MW wurden seitens der Hafenbetriebe Flächen in der Größe von 10 – 17 ha pro Bausaison kontrahiert (Lagerfläche, Vorstaubereiche, Rangierfläche), wobei Pachtpreise zwischen 1-4 €/qm pro Monat (je nach Lage, Güte und Wettbewerbslage) entstanden, zuzüglich weiterer Kosten für Hafenlogistik, Technikvorhaltung und deren Betrieb sowie Personal und Liegeplatzkosten.

In der Nordsee muss bei den aktuellen Windparkgrößen in der Regel mit mindestens zwei Bausaisons (also zwei aufeinander folgenden Sommerhalbjahren) gerechnet werden. Wie sich die Bauzeiten zukünftig entwickeln werden, bleibt angesichts gegenläufiger Effekte abzuwarten (Lerneffekte, Prozessentwicklungen & technische Entwicklungen einerseits vs. steigende zu installierende Leistung andererseits). Auch die steigenden Turbinen- und Fundamentgrößen (und deren spezifisches Gewicht) müssen für den zukünftigen Platzbedarf berücksichtigt werden.

Aktuell werden, durch Branchenexperten bestätigt, eher Flächengrößen von 10 ha angefragt, wobei dies durch Lernkurveneffekte ebenso bedingt sein kann wie durch aktuell verbesserte Lagerflächen seitens der Hersteller oder konservatives Einkaufsverhalten seitens der Betreiber. Nimmt man diese knapp kalkulierten 10 ha als Ausgangsbasis für alle zukünftig zu installierenden Offshore-Windparks in einer Größenordnung von unter 500 MW, 15 ha als Ausgangsbasis für Windparks zwischen 500 und 1.500 MW und 30 ha für Windparks bis 2000 MW installierter Leistung, käme man auf einen Flächenbedarf von 50 ha in 2027 bis knapp 150 ha im Jahr 2029. Erhöht man den Hafensflächenbedarf eines „kleinen“ Windparks (> 500 MW) auf 15 MW (und die anderen Leistungsgrößen entsprechend der unten dargestellten Tabelle), ergäbe sich im Jahr 2027 bereits ein Bedarf von über 60 ha.

Nimmt man anstelle der oben definierten Stufenlogik einen gemittelten Durchschnitt von 0,03 ha pro MW zu installierender Leistung, steigen die Hafensflächenbedarfe am deutlichsten auf bis knapp unter 200 ha in 2029 (siehe Grafik nächste Seite). Zu diesem Szenario muss einschränkend gesagt werden, dass Betreiber für den Bau sehr großer Windparks von 2000MW vermutlich stark auf sukzessive Nachlieferung der Hersteller der Komponenten setzen und damit

den schwerlastfähigen Flächenbedarf verstärkt bei den Komponentenherstellern anfallen würde, statt bei den Betreibern und damit bei den Seehafenflächen. **Insofern ist die Linearbetrachtung bei zunehmenden Windparkleistungen eher als kombinierte Betrachtung des Flächenbedarfs bei Herstellern und Betreibern zu verstehen.**



Quelle: Eigene Darstellung, Angaben in Hektar

Zusätzlicher Flächenbedarf für den ‚konventionellen‘ Offshore-Wind-Ausbau von bis zu 200 ha im Jahre 2029

Unter der Annahme, dass ausländische Häfen für den deutschen Offshore Wind-Ausbau in der zweiten Hälfte der 20er-Jahre nicht zur Verfügung stünden, ergibt sich also - je nach Szenario und Jahr - ein zusätzlicher schwerlastfähiger Flächenbedarf von rund 50 Hektar (2027) bis sogar knapp 200 Hektar (2029).

Nicht berücksichtigt sind bei der Kalkulation bereits existente, der (On- wie Offshore-) Windnutzung zuzuordnende Flächen, da diese Stand heute bereits ausgelastet sind.

Zukünftig werden die Turbinenleistungsklassen und damit die Fundamentgrößen (Länge, Durchmesser und Stahldicke) sicher steigen, von aktuell 1.000 t/Stück auf zukünftig bis zu 2.500 t/Stück. **Diese Tonnage wird voraussichtlich auch für viele nach heutigen Offshore-Maßstäben bereits als schwerlastfähig geltende Flächen zu einem signifikanten zusätzlichen Ertüchtigungsbedarf führen.** Weiterhin wird zukünftig der stärkere Tiefgang der Installationsschiffe ebenso zu betrachten sein wie die Stärkung der Fußvorlagen für Spundwände beim Einsatz von Jack-Up-Barges.

Bei der Neuanlage von Flächen ist zudem zu berücksichtigen, dass sich Flächen hinter Schleusen für den Bau von Offshore-Windparks nur in Maßen eignen (gleiches gilt für SOV-basierte

Wartungskampagnen im Betrieb des Windparks), da die hohen Charterraten der Schiffe die zusätzliche Wartezeit des Schleusens unattraktiv werden lassen.

VII. Kostenkalkulation für die Ertüchtigung weitere Seehafenflächen

Auch die Berechnungen der Kosten für die Ertüchtigung weiterer Seehafenflächen für die Bedarfe der Offshore-Windenergie ist vielschichtig. Der Bedarf besteht sowohl an schwerlastfähigen Hafenflächen wie an schwerlastfähigen Kaikanten. Darüber hinausgehende Kosten für z.B. Fahrinnenanpassungen und logistische Hinterlandanbindungen sind nicht Gegenstand dieser Betrachtung.

Zu den relevanten Einflussfaktoren gehören:

- der Ertüchtigungsgrad der verfügbaren Flächen, insbesondere der Bauuntergrund
- der Ertüchtigungsgrad der angrenzenden Infrastruktur
- die eingesetzte Technik – eine zunehmende Verwendung von geschotterten Untergründen (anstelle von asphaltierten oder betonierten) könnte zukünftig zu deutlich geringeren Kosten führen

Ausgehend von den Kosten für geschotterte Flächen wurden hier mit 2 – 4,5 Millionen Euro pro Hektar schwerlastfähige Fläche bei 15 – 25t Lasteneintrag pro m².¹⁷ Die größere Bandbreite ergibt sich aus den oben genannten Einflussfaktoren.

Nimmt man die Kosten für die Ertüchtigung der schwerlastfähigen Kaikanten hinzu, entstehen Investitionskosten für 100 ha schwerlastfähige Hafenflächen nebst Kaikantenanbindung in einer Größenordnung von ca. 1 Mrd. Euro (ohne Betrachtung eventuell notwendiger Fahrinnenanpassungen, logistischer Hinterlandanbindungen, Ausrüstung etc).

Für die durch die Stiftung errechneten „No-Regret“-Flächen in einer Größenordnung von 60 – 120 ha ergeben sich entsprechend Investitionskosten in Höhe von 600 Mio. Euro – 1,2 Mrd. Euro.

¹⁷ Basisberechnung & Einschätzung durch die [Agentur für Wirtschaftsförderung Cuxhaven](#)).

VIII. Abschließende Bemerkungen

Bereits für den klassischen Offshore-Wind-Ausbau mit Fokus auf neue Windparkprojekte ergibt sich eine dynamische und komplexe Prognoseberechnung wie oben gezeigt.

Weitere Faktoren, die hinzukommen, sind:

- die Onshore-Wind-spezifischen Lagerflächenbedarfe
- mögliche zusätzliche Bedarfe durch eine entstehende Offshore-Wasserstoff-Wirtschaft
- die Bedarfe nach schwerlastfähiger Lagerfläche seitens der Übertragungsnetzbetreiber, welche großvolumige Exportkabel auf Kabeltrommeln lagern
- die Flächenbedarfe im Betrieb von Offshore-Windparks, welche auch die witterungsgeschützte Lagerung von teilweise großvolumigen Ersatzteilen umfassen

Nicht nur Häfen, Werften und Komponentenhersteller werden sich innerhalb des Offshore-Sektors Konkurrenz um seeseitig angebundene Flächen machen – die Konkurrenz durch den steigenden Umschlag von importabhängigen Onshore-Windturbinen-Komponenten kommt erschwerend hinzu.

Insbesondere die schwerlastfähigen Lager- und Umschlagflächen mit seeseitiger Anbindung sind von vielen Akteuren bereits als harte Währung der Zukunft erkannt worden, wie strategische Investitionen in diesem Bereich weltweit (aber auch in Deutschland) belegen.¹⁸

Zielgerichtetes, zügiges Handeln notwendig: Offshore-Wind-Ausbauziele ohne Ausbau der Häfen stark gefährdet und industriepolitische Jahrhundertchance für die maritime Wirtschaft verpasst:

In Summe ergibt sich **energiepolitisch** ein **massiver Handlungsdruck**, da die deutschen **Offshore-Wind-Ausbauziele** durch **fehlende schwerlastfähige Hafeninfrastruktur ins Risiko gestellt** werden. Gleichzeitig ergibt sich eine **industriepolitische Jahrhundertchance** für die **maritime Wirtschaft**, welche jedoch aktuell **an fehlenden Finanzierungsmöglichkeiten scheitert** und damit wertvolle Zeit verrinnt. Um zielgerichtet auf diese Herausforderungen reagieren zu können, sollten sehr zeitnah Entscheidungen für den weiteren Ausbau von Häfen zu primären Installationshäfen, Service- bzw. Wartungshäfen und Rückbauhäfen getroffen werden, damit Investitionsmittel (sobald sie zur Verfügung stehen) zielgerichtet eingesetzt werden

¹⁸ Deutsche Welle: Chinas Griff nach Europa – Die Neue Seidenstraße, 2020