

Großer Blasenschleier – Zusammenfassung der Ergebnisse im Projekt Borkum West II

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG.....	3
2	OFFSHORE-TAUGLICHKEIT DES GROßEN BLASENSCHLEIERS:.....	4
2.1	Erzielte Schallminderung:	4
2.2	Bezug zu Lärmschutzwerten:.....	5
2.3	Sonstige hydroakustische Erkenntnisse:.....	5
3	STÖRWIRKUNG AUF SCHWEINSWALE:.....	6
4	AUSBLICK:	7

1 EINLEITUNG

In dem Forschungsvorhaben HYDROSCHALL-OFF Borkum West II wurde eine für den Serieneinsatz bei Offshore-Montagearbeiten geeignete Schallminderungsmaßnahme (Großer Blasenschleier) im Rahmen der Gründungsarbeiten für den Offshore-Windpark Borkum West II entwickelt.

Der Windpark wird von der Firma TRIANEL WINDKRAFTWERK BORKUM GmbH & Co. KG errichtet. Der Park besteht aus 40 Windenergieanlagen (WEA) sowie einer Umspannstation und liegt ca. 45 km nördlich von Borkum. Während der Gründung der Fundamente für die WEA (Tripod-Konstruktionen) wurden 120 Pfähle mit einem Durchmesser von ca. 2,5 m mittels Impulsrammung im Sediment verankert.

Um die bei den Rammungen auftretenden Schallimissionen zu reduzieren, wurde ein Großer Blasenschleier (engl.: Big Bubble Curtain; BBC) entwickelt, eingesetzt und dabei getestet. Dieses System konnte vor Beginn der Rammung verlegt werden und wurde während der Rammungen für den Windpark Borkum West II erprobt und eingesetzt. Dabei kamen verschiedene Systemkonfigurationen zum Einsatz, u. a. eine doppelte Auslegung des Blasenschleiers.

Die im Rahmen dieses Projektes beste und praktikabelste Systemkonfiguration des Blasenschleiers BBC 2 (Düsenschlauch mit kleinem Lochabstand, kleine Löcher) erzielte bei maximaler Druckluftzufuhr eine Schallminderung hinsichtlich des Einzelereignispegels (SEL) von 9 bis 13 dB. Diese ist als sehr gut zu bewerten und führt zu einer Reduzierung der durch vergleichbar hohe Schallimissionen belasteten Fläche um 90%. Die akustischen Messungen der Präsenz von Schweinswalen konnten eine deutliche Verringerung der durch die Rammarbeiten verursachten Störwirkung absichern. Das Vorhaben ist damit das weltweit erste, in dem in großem Maßstab unter Offshore-Bedingungen ein Schallminderungssystem erfolgreich eingesetzt wurde und eine positive Wirkung desselben auf eine betroffene Meeressäugerart gezeigt werden konnte. Der Große Blasenschleier hat sich in dem Test bewährt und erscheint grundsätzlich als ein geeignetes Schallminderungssystem bei Offshore-Rammarbeiten.

2 OFFSHORE-TAUGLICHKEIT DES GROßEN BLASENSCHLEIERS:

Das Ziel des Vorhabens war die Entwicklung eines seriell einsetzbaren Verfahrens zur Reduzierung der Rammschallimmissionen bei der Errichtung von Offshore-Windparks. Der für den Einsatz beim Offshore Windpark Borkum West II entwickelte Große Blasenschleier konnte bei 31 von 40 Fundamenten ohne Zeitverzögerung in den Errichterprozess eingebunden werden. In fünf Fällen konnte das Schallminderungssystem aufgrund von technischen Problemen (z.B. Abriss der Zuluftschläuche, bzw. der Markierungsbälle), in vier Fällen aufgrund von zeitlichen Restriktionen nicht eingesetzt werden.

Durch das Projekt konnte die grundsätzliche Offshore-Tauglichkeit des Großen Blasenschleiers für die Errichtung von Tripod-Fundamenten für WEA in Wassertiefen von 27 – 33 m gezeigt und die Einsatzmöglichkeiten dieser Schallschutztechnologie erfolgreich demonstriert werden. In dem Vorhaben wurden unterschiedliche Materialien und Verlegemethoden für den Großen Blasenschleier getestet. Die Materialien des Schallminderungssystems wurden Belastungstests unterzogen und die wetterbedingten Einsatzgrenzen ermittelt. Die Materialien und Verlegemethoden haben sich für die speziellen Rahmenbedingungen des Vorhabens Borkum West II als geeignet herausgestellt. Durch die vorgenommenen Modifikationen konnten die mit dem Einsatz der Blasenschleier-technologie verbundenen technischen Risiken verringert und die Wirtschaftlichkeit der Schallminderungsmaßnahme verbessert werden.

Die Verwendung von Düsen Schlauchsystemen, die auf großen Winden aufgetrommelt werden können, hat sich für die Auslegung des Großen Blasenschleiers aus technischer Sicht bewährt. Die Auslegung des Blasenschleier-Ringes im pre-laying-Verfahren, d.h. die Auslegung des Düsen Schlauchringes, bevor das Errichterschiff die zu rammende Fundamentposition anfährt, sowie das nachträgliche Anschließen und der Betrieb des Großen Blasenschleiers nach erfolgter Positionierung des Errichterschiffes erwiesen sich in diesem Projekt als erfolgreiche Vorgehensweise.

Der wissenschaftlich-technische Erkenntnisgewinn kann für den umweltverträglichen Ausbau der Offshore-Windenergie genutzt werden. Die Übertragbarkeit der praktischen Vorgehensweise von dem hier entwickelten Verfahren auf Projekte mit anderen Rahmenbedingungen wird grundsätzlich als gegeben beurteilt, muss aber im Einzelfall überprüft und die Methodik an die jeweiligen Errichterprozesse einzelner Vorhaben angepasst werden.

2.1 Erzielte Schallminderung:

In dem Vorhaben wurden mehrere Systemanordnungen (halboffener linearer Blasenschleier (lin-BBC), ringförmiger geschlossener Blasenschleier mit zwei verschiedenen Düsen Schlauchkonfigurationen (BBC 1, BBC 2) und linearer halboffener doppelter Blasenschleier (DBBC)) entwickelt und erprobt. Für die Systemkonfiguration BBC 2 des Großen Blasenschleiers, welche hier die beste Kombination aus erzielter Schallminderung und Praktikabilität darstellte, betrug die erzielte Schallminderung bei maximaler Druckluftzufuhr $11 \text{ dB}_{\text{SEL}}$ ($9 - 13 \text{ dB}_{\text{SEL}}$) beim Einzelereignispegel sowie $14 \text{ dB}_{\text{Lpeak}}$ ($10 - 17 \text{ dB}_{\text{Lpeak}}$) beim Spitzenpegel.

Es konnte nachgewiesen werden, dass sowohl die Düsen Schlauchkonfiguration (Lochgröße und Lochabstand) als auch die verwendete Luftmenge einen entscheidenden Einfluss auf die schall-

mindernde Wirkung des Großen Blasenschleiers haben: Kleinere Lochgrößen (1,5 mm) bei kürzeren Abständen (0,3 m) hatten eine um 3 dB stärker schallmindernde Wirkung als größere Löcher (3,5 mm) in weiteren Abständen voneinander (1,5 m). Die Schallreduktion war bei der maximalen Luftmenge von $0,32 \text{ m}^3/(\text{min} \cdot \text{m})$ um $4 \text{ dB}_{\text{SEL}}$ besser als bei $0,15 \text{ m}^3/(\text{min} \cdot \text{m})$. Es wird erwartet, dass mit genauer Übertragung der hier getesteten Konfiguration auch unter anderen Bedingungen vergleichbare Schallminderungen erzielt werden können.

2.2 Bezug zu Lärmschutzwerten:

Unter Verwendung des BBC 2 bei maximaler Druckluftzufuhr von $0,32 \text{ m}^3/(\text{min} \cdot \text{m})$ lag der 5% Perzentilpegel des SEL bei 73% aller Rammungen unterhalb des in 750 m Entfernung geforderten Lärmschutzwertes für den Einzelereignispegel von $160 \text{ dB}_{\text{SEL}}$, in 27% der Fälle zwischen $160 \text{ dB}_{\text{SEL}}$ und $163 \text{ dB}_{\text{SEL}}$, niemals aber über $163 \text{ dB}_{\text{SEL}}$. Sowohl beim BBC 1 als auch beim BBC 2 unterschritt der Spitzenpegel bei maximaler Druckluftzufuhr immer die geforderten $190 \text{ dB}_{\text{Lpeak}}$. Mit dem BBC 2 unterschritt der Spitzenpegel sogar in neun von zwölf Fällen $184 \text{ dB}_{\text{Lpeak}}$.

2.3 Sonstige hydroakustische Erkenntnisse:

Versuche mit einem linearen doppelten Großen Blasenschleier erzielten Schallminderungen von bis zu $18 \text{ dB}_{\text{SEL}}$ und teilweise über $20 \text{ dB}_{\text{Lpeak}}$, abhängig von der Wassertiefe und dem Abstand zwischen den beiden Blasenschleiererringen (zwei getrennte Blasenschleier bzw. beide Blasenschleier vereinen sich in der Wassersäule). Messungen in Entfernungen zwischen wenigen hundert Metern bis hin zu 30 km Abstand zur Rammbaustelle ergaben, dass die derzeit verfügbaren und z.T. halbempirischen Modelle für die Ausbreitungsdämpfung von Schall im Wasser (Thiele-Formel, geometrische Ausbreitungsdämpfung) den Hydroschall ab Entfernungen von mehreren Kilometern um 10 dB und mehr überschätzen. Dies bedeutet, dass der gemessene Schallpegel in größerer Entfernung von den Rammungen um mehr als 10 dB geringer ausfiel als der prognostizierte Wert. Ein modifiziertes empirisches Ausbreitungsmodell basierend auf weiteren Messdaten wies hingegen deutlich geringere Abweichungen zwischen den prognostizierten und gemessenen Daten auf. Es zeigten sich jedoch z.T. erhebliche Unterschiede zwischen den Messdaten und den prognostizierten Daten bei der Schallausbreitung mit und ohne einen Großen Blasenschleier.

3 STÖRWIRKUNG AUF SCHWEINSWALE:

Im Rahmen des Forschungsprojektes konnten Daten aus einem sehr umfangreichen Messstellennetz von 26 C-POD-Positionen und bis zu vier Schallmesspositionen genutzt werden, so dass eine weltweit einzigartige Datengrundlage zur Ermittlung von Reaktionen von Schweinswalen auf Unterwasserschall zur Verfügung stand.

Die Nachweisgrenze für eine Störwirkung des impulsartigen Rammschalls lag in dieser Studie bei 144 dB_{SEL}. Anhand der festgestellten Schallausbreitungsfunktion konnte die Entfernung zur Schallquelle, in der dieser Pegel unterschritten wird, bestimmt werden. Demnach lag der Wert für die Nachweisgrenze einer Störung bei ungedämmten Rammungen bei einer Entfernung von ca. 15 km zur Schallquelle. Bei Rammungen unter Einsatz des Blasenschleiers der Konfiguration BBC 2 reichte die Störwirkung bis ca. 4,8 km und unter Einsatz des Blasenschleiers der Konfiguration BBC 1 bis ca. 6,7 km von der Schallquelle.

Durch die mit Hilfe des Großen Blasenschleiers (BBC 2) erzielte Schallminderung wird die Größe des Gebietes, in dem eine Störung von Schweinswalen verursacht wird, um 90% reduziert. Bei hypothetischer Gleichverteilung der Schweinswale im betrachteten Meeresgebiet sollte bei Einsatz des Großen Blasenschleiers im Vergleich zu Rammungen, die ohne wirksamen Schallschutz durchgeführt wurden, die Anzahl der gestörten Tiere ebenfalls um 90% verringert sein.

Der Störungseffekt wuchs bei zunehmender Lautstärke linear an (größere Lautstärke entspricht hierbei geringerer Distanz unter ähnlichen Schallschutz-Rahmenbedingungen). Bei Werten von >160 dB_{SEL} konnte die stärkste Reduzierung der Detektionsraten festgestellt werden, was mit einer annähernd vollständigen Vertreibung von Schweinswalen interpretiert wird.

Die Dauer eines signifikanten Vertreibungseffekts korrelierte nicht mit der Lautstärke. Auch am Rande der Nachweisgrenze eines Störeffektes dauerte es noch bis zu 12 Stunden, bevor sich die Detektionsrate nicht mehr von der Rate vor Beginn der Rammarbeiten unterschied. Ein signifikanter Vertreibungseffekt hielt im Median 9 bis 12 Stunden nach dem Ende der Rammung an. Die Detektionsrate war in den ersten vier Stunden nach Ende der Rammung am geringsten und stieg mit fortschreitender Zeit graduell an.

Der direkte Vergleich der Reaktion von Schweinswalen auf Rammschall gleicher Lautstärke zeigte keinen Unterschied bei gedämmten und ungedämmten Rammungen. Der Nachweis, dass die frequenzspezifische Veränderung des Schallimpulses durch den Blasenschleier zu einer Änderung der Störreichweite von Schweinswalen führt, konnte somit nicht erbracht werden. Allerdings lagen insbesondere für Rammungen mit Blasenschleier nur wenige Messdaten bei hohen Lautstärken (>150 dB_{SEL}) vor, weshalb diese Aussage nicht generalisiert werden kann.

Die Ziele des Vorhabens konnten in vollem Umfang erreicht werden: Bei der Errichtung des Offshore-Windparks Borkum West II wurde erstmalig ein Schallminderungssystem in den Errichterprozess für die Fundamente integriert. Mit der erzielten Schallminderung wurde zugleich eine deutliche Minderung der räumlichen und zeitlichen Störwirkung auf Schweinswale erreicht. Damit wurde gezeigt, dass mit der Minderung der Schallimmissionen bei Offshore-Rammarbeiten auch ein positiver Effekt für eine im öffentlichen Interesse stehende Art erzielt werden kann.

4 AUSBLICK:

Die Erfahrungen aus dem Projekt HYDROSCHALL-OFF BW II bilden eine gute Grundlage für die zukünftige Anwendung von Schallminderungsmaßnahmen beim Ausbau der Offshore-Windenergie in Deutschland. Zugleich zeigt sich aber aus anderen derzeit laufenden Vorhaben, dass die Ergebnisse des Vorhabens nur bedingt auf andere Standorte übertragbar sind und es nicht in jedem Fall gelingt, die bei Borkum West II erzielte Schallminderungswirkung unter veränderten Rahmenbedingungen zu reproduzieren. Neben einer technischen Weiterentwicklung von Blasenschleiern erscheint es in diesem Zusammenhang bedeutsam, die Wirkungsweise verschiedener Konfigurationen des Blasenschleiers unter unterschiedlichen Rahmenbedingungen weiter zu untersuchen und die wesentlichen Einflussfaktoren zu beschreiben, welche die schallmindernde Wirkung bestimmen. Gleichzeitig wird aus der laufenden Diskussion über die Bewertung von Störungen durch Rammschall und die Frage, ob weitere Regelungen zur Steuerung von Rammarbeiten notwendig sind, deutlich, dass ein großes öffentliches Interesse besteht, die Reaktion von Schweinswalen auf Unterwasserlärm räumlich und zeitlich detailliert beschreiben und bewerten zu können. Hierzu hat das Vorhaben neue Ergebnisse erbracht. Vor dem Hintergrund heterogener Datensätze von gedämmten und ungedämmten Rammungen bleiben jedoch andere Fragen offen, die Gegenstand weiterer Untersuchungen werden sollten.