

Laura Klein, Sven Koschinski, Karin Lüdemann  
und Ulrich Stöcker

# Zwischen Naturschutz und Energiewende: Herausforderung Schallschutz beim Bau von Offshore-Windparks

 Deutsche Umwelthilfe



**Titelfotos:** oben links: Lo-Noise cofferdam (Peter Bilde); oben rechts: Offshore-Windenergieanlagen (Laminski); unten links: Einsatz des Blasenschleiers beim Trianel Windpark Borkum in 2012 (Trianel / Lang); unten rechts: Schweinswal (Sven Koschinski / Fjord & Baelt Kerteminde, Dänemark)

**Veranstaltungsort:** Britische Botschaft, Wilhelmstraße 70, 10117 Berlin,  
<http://ukingermany.fco.gov.uk/de/>

**VeranstalterInnen der Tagung sowie AutorInnen & Redaktion des Tagungsbandes:**

Laura Klein  
Ulrich Stöcker  
Deutsche Umwelthilfe e.V. (DUH)  
Hackescher Markt 4, 10178 Berlin  
[www.duh.de](http://www.duh.de)  
E-Mail: [klein@duh.de](mailto:klein@duh.de), [stoecker@duh.de](mailto:stoecker@duh.de)



Sven Koschinski  
Meereszoologie  
Kühlandweg 12  
24326 Nehmten  
E-Mail: [sk@meereszoologie.de](mailto:sk@meereszoologie.de)



Karin Lüdemann  
Wissenschaftsbüro  
Telemannstr. 56a  
20255 Hamburg  
E-Mail: [luedemann@wissensbuero-hh.de](mailto:luedemann@wissensbuero-hh.de)



**Fachbetreuung im BfN:**

Dr. Matthias Steitz  
FG II 5.2 „Meeres- und Küstennaturschutz“  
Außenstelle Insel Vilm, 18581 Putbus  
E-Mail: [matthias.steitz@bfm-vilm.de](mailto:matthias.steitz@bfm-vilm.de)

Gefördert durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

Die Beiträge der Skripten werden aufgenommen in die Literaturdatenbank „DNL-online“ ([www.dnl-online.de](http://www.dnl-online.de)).

BfN-Skripten sind nicht im Buchhandel erhältlich. Eine pdf-Version dieser Ausgabe kann unter <http://www.bfn.de> heruntergeladen werden.

Institutioneller Herausgeber: Bundesamt für Naturschutz  
Konstantinstr. 110  
53179 Bonn  
Telefon: 0228/8491-0  
Fax: 0228/8491-9999  
URL: [www.bfn.de](http://www.bfn.de)

Der institutionelle Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter.  
Die in den Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des institutionellen Herausgebers übereinstimmen.

Nachdruck, auch in Auszügen, nur mit Genehmigung des BfN.

Druck: Druckerei des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB).

Gedruckt auf 100% Altpapier

ISBN 978-3-89624-101-6

Bonn - Bad Godesberg 2014

## Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>3</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>6</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>8</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>9</b>
<b>Vorwort .....</b>	<b>11</b>
<b>Einleitung: Anliegen und Themenspektrum der Tagung im Überblick.....</b>	<b>17</b>
<b>Tagungsbeiträge .....</b>	<b>23</b>
Begrüßung	
DR. ALFRED HERBERG, BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ .....	24
Einführung: Der naturverträgliche Ausbau der Offshore-Windenergie	
MICHAEL SPIELMANN, DEUTSCHE UMWELTHILFE E.V. ....	26
Tagungsteil: Biologische Aspekte .....	28
Nur gestört oder schon verletzt? – Die Auswirkungen von Unterwasserschall auf unterschiedliche Fitnessmerkmale von Meeressäugetieren	
DR. KLAUS LUCKE, INSTITUTE FOR MARINE RESOURCES AND ECOSYSTEM STUDIES (NL) gehalten von DR. KARSTEN BRENSING, WHALE & DOLPHIN CONSERVATION SOCIETY.....	29
Verhaltensreaktionen, Maskierungseffekte und Verletzungen – Der Einfluss von Unterwasserschall auf das (Über)Leben von Fischen	
DR. CHRISTINA MÜLLER-BLENKLE, BIOLOGISCHE BERATUNG UND GUTACHTEN .....	31
Experience with the Application of Underwater Sound Criteria for Cumulative Sound Exposure	
DR. JOHN STADLER, NOAA FISHERIES SERVICE, U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE, PORTLAND, OR, USA.....	35
Tagungsteil: Technische Aspekte .....	40
Schallminimierung beim Bau von Offshore-Windparks – Überblick über Minderungsverfahren von Unterwasserschall bei Impulsrammung und schallarme Gründungsvarianten	
SVEN KOSCHINSKI, MEERESZOOLOGIE, KARIN LÜDEMANN, WISSENSCHAFTSBÜRO HAMBURG.....	41
Vorstellung Kleiner Blasenschleier	
DR. ULRICH STEINHAGEN, MENCK GMBH .....	45
Vorstellung BEKA Schale als Schallminderungsverfahren für Impulsrammung im Vergleich zu Blasenschleiern	
BERNHARD WEYRES, FIRMA BERNHARD WEYRES.....	48
Vorstellung Kofferdamm	
KURT E. THOMSEN, LO-NOISE APS .....	51

Vorstellung Hydroschalldämpfer DR. KARL-HEINZ ELMER, OFFNOISE-SOLUTIONS GMBH.....	53
Vorstellung gebohrte Fundamente DR. CHRISTOF GIPPERICH, HOCHTIEF SOLUTIONS AG .....	56
Vorstellung Schwerkrafftundamente DR. HOLGER WAHRMUND, STRABAG OFFSHORE WIND.....	59
Vorstellung Bucketfundamente EKKEHARD OVERDICK, OVERDICK GMBH & Co.KG.....	62
Tagungsteil: Politische, rechtliche und technische Aspekte .....	64
Die Ausbauziele der Bundesregierung bei der Offshore-Windkraftnutzung DR. TORSTEN BISCHOFF, BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT .....	65
Der Bau von Offshore-Windenergieanlagen – Anforderungen des deutschen und europäischen Umweltrechts PROF. DR. ALEXANDER PROELß, UNIVERSITÄT TRIER .....	66
Der Genehmigungsprozess von Offshore-Windenergieanlagen – Naturschutzrelevante Anforderungen und Änderungen durch die neue Seeanlagenverordnung CHRISTIAN DAHLKE, BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE .....	68
Ist der Große Blasenschleier nun Stand der Technik? – Aktuelle Forschungsergebnisse und Erfahrungen aus der Praxis JÜRGEN HEPPER, TRIANEL WINDKRAFTWERK BORKUM GMBH & CO KG .....	70
Schallschutz in der Praxis – Welche naturschutzfachlichen Anforderungen sind erfüllt, was bleibt zu tun? THOMAS MERCK, BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ .....	74
<b>Podiumsdebatten .....</b>	<b>79</b>
Den Dialog fördern .....	80
Impuls für die Podiumsdebatte I: Die Rolle der Verbände beim Schallschutz, ihre Forderungen und die politischen Gestaltungsmöglichkeiten DR. KARSTEN BRENSING, WHALE & DOLPHIN CONSERVATION SOCIETY.....	81
Podiumsdebatte I: Der (Aus)Bau der Offshore-Windenergie zwischen Naturschutz und Energiewende .....	85
Podiumsdebatte II: Naturverträglicher Ausbau der Offshore-Windenergie durch innovative Lösungen beim Schallschutz? – Rechtliche, planerische und technische Anforderungen .....	95
<b>Zusammenfassung der Tagungsergebnisse.....</b>	<b>105</b>
<b>Ausblick: Entwicklungsperspektiven, Handlungsoptionen, Forschungsbedarf .....</b>	<b>107</b>
<b>Anhänge.....</b>	<b>111</b>
Anhang I: Begleitende Ausstellung von Schallschutztechnologien .....	112

Anhang II: Programm der Tagung .....	113
Anhang III: ReferentInnen und ModeratorInnen.....	116
Anhang IV: TeilnehmerInnen .....	118
Anhang V: Information Unterwasserlärm: Empfehlung von Lärmschutzwerten bei der Errichtung von Offshore-Windenergieanlagen (OWEA) UMWELTBUNDESAMT .....	126
Anhang VI: Verbändestellungnahme zum Lärmschutz bei der Errichtung von Offshore-Windenergieanlagen NATURSCHUTZBUND DEUTSCHLAND E.V., WHALE & DOLPHIN CONSERVATION SOCIETY, WORLD WIDE FUND FOR NATURE, GREENPEACE, BUND FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ DEUTSCHLAND E.V., DEUTSCHE UMWELTHILFE E. V., DEUTSCHER NATURSCHUTZRING, DACHVERBAND DER DEUTSCHEN NATUR- UND UMWELTSCHUTZVERBÄNDE E.V., INTERNATIONAL FUND FOR ANIMAL WELFARE .....	131
Anhang VII: Vermeidung von Unterwasserschall bei der Rammung von Offshore- Anlagen STIFTUNG OFFSHORE-WINDENERGIE .....	134

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abb. 1:</b>	Begrüßungsrede von Dr. Alfred Herberg, Bundesamt für Naturschutz (DUH 2012).....	25
<b>Abb. 2:</b>	Schall-induzierte Effekte bei Meeressäugetieren (LUCKE 2012).....	29
<b>Abb. 3:</b>	Reichweite der schall-induzierten Effekte (LUCKE 2012).....	30
<b>Abb. 4:</b>	Auswirkung von Schall auf Fische (MÜLLER-BLENKLE 2012).....	32
<b>Abb. 5:</b>	Notwenige Schutzmaßnahmen für Fische (MÜLLER-BLENKLE 2012).....	33
<b>Abb. 6:</b>	cumulative sound exposure level (SEL <sub>cum</sub> ) for 100 Strikes (STADLER 2012) .....	36
<b>Abb. 7:</b>	Zones of Effect for fish (STADLER 2012) .....	37
<b>Abb. 8:</b>	IHC Noise Mitigation System (NMS) (KOSCHINSKI & LÜDEMANN 2012).....	42
<b>Abb. 9:</b>	Einrütteln mit Vibrationsrammen (KOSCHINSKI & LÜDEMANN 2012).....	44
<b>Abb. 10:</b>	Kleiner Blasenschleier – horizontale Ringe (STEINHAGEN 2012) .....	45
<b>Abb. 11:</b>	Kleiner Blasenschleier – vertikale Rohre/Schläuche (STEINHAGEN 2012) .....	46
<b>Abb. 12:</b>	Aufbau der BEKA-Schale (WEYRES 2012).....	48
<b>Abb. 13:</b>	Wissenschaftliche Grundlagen/Testergebnisse verschiedener Schallschutzmäntel der BEKA-Schale (WEYRES 2012).....	49
<b>Abb. 14:</b>	pile driving with cofferdam (THOMSEN 2012).....	51
<b>Abb. 15:</b>	Measured pile driving underwater sound levels spectrum, 100% driving power, 750 meters distance, SEL, dB (re. 1µPa), with and without cofferdam (THOMSEN 2012) .....	52
<b>Abb. 16:</b>	Einsatz von Hydroschalldämpfern (HSD) beim Bau von Offshore-Windparks (ELMER 2012) .....	53
<b>Abb. 17:</b>	Schallminderung durch Hydroschalldämpfer (HSD) (ELMER 2012).....	54
<b>Abb. 18:</b>	Offshore Foundation Drilling (OFD <sup>®</sup> ) (GIPPERICH 2012).....	56
<b>Abb. 19:</b>	Gemessene, frequenzabhängige Schalldruckpegel beim Rammen und erwartete Schall-emissionen beim OFD <sup>®</sup> -LD-Verfahren (GIPPERICH 2012).....	57
<b>Abb. 20:</b>	Offshore Wind Schwerkraftfundamente (WAHRMUND 2012).....	59
<b>Abb. 21:</b>	Vorteile von STRABAG Schwerkraftfundamenten (WAHRMUND 2012).....	60
<b>Abb. 22:</b>	Becherfundamente (sog. Suction Buckets) „as built“ im Öl- & Gasbereich (OVERDICK 2012).....	62
<b>Abb. 23:</b>	Vorteile von Becherfundamenten (sog. Suction Buckets) (OVERDICK 2012) .....	63
<b>Abb. 24:</b>	Aktueller Stand des Ausbaus der Offshore-Windenergie (BISCHOFF 2012).....	65
<b>Abb. 25:</b>	Vergleich Onshore- und Offshore-Windenergie (BISCHOFF 2012).....	65

<b>Abb. 26:</b>	Juristische These zu Schallgrenzwerten (PROELß 2012) .....	67
<b>Abb. 27:</b>	Juristische These zum Stand der Technik (PROELß 2012).....	67
<b>Abb. 28:</b>	Nordsee: Offshore Windparks, Aktivitäten 2012 (DAHLKE 2012) .....	68
<b>Abb. 29:</b>	Genehmigungsaufgaben des BSH, Nebenbestimmung 14 (DAHLKE 2012).....	69
<b>Abb. 30:</b>	Vollzugspraxis des BSH für Nebenbestimmung 14; Nebenbestimmung 15 (DAHLKE 2012) .....	69
<b>Abb. 31:</b>	Einsatz des Großen Blasenschleiers (HEPPER 2012) .....	71
<b>Abb. 32:</b>	Schallminderung des Blasenschleiers (HEPPER 2012).....	73
<b>Abb. 33:</b>	Schallbedingte Störungen (MERCK 2012) .....	75
<b>Abb. 34:</b>	Verbreitungsschwerpunkt von Schweinswalen im Bereich Sylter Außenriff (MERCK 2012).....	76
<b>Abb. 35:</b>	Vergrößerung der Sicherheitszone um die Offshore-Baustelle? (BRENSING 2012).....	84
<b>Abb. 36:</b>	Hanne May (Foto: DUH 2012).....	85
<b>Abb. 37:</b>	TeilnehmerInnen der Podiumsdebatte I, v.l.: Dr. Karsten Brensing, Dr. Alfred Herberg, Christian Dahlke, MdB Bärbel Höhn, Hanne May (Moderation), MdB Ingbert Liebing, Michael Spielmann, Dr. Ursula Prall, Rudolf Ley (Foto: LÜDEMANN 2012) .....	85
<b>Abb. 38:</b>	TeilnehmerInnen der Podiumsdebatte I, v.l. Dr. Ursula Prall, Rudolf Ley (Foto: DUH 2012).....	86
<b>Abb. 39:</b>	TeilnehmerInnen der Podiumsdebatte I, v.l. MdB Bärbel Höhn, Hanne May (Foto: DUH 2012).....	88
<b>Abb. 40:</b>	Teilnehmer der Podiumsdebatte I, v.l. Dr. Alfred Herberg, Christian Dahlke (Foto: DUH 2012).....	89
<b>Abb. 41:</b>	Teilnehmer der Podiumsdebatte I, v.l. MdB Ingbert Liebing, Michael Spielmann (DUH 2012) .....	92
<b>Abb. 42:</b>	Teilnehmer der Podiumsdebatte II, v.l. Bob Jung, Prof. Dr. Alexander Proelß (DUH 2012) .....	96
<b>Abb. 43:</b>	Teilnehmer der Podiumsdebatte II, v.l. Tobias Verfuß, Christian Dahlke (DUH 2012).....	98
<b>Abb. 44:</b>	Teilnehmer der Podiumsdebatte II, v.l. Thomas Merck, Jürgen Hepper (DUH 2012).....	100
<b>Abb. 45:</b>	TeilnehmerInnen der Podiumsdebatte II, v.l. Dr. Peter Ahmels, Stefanie Werner (DUH 2012) .....	101

## Tabellenverzeichnis

<b>Tab. 1:</b>	Liste der ReferentInnen, AusstellerInnen und ModeratorInnen der Schallschutz-Tagung.....	116
<b>Tab. 2:</b>	Liste der TeilnehmerInnen der Schallschutz-Tagung.....	118



## Abkürzungsverzeichnis

BfN	Bundesamt für Naturschutz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BSH	Bundesamt für Schifffahrt und Hydrographie
dB	Dezibel
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EuGH	Europäische Gerichtshof
FFH-Gebiet	Fauna-Flora-Habitat-Gebiet
FFH-RL	Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie
MSRL	EU-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie
MW	Megawatt
OSPAR- Übereinkommen	Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks Oslo-Paris-Übereinkommen
OWE	Offshore-Windenergie
OWEA	Offshore-Windenergie-Anlage
OWP	Offshore-Windpark
PTJ	Projektträger Jülich
PTS	permanente Hörschwellenverschiebung (engl. Permanent Threshold Shift, PTS)
Schallschutz- Tagung	Kurztitel der Fachtagung „Zwischen Naturschutz und Energiewende: Herausforderung <i>Schallschutz</i> beim Bau von Offshore-Windparks“ (25.-26.09.2012)
SeeAnIV	Seeanlagenverordnung
SEL	Einzelereignis-Schalldruckpegel
SPL <sub>peak-peak</sub>	Spitzenschalldruckpegel
TTS	zeitweilige Hörschwellenverschiebung (engl.: Temporary Threshold Shift, TTS)
UBA	Umweltbundesamt
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung



## Vorwort

Klimaschutz durch eine rasche Energiewende ist dringend notwendig. Die Nutzung von Windenergie im Meer, insbesondere im Bereich der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ), soll zukünftig eine wichtige Rolle in der Stromproduktion spielen. Aber nur die naturverträgliche Umsetzung der Energiewende, auch bei der Offshore-Windenergie, kann eine zukunftsfähige Lösung sein. Die Rammarbeiten beim Bau von Offshore-Windparks verursachen derzeit noch zu viel Unterwasserlärm, der vielfältige schädliche Auswirkungen auf Meeressäuger, Fische, Wirbellose und Bodenlebewesen haben kann.

Deutschland ist sowohl durch europäische und nationale Rechtsvorschriften als auch regionale Abkommen, wie das OSPAR- bzw. HELCOM-Übereinkommen verpflichtet die Meeresgebiete des Nordostatlantiks bzw. der Ostsee gegen schädliche Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten zu schützen und die Verschmutzung der Meeresumwelt zu beseitigen bzw. zu verringern. Zu Verschmutzung zählt dabei nach beiden Übereinkommen auch der Eintrag von Energie, also z. B. Schalleintrag durch Errichtung, Anlage und Betrieb von Offshore-Windenergieanlagen (Art. 2 Nr. 1 Helsinki-Übereinkommen; Art. 1 d) -OSPAR-Übereinkommen). OSPAR fordert die Mitgliedstaaten auf, Schallschutzmaßnahmen anzuwenden und Leitlinien für die beste Umweltpraxis (best environmental practices, BEP) und die besten verfügbaren Techniken (best available techniques, BAT) zu entwickeln, um Schalleinträge und ihre Auswirkung auf die Umwelt zu mindern (OSPAR 2010a, OSPAR 2010b). So bestehen im Rahmen von OSPAR verschiedene Aktivitäten zum Thema Unterwasserschallschutz u. a. die Entwicklung von „OSPAR Guidance on Measures to Mitigate the Emission and Environmental Impact of Underwater Noise“ (DEUTSCHER BUNDESTAG 2010).

Auch das UN-Übereinkommen zur Erhaltung von wandernden wildlebenden Tierarten (CMS), das von Deutschland und der EU ratifiziert wurde, fordert u. a. dazu auf, effektive Maßnahmen zum Management anthropogener Lärmquellen zu entwickeln (CMS 2011). Im Rahmen des Regionalabkommens zur Erhaltung der Kleinwale in der Nord- und Ostsee, des Nordostatlantiks und der Irischen See (ASCOBANS) wurde zum Thema Unterwasserschall die Resolution No. 2 „Adverse Effects of Underwater Noise on Marine Mammals during Offshore Construction Activities for Renewable Energy Production“ verfasst. Mitgliedstaaten wie Deutschland werden darin aufgefordert, Schalleinträge zu vermeiden und zu minimieren, nach dem Vorsorgeprinzip zu handeln und Managementpläne zu entwickeln (ASCOBANS 2009). Im Rahmen der Umsetzung der europäischen Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) wird das Thema Unterwasserlärm durch den Deskriptor 11 zu Energie und Lärm behandelt. Die Einleitung von Energie, einschließlich Unterwasserlärm, soll sich bis 2020 in einem Rahmen bewegen, der sich nicht nachteilig auf die Meeresumwelt auswirkt (Deskriptor 11 der MSRL) (RL 2008/56/EG). Im Rahmen der o. g. Abkommen arbeitet Deutschland eng mit anderen europäischen und internationalen Ländern, z. B. in Forschungsk Kooperationen und beim Informationsaustausch, zum Thema Unterwasserlärm zusammen (DEUTSCHER BUNDESTAG 2010).

Beim Bau von Offshore-Windenergieanlagen in der AWZ, deren Zulassung nach der Seeanlagenverordnung (SeeAnIV) erfolgt, müssen naturschutzrechtliche Anforderungen beachtet werden. Für Offshore-Windparks muss in der Regel zudem eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchgeführt werden (Anlage 1, Nr. 1.6.1 UVPg). Wird ein Bauvorhaben in einem Schutzgebiet beantragt oder so nahe an einem Schutzgebiet, dass es auf dieses Auswirkun-

gen haben kann, ist die Durchführung einer FFH-Verträglichkeitsprüfung Pflicht (Art. 6 Abs. 3 Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (FFH-Richtlinie,)). Bei den in Anhang IV FFH-RL genannten geschützten Arten, wie dem Schweinswal, muss zudem europäisches Artenschutzrecht eingehalten werden (Art. 12 FFH-Richtlinie). Nationale Entscheidungsgrundlage in den Zulassungsverfahren der Windparks ist das Bundesnaturschutzgesetz; dort sind in Umsetzung der europarechtlichen Vorgaben die Verträglichkeit von Projekten und der besondere Artenschutz auch für den marinen Bereich geregelt (§§34, 44 ff., 56 BNatSchG).

Um diesen Schutzverpflichtungen Rechnung zu tragen, wurden in den letzten Jahren zunehmend Schallschutztechnologien auch für die Errichtung von Offshore-Windenergieanlagen in den deutschen Gewässern erprobt und eingesetzt.

Um das Thema Unterwasserschallschutz umfassend und in all seinen Aspekten mit den relevanten Akteuren diskutieren zu können und im politischen Raum ein Bewusstsein für dieses wichtige Thema zu fördern, veranstaltete die Deutsche Umwelthilfe e. V. (DUH) in Zusammenarbeit mit den Diplom-Biologen Karin Lüdemann und Sven Koschinski die durch das Bundesamt für Naturschutz (BfN) mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit geförderte Fachtagung „Zwischen Naturschutz und Energiewende: Herausforderung *Schallschutz* beim Bau von Offshore-Windparks“ (25.-26.09.2012) (kurz: Schallschutz-Tagung) in der Britischen Botschaft in Berlin. Ziel und Inhalt der Tagung war eine vertiefte und umfassende Erörterung der biologischen, technischen, politischen und rechtlichen Aspekte der Problematik des Unterwasserlärms bei den Errichtungsarbeiten von Offshore-Windenergieanlagen.

Rund 200 TeilnehmerInnen diskutierten bereits bestehende und zukünftige Maßnahmen, um die naturschutzrechtlichen und -fachlichen Anforderungen beim Ausbau der Offshore-Windenergie zu erfüllen. Auf der Tagung waren die relevanten Fachakteure vertreten: Betreiber, Techniker, Wissenschaftler, Politiker, Behörden und Naturschützer (siehe Teilnehmerliste im Anhang). FachreferentInnen präsentierten zukunftsfähige technische Schallschutzmaßnahmen, rechtliche und politische Rahmenbedingungen sowie konkrete Lösungsbeispiele aus der Baupraxis auf See und diskutierten diese mit den TeilnehmerInnen. Mit einer begleitenden Poster-Ausstellung informierten Unternehmen über verschiedene Schallminderungstechniken und präsentierten alternative Gründungsverfahren.

Besonders die räumliche Nähe des Veranstaltungsorts zum Regierungssitz wurde genutzt, um die aktuelle Rolle der Politik und die politischen Rahmenbedingungen zu diskutieren und mögliche Verbesserungen und zukünftige Maßnahmen, wie z. B. den vermehrten Einsatz von alternativen, den Unterwasserlärm weitgehend vermeidenden Gründungsvarianten, vorzuschlagen. Die politische Debatte über notwendige effektive Schallschutzmaßnahmen beim Bau von Offshore-Windparks wurde auch aus Gründen der Einhaltung europäischen und nationalen Rechts angestoßen. Mittlerweile existieren eine Vielzahl von Schallminderungsverfahren, die z. B. in der Studie „Stand der Entwicklung schallminimierender Maßnahmen beim Bau von Offshore-Windenergieanlagen“ von Sven Koschinski und Karin Lüdemann vorgestellt werden (KOSCHINSKI & LÜDEMANN 2011). In Podiums- und Publikumsdiskussionen wurde der Entwicklungsstand der unterschiedlichen Schallschutzmaßnahmen thematisiert. Eine Rolle spielten dabei u. a. die Planungs- und Investitionssicherheit bei den Bauprojekten auf See sowie die Anforderungen an den naturverträglichen Ausbau der Windenergie. Die Veranstaltung verdeutlichte auch, in welchen Prozessen zukünftig noch Bedarf an grundle-

gender Forschung und an baubegleitenden Untersuchungen im Hinblick auf die Minderung oder Vermeidung von Unterwasserlärm beim Bau von Offshore-Windparks besteht. Dazu gehören u. a. die Untersuchung von kumulativen Schalleffekten während Rammarbeiten an zeitgleichen Baustellen, ein von den Vorhabensträgern unabhängiges Monitoring von Schallschutzmaßnahmen und die Erforschung von schallinduzierten Störungseffekten.

Die Konferenz gab zudem einen Überblick über bisherige Diskussions- und Entwicklungsprozesse von wirksamen Schallschutzmaßnahmen beim Bau von Offshore-Windparks. In den Podiums- und Publikumsdiskussionen, in bilateralen Gesprächen während der Pausen, beim Abendempfang und im Rahmen der tagungsbegleitenden Ausstellung konnte der Dialog der Fachakteure vertieft werden.

Die Beiträge dieses Tagungsbandes veranschaulichen den aktuellen Stand der Diskussion zum Unterwasserschallschutz beim Bau von Offshore-Windparks im Rahmen einer naturverträglichen Energiewende in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) von Nord- und Ostsee. Der Tagungsband setzt sich zusammen aus einem einführenden Überblick zum Anliegen und zum Themenspektrum der Tagung sowie den Vorträgen der ReferentInnen. Desweiteren enthält er die von den VeranstalterInnen zusammengefassten Inhalte der beiden Podiumsdiskussionen, eine zusammenfassende Darstellung der wesentlichen Tagungsergebnisse sowie einen Ausblick auf den aus Sicht der VeranstalterInnen anstehenden Handlungsbedarf in Sachen Unterwasserschallschutz beim Bau von Offshore-Windparks.

Weitere Information zur Tagung, wie z. B. das Tagungsprogramm, die Tagungsmappe und die Vorträge der ReferentInnen als Download sowie Fotos der Veranstaltung stehen auf der Tagungswebseite zur Verfügung, [www.duh.de/schallschutz-tagung\\_2012.html](http://www.duh.de/schallschutz-tagung_2012.html).

Die VeranstalterInnen der Tagung unterstützen den Umsetzungsprozess eines naturverträglichen Ausbaus der Offshore-Windenergie. Sie engagieren sich dafür, schnellstmöglich zu einem wirksamen und von allen Akteuren anerkannten Stand der Technik beim Unterwasserschallschutz zu kommen und plädieren für die Klärung derzeit offener Fragen zum Lärmschutz sowie für die Umsetzung von Erkenntnissen aus Forschungsprozessen in entsprechende Schallschutzmaßnahmen.

Berlin, Nehnten, Hamburg, im Dezember 2012

Laura Klein,  
Sven Koschinski,  
Karin Lüdemann,  
Ulrich Stöcker

## Literaturverzeichnis

*Anmerkung: Zugangsdatum zu allen Internetquellen: Dezember 2012*

ASCOBANS (2009): 6<sup>th</sup> Meeting of the Parties to ASCOBANS. Resolution No. 2: Adverse Effects of Underwater Noise on Marine Mammals during Offshore Construction Activities for Renewable Energy Production. (Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas, ASCOBANS). 16-18.09.2009. Bonn.[[http://www.ascobans.org/pdf/mops/MOP6\\_2009-2\\_UnderwaterNoise.pdf](http://www.ascobans.org/pdf/mops/MOP6_2009-2_UnderwaterNoise.pdf)]

- CMS (2011): Conference of the Parties at its Tenth Meeting: Further Steps to abate underwater noise pollution for the Protection of Cetaceans and other migratory species. (Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals, CMS). Bergen, 20-25.11. 2011. Bergen. [[http://www.cms.int/bodies/COP/cop10/resolutions\\_adopted/10\\_24\\_underwater\\_noise\\_e.pdf](http://www.cms.int/bodies/COP/cop10/resolutions_adopted/10_24_underwater_noise_e.pdf)]
- DEUTSCHER BUNDESTAG (2010): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Undine Kurth (Quedlinburg), Cornelia Behm, Ingrid Nestle, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN (Drucksache 17/2390). Auswirkungen des Baus von Offshore-Windparks auf Schweinswalpopulationen. 20.07.2010. H. Heenemann GmbH & Co., Buch- und Offsetdruckerei. Berlin. S. 8-9.. [<http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/17/026/1702642.pdf>]
- KOSCHINSKI, S. & LÜDEMANN, K. (2011): Stand der Entwicklung schallminimierender Maßnahmen beim Bau von Offshore-Windenergieanlagen. BfN-Studie. [[http://www.bfn.de/habitatmare/de/downloads/berichte/BfN-Studie\\_Bauschallminderung\\_Juli-2011.pdf](http://www.bfn.de/habitatmare/de/downloads/berichte/BfN-Studie_Bauschallminderung_Juli-2011.pdf)]
- OSPAR (2010a): Quality status report 2010: 9 other human uses and impacts. The Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic (OSPAR-Convention). [[http://qsr2010.ospar.org/en/ch09\\_11.html](http://qsr2010.ospar.org/en/ch09_11.html)]
- OSPAR (2010b): Quality status report 2010: 9 other human uses and impacts. The Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic (OSPAR-Convention). S. 103. [[http://qsr2010.ospar.org/en/media/chapter\\_pdf/QSR\\_Ch09\\_EN.pdf](http://qsr2010.ospar.org/en/media/chapter_pdf/QSR_Ch09_EN.pdf)]

## Rechtsquellen

*Anmerkung: Zugangsdatum zu allen Internetquellen: Dezember 2012*

- Übereinkommen von 1992 über den Schutz der Meeresumwelt des Ostseegebiets vom 9.4.1992 (Helsinki- oder kurz HELCOM-Übereinkommen). ABl. L 73 vom 16.3.1994, S. 20 . [<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:21994A0316%2802%29:DE:HTML>]
- Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks vom 22. September 1992 . (Oslo-Paris- oder kurz OSPAR-Übereinkommen). ABl. L 104 vom 3.4.1998, S. 2  
<http://eur-lex.europa.eu/Notice.do?val=225381:cs&lang=de&list=225381:cs,225934:cs,233695:cs,&pos=1&page=1&nbl=3&pgs=10&hwords=&checktexte=checkbox&visu=#texte>
- Bundesnaturschutzgesetz vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das durch Artikel 4 Absatz 100 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl. I S. 3154) geändert worden ist. [[http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bnatschg\\_2009/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bnatschg_2009/gesamt.pdf)]
- Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. Februar 2010 (BGBl. I S. 94), das durch Artikel 10 des Gesetzes vom 25. Juli 2013 (BGBl. I S. 2749) geändert worden ist. Zuletzt geändert durch Art. 6 G v. 8.4.2013 I 734. [<http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/uvpg/gesamt.pdf>]
- Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (ABl. L 206 vom 22.7.1992, S. 7), zuletzt geändert durch Richtlinie 2006/105/EG (ABl. L 363 20.12.2006, S. 368)

(FFH-Richtlinie) (RL 92/43/EWG) [<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/de/consleg/1992/L/01992L0043-20070101-de.pdf>]

Richtlinie 2008/56/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juni 2008 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie) (RL 2008/56/EG). (ABl. L 164 vom 25.6.2008, S. 19–40) [<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:164:0019:0040:de:PDF>]

Seeanlagenverordnung vom 23. Januar 1997 (BGBl. I S. 57), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 29. August 2013 (BAnz. 2013 AT 30.08.2013 V1) geändert worden ist [<http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/seeanlv/gesamt.pdf>]





## **Einleitung: Anliegen und Themenspektrum der Tagung im Überblick**

Zusammengestellt von: LAURA KLEIN, DEUTSCHE UMWELTHILFE E.V.  
SVEN KOSCHINSKI, MEERESZOOLOGIE  
KARIN LÜDEMANN, WISSENSCHAFTSBÜRO HAMBURG  
ULRICH STÖCKER, DEUTSCHE UMWELTHILFE E.V.

### **Den Dialog zwischen den Akteuren fördern**

Ziel der Schallschutz-Tagung war es, alle interessierten AkteureInnen, die sich mit der Herausforderung des Unterwasserschallschutzes und dem naturverträglichen Ausbau der Offshore-Windenergie befassen, in einem konstruktiven Dialog zusammenzubringen. Die TagungsteilnehmerInnen wurden durch Fachvorträge über die aktuellen Entwicklungen der biologischen, technischen, politischen und rechtlichen Aspekte des Unterwasserschallschutzes beim Bau von Offshore-Windenergieanlagen informiert (siehe Tagungsprogramm im Anhang). In der ersten Podiumsdebatte der Tagung wurden u. a. mit Mitgliedern des Bundestages die naturschutzfachlichen Anforderungen an den (Aus)Bau der Offshore-Windenergie und deren Umsetzung auf See diskutiert. In der zweiten Podiumsdebatte standen u. a. praxisorientierte und juristische Fragen im Fokus. Diese Podiums- und Publikumsdiskussionen vertieften den Dialog zwischen den FachakteurenInnen. Die begleitende Ausstellung zu Schallschutztechnologien, die zum großen Teil auch ausführlich in Vorträgen vorgestellt wurden, sowie die Pausen und der Abendempfang boten allen TeilnehmerInnen die Möglichkeit, bei Gesprächen in kleinerer Runde Positionen, Meinungen und Erfahrungen auszutauschen.

### **Ausbau der Windenergie auf See**

Der Strategie der Bundesregierung zur Windenergienutzung auf See zufolge soll der Ausbau der Offshore-Windenergie umwelt- und natur- sowie volkswirtschaftlich verträglich gestaltet und in mehreren Ausbaustufen vollzogen werden (BMU 2002). Das konkrete Ausbauziel der Bundesregierung in den deutschen Meeresgewässern liegt bei 25.000 Megawatt (MW) installierter Windleistung bis zum Jahr 2030. Gleichzeitig sollen nach dem Energiekonzept der Bundesregierung (BMU & BMWi 2010) die CO<sub>2</sub>-Emissionen um 40% bis 2020 bzw. mindestens 80% bis 2050 reduziert werden. Dazu soll in erheblichem Maße die Steigerung des Anteils der Offshore-Windenergie an der Stromversorgung beitragen. Die in dem Energiekonzept der Bundesregierung genannten Ziele zum Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromversorgung sind in § 1 Abs. 2 EEG mit Wirkung zum 01. Januar 2012 gesetzlich festgelegt. Danach soll sich der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung bis zum Jahr 2020 auf mindestens 35 %, bis 2030 auf mindestens 50 %, bis 2040 auf mindestens 65 % und bis 2050 auf mindestens 80 % erhöhen. Diese Ziele lassen sich ohne Gewinnung von Windenergie auf dem Meer voraussichtlich nicht erreichen.

Anders als in einigen unserer Nachbarländer befinden sich die meisten geplanten und im Bau befindlichen Offshore-Windenergieanlagen in großer Entfernung zur Küste in der deutschen AWZ der Nord- und Ostsee, wo der Bund gemäß § 1 Nr. 10 a SeeAufG u. a. für die Prüfung, Zulassung und Überwachung von Anlagen, wie Offshore-Windenergieanlagen zuständig ist. In der gesamten deutschen Nord- und Ostsee (AWZ und Küstenmeer) sind zurzeit 29 Windparks genehmigt (Stand: 29.12.2012) und ca. 100 Windparks beantragt. Aktuell

sind bisher jedoch nur ca. 200 Megawatt (MW) Offshore-Windleistung am Netz, denn der Ausbau wird v. a. durch ein hohes Versicherungs- und Kreditrisiko sowie durch Probleme beim Netzanschluss verzögert.

### **Offshore-Windenergie und Naturschutz**

Auch und vor allem um den Ausbau der Windenergie auf See naturverträgliche zu gestalten, ist die Realisierung der angestrebten Ausbauziele der Bundesregierung an die Einhaltung naturschutzrechtlicher und -fachlicher Anforderungen gebunden. Konflikte mit dem Naturschutz ergeben sich u. a. beim Anlagenbau, bei der Kabelanbindung sowie aus dem Betrieb der Windenergieanlagen. Mögliche Schädigungen von Meerestieren und Beeinträchtigungen des Vogelzuges sind divers und oft artspezifisch. Die Fachtagung thematisierte den Konflikt zwischen den Anforderungen des Naturschutzes und den Ausbauzielen der Offshore-Windenergie im Hinblick auf Unterwasserschall beim Bau von Offshore-Windparks. Die derzeit übliche Errichtung von Fundamenten der Offshore-Windenergieanlagen und Umspannstationen mithilfe von Impulsrammungen ist von Schallemissionen von sehr hoher Intensität und Reichweite begleitet. Dieser Schalleintrag hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie z. B. dem Durchmesser der verwendeten Pfähle, der Anzahl der Rammschläge, der Anzahl gerammter Pfähle, der eingesetzten Rammenergie, dem Schallpegel, der Schallausbreitung und dem Bauzeitraum sowie den standortspezifischen Gegebenheiten.

Unterwasserschall kann sowohl am Boden lebende Wirbellose, Fische sowie insbesondere marine Säugetiere (u. a. Schweinswale, Seehunde und Kegelrobben) erheblich beeinträchtigen. Vornehmlich deren Gehör kann zeitweise oder dauerhaft durch den Baulärm geschädigt werden. Leider wurden in der Vergangenheit Windparks z. T. ohne Schallschutz errichtet und in den Nebenbestimmungen älterer Genehmigungen weniger verbindliche Maßgaben zum Schallschutz festgesetzt, so z. B. im Hinblick auf die Einhaltung der Lärmschutzwerte von 160 dB (SEL) und 190 dB (SPLpeak-peak).

### **Meeressäugetiere und Unterwasserlärm**

In Deutschland stand bisher besonders die mögliche Schädigung von Meeressäugetieren durch Unterwasserlärm, speziell des Schweinswals (*Phocoena phocoena*) als einziger Walart, die sich nachweislich in deutschen Gewässern fortpflanzt, im Fokus der Aufmerksamkeit. Die nach der Roten Liste Deutschlands stark gefährdeten Schweinswale sind sowohl nach Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) als auch nach europäischem Naturschutzrecht über die Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-RL) geschützt (Anhänge II und IV).

Bei der gängigen Praxis der Impulsrammung werden die Fundamente der Offshore-Windenergieanlagen mit mehreren Tausend Schlägen in den Meeresboden getrieben. Entsprechende Untersuchungen (vgl. Lucke et al. 2009) haben ergeben, dass Rammarbeiten ohne Schallschutzmaßnahmen Unterwasserschall in solcher Intensität emittieren, dass sie eine zeitweilige Hörschwellenverschiebung (engl. Temporary Threshold Shift, TTS) verursachen können, d. h. es kommt bei betroffenen Walen und Robbenarten zu einer zeitweisen Herabsetzung der Hörempfindlichkeit; bei Schweinswalen geschieht dies nach derzeitigen Erkenntnissen bei einem Einzelereignis-Schalldruckpegel oberhalb von 164 dB *re* 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$  (SEL). Eine permanente Hörschwellenverschiebung (engl. Permanent Threshold Shift, PTS), d. h. eine dauerhafte Anhebung der Hörschwelle bis zur vollständigen Taubheit, kann bei

noch höheren Schallpegeln oder einer wiederholten Exposition TTS-auslösender Pegel, aber auch bei Rammarbeiten ohne Schallschutz eintreten.

### Schallgrenzwerte als Schutzmaßnahme

Je nach verwendeter Rammenergie und verwendetem Pfahldurchmesser entstehen beim Bau von Offshore-Windkraftanlagen ohne Schallschutzmaßnahmen hohe Schalleinträge (über 180 dB SEL / über 200 dB SPL<sub>peak-peak</sub> jeweils in 750 m Entfernung). Das Umweltbundesamt (UBA) empfiehlt daher für Deutschland die Anwendung eines sog. „dualen Lärmschutzkriteriums“. In einer Entfernung von 750 m von der Schallquelle (der zu rammenden Gründungsstruktur einer Offshore-Windenergieanlage) dürfen ein Einzelereignis-Schalldruckpegel (SEL) von 160 Dezibel (dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ ) und ein Spitzenschalldruckpegel (SPL<sub>peak-peak</sub>) von 190 dB re 1  $\mu\text{Pa}$  nicht überschritten werden, um Schäden an Schweinswalen nach derzeitigem Wissensstand auszuschließen (UBA 2011).

Die Küstenbundesländer sind innerhalb der 12-Seemeilen-Zone für die Zulassung von Offshore-Windparks zuständig. In der deutschen AWZ (12 bis maximal 200 Seemeilen) ist dagegen das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) die Zulassungsbehörde für die Errichtung von Offshore-Windenergieanlagen und das BfN ist für die naturschutzfachliche Beurteilung der Vorhaben zuständig (BfN 2012). Das BSH führte den vom UBA empfohlenen Schwellenwert von 160 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$  (SEL) in 750 m Entfernung zur Schallquelle zunächst als „Richtwert“ in seine Genehmigungspraxis ein. Seit Mitte 2008 schreibt das BSH den Wert von 160 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$  (SEL) als „Grenzwert“ und wenig später zusätzlich den zweiten Wert des dualen Kriteriums von 190 dB SPL<sub>peak-peak</sub> in 750 m Entfernung zur Schallquelle in den Genehmigungsbescheiden rechtsverbindlich vor<sup>1</sup>. Der duale Grenzwert soll Schweinswale bei Rammarbeiten zur Gründung von Offshore-Windenergie-Anlagen vor schädigendem Lärmeintrag schützen. Die bisherige Genehmigungspraxis der Länder im deutschen Küstenmeer (12-Seemeilen-Zone) sieht keine Lärmschutzwerte vor, es werden keine den Anforderungen des BSH vergleichbaren Maßnahmen vorgeschrieben.

Mit der Etablierung des Grenzwertes für die AWZ nimmt Deutschland derzeit eine Vorreiterrolle beim Unterwasserschallschutz in Europa ein, da in anderen europäischen Ländern bislang kein Lärmschutzwert existiert (ausgenommen in Belgien, dort hat man sich im Zuge der Umsetzung der MSRL an dem deutschen Grenzwert orientiert). Zurzeit wird der Grenzwert jedoch trotz Schallschutzmaßnahmen häufig immer noch deutlich überschritten, wobei eine Erhöhung um 3 dB jeweils eine Verdopplung des Lärms bedeutet). Insbesondere bei großen Pfahldurchmessern, die eine hohe Rammenergie erfordern, ist der Wert der die Überschreitung in aller Regel hoch. Aber auch bei Schalleinträgen unterhalb des Grenzwertes können Meerestiere beeinträchtigt werden. So treten bei Schweinswalen über weite Bereiche Flucht-

---

<sup>1</sup> Genehmigungstext des Offshore-Windparks Gode Wind II vom 27.07.2009. Bundesamt für Schifffahrt und Hydrographie (BSH).  
[\[http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/Windparks/Genehmigungsbescheide/Nordsee/Gode\\_Wind\\_II/Genehmigungsbescheid\\_Gode\\_Wind\\_II.pdf\]](http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/Windparks/Genehmigungsbescheide/Nordsee/Gode_Wind_II/Genehmigungsbescheid_Gode_Wind_II.pdf)  
 Genehmigungstext des Offshore-Windparks Innogy Nordsee 1 vom 04.04.2012. Bundesamt für Schifffahrt und Hydrographie (BSH).  
[\[http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/Windparks/Genehmigungsbescheide/Nordsee/Innogy\\_Nordsee\\_1/Genehmigungsbescheid\\_Innogy\\_Nordsee\\_1.pdf\]](http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/Windparks/Genehmigungsbescheide/Nordsee/Innogy_Nordsee_1/Genehmigungsbescheid_Innogy_Nordsee_1.pdf)

und Meidereaktionen auf, was beispielsweise eine zeitweilige Nichtnutzbarkeit ihrer Habitate zur Folge haben kann. Nach bisherigen Kenntnissen werden Schweinswale ab Schalleinträgen im Bereich oberhalb von etwa 130 – 140 dB *re* 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$  (SEL) nachweisbar gestört.

Nach § 44 Abs. 1 Nr 1 BNatSchG ist es verboten, besonders geschützte Arten, wie den Schweinswal, zu verletzen oder zu töten. Ein geschädigtes Gehör wird in der Fachwelt als Verletzung angesehen. Doch auch eine erhebliche Störung geschützter Tiere während der Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Mauser-, Überwinterungs- und Wanderungszeiten ist gemäß § 44 Abs.1 Nr. 2 BNatSchG untersagt. Ob und inwieweit der duale Grenzwert, dessen Einhaltung das BSH in seinen Genehmigungsbescheiden den Antragstellern zur Auflage macht, Schweinswalen auch vor einer schallbedingten Störung ausreichend Schutz bietet, wird diskutiert und war neben anderen Themen einer der zentralen Diskussionspunkte der im Folgenden dokumentierten Tagung. Besonders in sensiblen Fortpflanzungs- und Aufzuchtzeiten (in der Nordsee in den Monaten Mai – August) bzw. in den dafür wichtigen (Schutz-)Gebieten ist nicht zuletzt aufgrund der geringen Schwimmgeschwindigkeit (< 20 km/h) von Schweinswal-Mutter-Kalb-Paaren das Störungs- und Gefährdungspotential durch Unterwasserschall noch höher.

### **Die Auswirkung kumulativer Effekte**

Zur Rammung einzelner Anlagen sind in der Regel viele Tausend Rammschläge notwendig. Darüber hinaus führen mögliche zeitgleiche Rammungen mehrerer Projekte zu kumulativen Effekten. Finden die Rammungen in unmittelbarer Nachbarschaft zueinander statt, können sich die Schallbelastungen aufsummieren, liegen die Projekte hingegen weiter auseinander, werden die betroffenen Schweinswale möglicherweise von einer Lärmquelle zu einer anderen „getrieben“. Dies macht aus Naturschutzsicht vor allem hinsichtlich der geplanten Dimension des Ausbaus der Offshore-Windenergie eine zeitliche und räumliche Koordinierung der Baustellen auf See durch die Genehmigungsbehörde dringend nötig.

Darüber hinaus sollten zukünftig aber auch verstärkt die Lärmwirkungen anderer Nutzungen und Gefährdungen, wie z. B. Fischerei, Ölförderung und Schiffsverkehr, im Rahmen einer kumulativen Wirkungsbetrachtung berücksichtigt werden. Hierzu eignet sich besonders der Umsetzungsprozess der Meeresstrategie Rahmenrichtlinie (MSRL) mit ihrem ökosystemorientierten Ansatz. Die verschiedenen Aspekte der Auswirkung von kumulativen Effekten wurden auf der Tagung diskutiert und von TeilnehmerInnen wurde daraufhin gewiesen, dass sie zukünftig eine stärkere Rolle spielen werden.

### **Fische und Unterwasserlärm**

Die nachfolgend dokumentierte Veranstaltung erweiterte den bisherigen (auf die Betrachtung der Auswirkung des Unterwasserlärms auf Schweinswale begrenzten) Fokus, indem sie die Beeinträchtigungen von Fischen (in der Nord- und Ostsee z. B. Kabeljau/Dorsch, Hering, aber auch geschützte Arten) durch Unterwasserlärm thematisierte, die z. B. in den USA bereits stärker beachtet werden. Unterwasserlärm gefährdet Fische durch mögliche Verletzungen, die in der Nähe der Schallquelle sogar tödlich sein können, behindert ihre Kommunikation und Reproduktion, verursacht Stress und führt damit zu einer Fitnessreduktion. Im Unterschied zu dem Schallbereich, in dem Schweinswale gut hören (> 1.000 Hz) bzw. kommunizieren (> 100.000 Hz), ist für die meisten Fische der niederfrequente Bereich (< 1.000 Hz,

je nach Art unterschiedlich) relevant. In diesem Frequenzbereich wird jedoch auch der überwiegend menschlich verursachte Unterwasserschall emittiert.

### **Schallschutzmaßnahmen beim Bau von Offshore-Windparks**

In den jeweiligen Genehmigungs- bzw. Planfeststellungsverfahren müssen die Antragsteller gegenüber der Zulassungsbehörde BSH für die Gründung und Installation der Offshore-Windenergieanlagen durch ein Schallschutzkonzept (Vergrämung, Ramp-Up-Prozedur, Schallvermeidungs- und Schallminderungsmaßnahmen, etc.) nachweisen, dass die Schallemissionen, die bei der Errichtung ihres Windparks entstehen, die gültigen Grenzwerte nicht überschreiten. Das BSH legt in seinen Genehmigungen / Planfeststellungsbeschlüssen standardmäßig fest, dass diejenige Arbeitsmethode entsprechend dem Stand der Technik zu verwenden ist, die nach den vorgefundenen Umständen (Gründungsvariante (Monopile, Jacket, Tripod usw.), verwendete Ramme und Standortbedingungen wie Wassertiefe, Bodenverhältnisse usw.) so geräuscharm wie möglich ist<sup>2</sup>.

Um diese verbindliche Nebenbestimmung der Genehmigung zu erfüllen, stellt mittlerweile eine wachsende Zahl von Unternehmen vielversprechende technische Konzepte zur Schallminderung bereit, von denen eine repräsentative Auswahl im Rahmen der Tagung vorgestellt wurde. Die verschiedenen Schallminderungskonzepte befinden sich in unterschiedlichen Entwicklungsstadien und ihr Schallminderungspotential variiert stark. Als Minderungsverfahren für Unterwasserschall bei Impulsrammung werden unterschiedliche Blasenschleierkonzepte (großer Blasenschleier sowie verschiedene Varianten des kleinen Blasenschleiers: gestuft, geführt oder mit vertikalen Rohren), Schallschutzmäntel (IHC Noise Mitigation System und BEKA-Schale), unterschiedliche Kofferdamm-Applikationen und Hydroschalldämpfer angeboten.

Auf die derzeitige schallintensive Rammtechnik sollte mittelfristig gänzlich verzichtet werden, denn es ist allemal die bessere Lösung, unnötigen Lärm weitgehend zu vermeiden, als ihn lediglich zu verringern. Großes Potential bieten hier schallarme Gründungsverfahren, die nach Meinung der VeranstalterInnen in der Praxis vermehrt angewendet werden sollten. Alternative Gründungskonzepte werden heute entweder schon in anderen Anwendungen, z. B. in der Ölindustrie und beim Brückenbau, oder beim Bau von Windparks in flacherem Wasser eingesetzt, oder befinden sich noch in der Entwicklung. Zu den technischen Lösungen dieser Art zählen beispielsweise gebohrte Fundamente, Schwergewichts-, Schwimm- und Bucketfundamente. Auch diese Techniken wurden im Rahmen der Tagung vorgestellt und diskutiert.

Berücksichtigt man die vielfältig variierenden Bedingungen der marinen Baustandorte (Wassertiefe, Strömungsverhältnisse, Wetterbedingungen usw.), so erscheint es sinnvoll und hilfreich, dass sich am Markt ein divergierendes Angebot von Techniken verschiedene Schallschutztechniken bzw. alternativer Gründungsverfahren etabliert, das von den Betreibern beim Bau ihrer Offshore-Windparks zur Schallminderung eingesetzt werden kann. Die Tagung vermittelte einen breit angelegten Überblick über diesen sich derzeit rasch entwickelnden Technikbereich.

---

<sup>2</sup> siehe Fußnote 1

Der „Markt“ technischer Lösungen für den Unterwasserschallschutz befindet sich derzeit und wohl auch noch in naher Zukunft in einem dynamischen Entwicklungs- und Optimierungsprozess.

Optimierungsmöglichkeiten und -bedarf bestehen in vielen Fällen aber auch im Hinblick auf die Umsetzung der Genehmigungsanforderungen und den Bauprozess selbst sowie hinsichtlich der Einhaltung der europäischen und nationalen naturschutzrechtlichen Vorgaben.

Ein konstruktiver Dialog aller Akteure, die Etablierung klarer Vorgaben sowie die Sicherstellung regelmäßiger Kontrollen kann Planungs- und Investitionssicherheit für die Vorhabenträger unterstützen und helfen, bestehendes Naturschutzrecht einzuhalten. Darüber hinaus kann eine kontinuierliche Evaluierung durch neue wissenschaftliche Erkenntnisse und Transparenz im Verfahren zu zukunftsfähigen Lösungen für die Herausforderung Schallschutz beim Bau von Offshore-Windparks führen. Zu diesem insgesamt sehr anspruchsvollen und komplexen Prozess soll die im Folgenden dokumentierte Tagung einen Beitrag leisten.

## Literaturverzeichnis

*Anmerkung: Zugangsdatum zu allen Internetquellen: Dezember 2012*

BFN (2012): Windenergienutzung Offshore.

[[http://www.bfn.de/0319\\_windenergienutzung\\_offshore.html](http://www.bfn.de/0319_windenergienutzung_offshore.html)]

BUNDESREGIERUNG (2010): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. [[http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/energiekonzept\\_bundesregierung.pdf](http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/energiekonzept_bundesregierung.pdf) ]

BMU et al (2002): Strategie der Bundesregierung zur Windenergienutzung auf See im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU, Federführung), Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen (BMVBW), Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL), Bundesministerium der Verteidigung (BMVg) unter Beteiligung der Deutschen Energie-Agentur (dena). S. 7 [[http://www.erneuerbare-energien.de/fileadmin/ee-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/windenergie\\_strategie\\_br\\_020100.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/fileadmin/ee-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/windenergie_strategie_br_020100.pdf)]

LUCKE K., LEPPER, P.A., BLANCHET, M.-A. & SIEBERT, U. (2009): Temporary shift in masked hearing thresholds in a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) after exposure to seismic airgun stimuli. *J. Acoust. Soc. Am.*, Vol. 125(6): 4060-4070.

UBA (2011): Information Unterwasserlärm – Empfehlung von Lärmschutzwerten bei der Errichtung von Offshore-Windenergieanlagen (OWEA). Dessau-Roßlau. S. 3 Umweltbundesamt (UBA). [<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4118.pdf>]

## Tagungsbeiträge



## Begrüßung

DR. ALFRED HERBERG, BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ



Der bei Errichtung von Offshore-Windenergieanlagen (OWEA) emittierte Rammschall hat gravierende Auswirkungen auf die marine Ökologie. Der für einen wirkungsvollen Klimaschutz notwendige Beitrag der Offshore-Windenergie zur Energiewende sollte nicht auf Kosten der Meeresnatur durchgesetzt werden. Bei aller Bedeutsamkeit sind im Rahmen der Realisierung von Offshore-Windkraftprojekten deshalb die relevanten umwelt- und naturschutzrechtlichen Vorgaben einzuhalten. Das ist machbar, ohne den Ausbau zu gefährden oder in Frage zu stellen.

Das BfN begrüßt den Einsatz vorhandener technischer Lösungen sowie die weiteren Bemühungen um technische Lösungen zur Minimierung oder Vermeidung von Rammschall, die sich derzeit in der Entwicklung oder in der Erprobung befinden. Mit dieser Tagung möchte das BfN daher gemeinsam mit der DUH die Entwicklungen unterstützen, mit denen ein wirksamer Unterwasserschallschutz bei der Errichtung von OWEA gewährleistet werden soll. Gleichzeitig ist diese Veranstaltung Ausdruck des Bemühens des BfN, die Planungssicherheit für Offshore-Windkraftprojekte durch Gewährleistung von Naturschutzstandards abzusichern.

In den Vorträgen der Tagung werden die naturschutzfachlichen Erfordernisse sowie konkrete Lösungsansätze vorgestellt, um den Impulsschall beim Bau von OWEA zu vermeiden bzw. zu minimieren. Podiumsdiskussionen mit Akteuren aus Politik, Wirtschaft, Behörden und Verbänden eröffnen die Möglichkeit, Positionen zu verdeutlichen und Fachmeinungen auszutauschen.

Die Programmgestaltung bietet zudem ausreichend Zeit für Fragen aus dem Publikum und für Gespräche in den Pausen. Die Tagung bietet darüber hinaus zusätzliche Informationsmöglichkeiten zu Schallminimierungs-Vermeidungstechniken durch eine begleitende Poster-Ausstellung.

Das Bundesamt für Naturschutz (BfN) ist die zuständige Naturschutzbehörde für die deutsche ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ) von Nord- und Ostsee. Es sieht die wichtige Rolle der Offshore-Windenergienutzung bei der Erreichung der Klimaschutzziele und fühlt sich dem Wunsch der Bundesregierung nach einem naturverträglichen Ausbau der Offshore-Windenergie verpflichtet.

Das BfN prüft in den Genehmigungsverfahren zur Offshore-Windenergie die Vereinbarkeit mit den naturschutzrechtlichen Vorgaben, insbesondere des Arten- und Biotopschutzes, und nimmt gegenüber der Genehmigungsbehörde - dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrografie (BSH) - zu den beantragten Vorhaben naturschutzfachlich Stellung. In diesen Stellungnahmen fordert es die Einhaltung der Grenzwerte (160 dB SEL / 190 dB SPL<sub>peak-peak</sub>) zur Beachtung des artenschutzrechtlichen Tötungs- / Verletzungsverbotes bezüglich des Schweinswals als besonders geschützte Art. Es sieht zudem die Notwendigkeit, durch weitere Maßnahmen erhebliche Störungen von streng geschützten Arten zu verhindern. In be-



stimmten Fällen entscheidet das BfN über die Erteilung von Ausnahmen oder Befreiungen von den Anforderungen des Arten- und Biotopschutzes.

Das BfN hat darüber hinaus ein umfangreiches Forschungsvorhaben zum Unterwasserschall nicht nur bei Rammarbeiten auf den Weg gebracht, 2011 eine Studie zur Bauschallminderung in Auftrag gegeben und veröffentlicht. Und nicht zuletzt: es finanziert diese Tagung und bemüht sich um den fachlichen Austausch mit Ihnen.



**Abb. 1:** Begrüßungsrede von Dr. Alfred Herberg, Bundesamt für Naturschutz (DUH 2012)

## Einführung: Der naturverträgliche Ausbau der Offshore-Windenergie

MICHAEL SPIELMANN, DEUTSCHE UMWELTHILFE E.V.



Die Umsetzung einer naturverträglichen Energie-wende in Deutschland ist nur realisierbar, wenn Naturschutz, Klimaschutz und Umweltschutz vereint an einem Strang ziehen. Die Konflikte beim Ausbau der Erneuerbaren Energien mit dem Schutz der Natur müssen frühzeitig erkannt und wirksam gelöst werden. Im Moment verzögert sich der geplante Ausbau der Offshore-Windenergie. Gründe hierfür sind u. a. Probleme beim Netzausbau und bei der Haftung. Der Beitrag der Offshore-Windenergie zur Energie-wende darf jedoch nicht auf Kosten der Meeresnatur durchgesetzt werden. Naturschutzrechtliche Vorgaben müssen eingehalten werden. Eine gute Koope-

ration und ein konstruktiver Dialog zwischen Betreibern, Technikern, Wissenschaftlern, Politikern, Behörden sowie Umwelt- und Naturschützern sind hierfür essentiell. Diesen will die Deutsche Umwelthilfe e.V. (DUH) mit auf den Weg bringen, um schnellstmöglich zu einem von allen Akteuren anerkannten Stand der Technik beim Unterwasserschallschutz zu kommen.

Denn ein erhebliches Problem ist derzeit immer noch die Überschreitung des in Deutschland gültigen Lärmschutzwertes (Einzelereignis-Schallexpositionspegel (SEL) von 160 Dezibel (dB) und ein Spitzenschalldruckpegel (SPL<sub>peak-peak</sub>) von 190 dB in 750 m Entfernung zur Emissionsstelle) durch Schallwellen bei Rammarbeiten zur Gründung von Offshore-Windenergie-Anlagen. Die negativen Auswirkungen von Unterwasserlärm auf Meerestiere, wie z. B. Wale, Robben und Fische sind vielfältig, sie können von Störung und Vertreibung bis zu Schädigung, Verletzung und Tod reichen.

Auf die gängige Praxis der schallintensiven Impulsrammung beim Bau von Windparks muss mittelfristig verzichtet werden. Die positiven Entwicklungen im Bereich der Schallvermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen sind begrüßenswert, z. B. bei der Errichtung des Trianel Windparks Borkum West II die erstmalige Einhaltung des Lärmschutzwertes mit Hilfe des großen Blasenschleiers. Generell gibt es eine große Vielfalt an unterschiedlichen Schallminderungsverfahren. Auch die schallarmen Gründungsverfahren bieten viel Potential und sollten schnellstmöglich in der Praxis vermehrt angewendet werden.

Bei der Errichtung von Windenergieanlagen auf See müssen die rechtlichen Anforderungen des Arten- und Biotopschutzes eingehalten werden, die Meeresumwelt darf nicht gefährdet werden. Besonders in Schutzgebieten und in bestimmten Gebieten, die saisonal und/oder räumlich von Bedeutung sind, z. B. für die Aufzucht, sind diese Anforderungen zu beachten. Ein geeignetes Instrument hierfür ist ein unabhängiges naturschutzfachliches Effektmonitoring bei der Errichtung von Windenergieanlagen auf See.

In Deutschland sind aktuell ca. 200 Megawatt Offshore-Windleistung am Netz. Die Strategie der Bundesregierung zur Windenergienutzung auf See sieht vor, dass bis zum Jahr 2030 Windkraftanlagen mit einer Kapazität von bis zu 25 000 Megawatt installiert werden. Besonders vor dem Hintergrund dieses noch geplanten Ausbaus der Offshore-Windenergie ist eine

räumliche und zeitliche Koordinierung der Bauvorhaben dringend notwendig. Die Politik sollte sich nicht nur verstärkt interdisziplinär mit den kumulativen Schallauswirkungen befassen, sondern auch mit den kumulativen Auswirkungen anderer Nutzungen und Gefährdungen, wie z. B. Fischerei, Ölförderung und Schiffsverkehr.

Ebenso sollte die Politik die Erforschung und Weiterentwicklung konkreter technischer und rechtlicher Lösungen fördern sowie eine transparente Darstellung des Genehmigungsprozesses und der Ergebnisse der ökologischen Begleituntersuchungen beim Bau von Windparks ermöglichen.

## Tagungsteil: Biologische Aspekte

Moderation: ULRICH STÖCKER, DEUTSCHE UMWELTHILFE E.V.



Im ersten Teil der Tagung standen Fragestellungen zu den biologischen Grundlagen sowohl im Hinblick auf Aspekte einer positiven Nutzung des Unterwasserschalls als auch dessen negative Wirkungen auf ausgewählte marine Tiergruppen im Mittelpunkt der Vorträge. Am Beispiel von Meeressäugtieren und Fischen stellten ReferentInnen aus Deutschland, den Niederlanden und den USA nicht nur die Auswirkungen von anthropogen erzeugtem Unterwasserlärm auf Meerestiere vor, sie schilderten zudem eindrücklich, dass den vielfältigen Formen akustischer Orientierungsmöglichkeiten gerade für marine Lebewesen eine lebenswichtige Bedeutung zukommt.

Die ReferentInnen präsentierten aktuelle Forschungsergebnisse und daraus resultierend aus biologischer Sicht erforderliche Schallschutz-Maßnahmen und Regelungen, außerdem zeigten sie auf, in welchen Bereichen noch Forschungsbedarf besteht. Die Vorträge verdeutlichten jeder für sich genommen, vor allem jedoch in ihrer Zusammenschau, die hohe Relevanz und die wachsende Bedeutung, die dem Thema „Belastungen mariner Organismen durch zunehmenden Unterwasserlärm“ auch aus biologischer Sicht zukommt.

## Nur gestört oder schon verletzt? – Die Auswirkungen von Unterwasserschall auf unterschiedliche Fitnessmerkmale von Meeressäugetieren

DR. KLAUS LUCKE, INSTITUTE FOR MARINE RESOURCES AND ECOSYSTEM STUDIES (NL)  
gehalten von DR. KARSTEN BRENSING, WHALE & DOLPHIN CONSERVATION SOCIETY



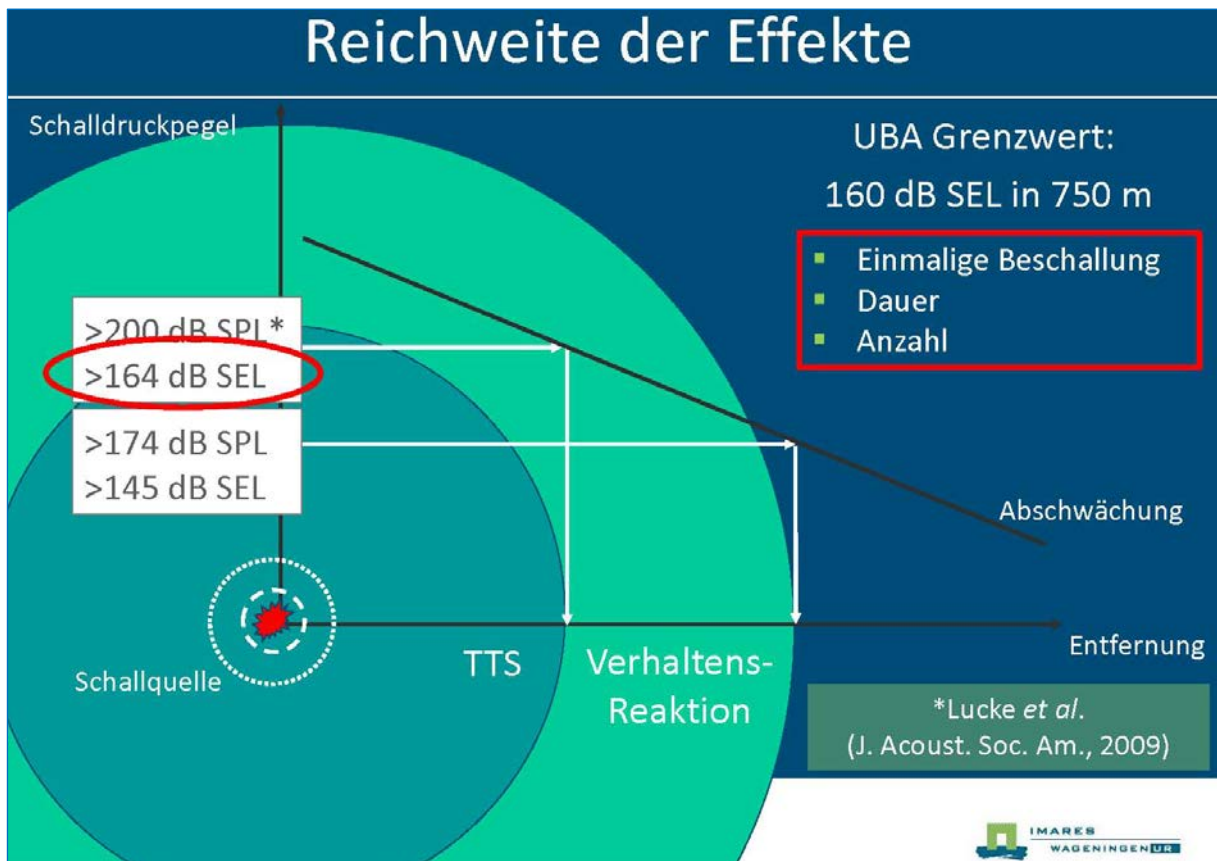
Unterwasserschall hat eine lebenswichtige Bedeutung für die in deutschen Gewässern vorkommenden marinen Säugetierarten (Schweinswal, Seehund und Kegelrobbe). Sie nutzen Schall aktiv zur Kommunikation und im Fall des Schweinswals auch zur Orientierung und vor allem zum Aufspüren ihrer Beute. Gleichzeitig können diese Tiere extrem gut hören, sie weisen unter allen marinen Lebewesen die höchste Empfindlichkeit gegenüber Schall auf. Ein funktionierendes Gehör ist für diese Arten von vitaler Bedeutung.

Viele menschliche Aktivitäten auf See führen, gewollt oder ungewollt, zu einem Eintrag von Schall in den marinen Lebensraum. Diese Geräusche sind zum Teil extrem laut und können aufgrund der physikalischen Eigenschaften des Wassers über große Entfernungen weitergeleitet werden. Der anthropogene Eintrag von Schall ins Meer ist mittlerweile im Rahmen der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) auch Gegenstand der Europäischen Gesetzgebung.



Abb. 2: Schall-induzierte Effekte bei Meeressäugetieren (LUCKE 2012)

Das Ausmaß des Schalleintrages hat in der Nord- und Ostsee über die letzten Jahrzehnte stark zugenommen. Die Effekte dieser Beschallung reichen von einem erhöhten Stresspegel über die akustische Maskierung der Wahrnehmungslaute der Tiere zu Störungen des normalen Verhaltens der Tiere. Besonders intensiver oder langanhaltender Schall hat darüber hinaus sogar das Potenzial, das Gehör und die akustische Wahrnehmung der Tiere akut und auch langfristig zu beeinträchtigen oder zu schädigen. Die zeitweilige Hörschwellenverschiebung (engl.: Temporary Threshold Shift, TTS), eine zeitweilige Taubheit, ist in diesem Zusammenhang eines der wenigen messbaren Kriterien. TTS ist national und international als Kriterium für Schallgrenzwerte anerkannt.



**Abb. 3:** Reichweite der schall-induzierten Effekte (LUCKE 2012)

Der gegenwärtige Fokus in der Erforschung des Hörvermögens mariner Säugetiere liegt in Europa auf den Effekten der Errichtung von Offshore-Windkraftanlagen. Die Ergebnisse sowie die daraus bereits abgeleiteten Grenzwerte sind jedoch teilweise auch auf andere anthropogene Aktivitäten übertragbar.

## Verhaltensreaktionen, Maskierungseffekte und Verletzungen – Der Einfluss von Unterwasserschall auf das (Über)Leben von Fischen

DR. CHRISTINA MÜLLER-BLENKLE, BIOLOGISCHE BERATUNG UND GUTACHTEN



### Hörfähigkeit von Fischen

Nur für etwa 100 der vermutlich mehr als 32.000 Fischarten existieren Daten zur Hörfähigkeit, die sich häufig auch nur auf wenige Individuen beziehen. Das bestehende Wissen zeigt allerdings, dass Fische über vergleichbare Hörfunktionen wie andere Wirbeltiere verfügen, d. h. sie können Töne unterscheiden, die Schallrichtung bestimmen und Töne im Hintergrundschall wahrnehmen.

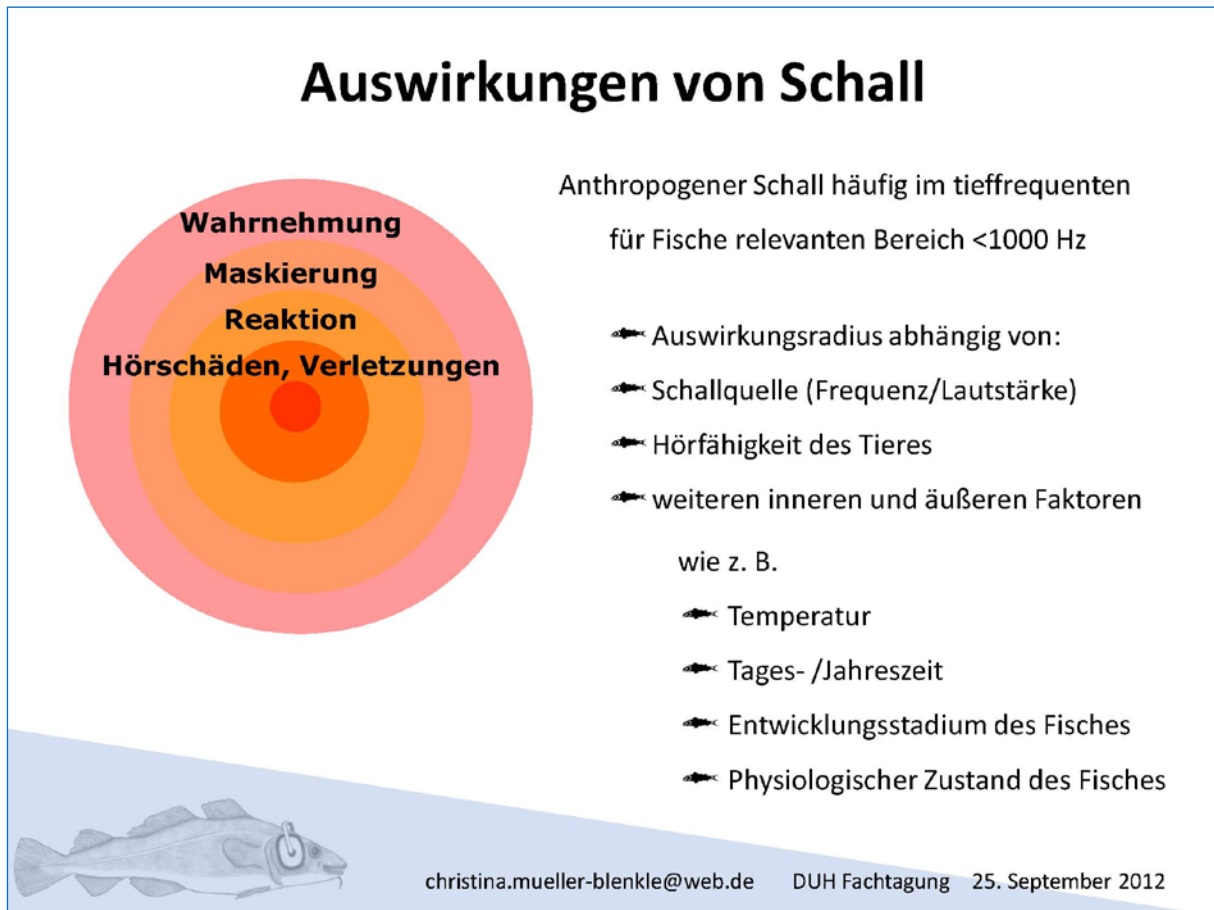
Für Fische, wie für viele andere Meerestiere ist Schall eine wesentliche Informationsquelle. So erhalten Fische ein akustisches Bild ihrer Umwelt an dem sie sich orientieren können, können Beute, aber auch Räuber in der Umgebung wahrnehmen und akustisch mit Artgenossen kommunizieren.

Der relevante Stimulus für Fische ist die Teilchenbewegung der Schallwelle. Bei Fischen mit Schwimmblase kann zusätzlich zur Teilchenbewegung auch Schalldruck wahrgenommen werden, der in der Schwimmblase in Teilchenbewegung umgewandelt wird. Je näher sich dabei die Schwimmblase beim Innenohr befindet, desto besser kann die Übertragung der Teilchenbewegung erfolgen. Sogenannte Hörspezialisten haben deshalb besondere Strukturen wie luftgefüllte Kanäle oder Hörknöchelchen entwickelt, die die Übertragung auf das Innenohr verbessern.

Zu den Hörgeneralisten ohne oder mit nur sehr kleiner Schwimmblase zählen z. B. Plattfische und Lachse, die Schall in einem engen Frequenzbereich bis etwa 400 Hz wahrnehmen können. Hörgeneralisten mit Schwimmblase (z. B. Kabeljau) hören in einem weiteren Frequenzbereich dessen Obergrenze meist zwischen 500 und 1000 Hz liegt und deren Hörschwellen niedriger sind. Der Frequenzbereich bei Hörspezialisten erreicht häufig bis zu 3000-4000 Hz und die Hörschwelle kann 20 dB unterhalb der von Hörgeneralisten liegen.

### Auswirkungen von Schall

Die beste Hörfähigkeit liegt bei Fischen im unteren Frequenzbereich meist unterhalb von 1000 Hz, weshalb sie durch anthropogenen Schall, der überwiegend im gleichen Frequenzbereich liegt besonders betroffen sind. Der Radius um eine Schallquelle herum, in dem Auswirkungen auftreten können ist abhängig von der Schallquelle (Frequenz, Lautstärke), der Hörfähigkeit des Tieres und weiteren inneren (z. B. Entwicklungsstadium und physiologischer Zustand des Fisches) und äußeren Faktoren (z. B. Temperatur, Tages-/Jahreszeit). Abhängig von der Entfernung von der Schallquelle existieren Bereiche in denen der Schall zu Hörschäden/Verletzungen, Verhaltensreaktionen oder Maskierung führt. In dem Bereich, in dem der Schall wahrgenommen wird, aber keine eindeutigen Effekte zeigt kann es zu stressbedingten Beeinträchtigungen kommen.



**Abb. 4:** Auswirkung von Schall auf Fische (MÜLLER-BLENKLE 2012)

**Physiologische Schäden** entstehen durch sehr laute oder lang anhaltende Geräusche. Dabei wird zwischen temporären Schäden wie Hörschwellenverschiebungen und permanenten Schäden wie Organverletzungen, Schwimmblasenrupturen und anhaltenden Hörschäden unterschieden.

Um eine **Verhaltensreaktionen** zu erzeugen muss der Schall oberhalb der Hör- und Reaktionsschwelle liegen. Dabei ist die Reaktionsschwelle keine deutlich definierte Schwelle sondern ist stark vom Individuum abhängig. So kann Schall mit positiven oder negativen Ereignissen assoziiert werden und so die Reaktionsschwelle verschieben bzw. die Art der Reaktion beeinflussen. Z. B. führt Schall, der in irgendeiner Form mit Nahrung assoziiert wird häufig zu Attraktion gegenüber Schall. Typisches Meideverhalten sind schnelle Fluchtreaktion (C-Start), die Entfernung von der Schallquelle, Unterbrechung von Aktivitäten (z. B. Nahrungssuche), Aggregation am Boden und Starre-Reaktionen. Diese Reaktionen sind in der Regel mit Energieverlust verbunden.

Eine Reihe von Studien zeigen Meideverhalten von freilebenden Fischen, oder Fischen in Netzgehegen im Freiwasser bei denen die Fischdichte in beschallten Gebieten geringer ist als in der Umgebung, oder in denen die Tiere ihr Schwimm- und Schwarmverhalten änderten (ENGÅS, A., ET AL. 1993; SLOTTE, A., ET AL. 2004; MUELLER-BLENKLE, C., ET AL. 2010; MISUND, O.A. AND A. AGLÉN 1992; DE ROBERTIS, A., ET AL. 2010; SARÀ, G., ET AL. 2007). Dabei konn-




ten Verhaltensänderungen bereits bei relativ niedrigen Schalldruckpegeln von 140-161 dB re 1 $\mu$ Pa beobachtet werden (MUELLER-BLENKLE, C., ET AL. 2010).

Ein weiterer Effekt ist die **Maskierung** von akustischen Informationen. Als Maskierung wird die Unfähigkeit ein Signal im Hintergrundschaall zu erkennen bezeichnet. Dabei ist die Wahrnehmung umso schwieriger, je näher die Frequenz des Signals und des Störgeräusches beieinander liegen. Tieffrequente Fischgeräusche werden daher von tieffrequentem anthropogenen Schall besonders stark maskiert und so innerartliche Kommunikation behindert. Der Umkreis in dem die Tiere akustische Signale von Artgenossen wahrnehmen können verringert sich deutlich, was zu Verhaltensänderungen, Beeinträchtigungen in der Paarungszeit, bei der Partnerwahl und bei Territorialabgrenzungen führen kann.

Nahrungsaufnahme kann behindert werden, wenn Beutesignale maskiert werden, auf der anderen Seite können Fische auch leichter Räubern zum Opfer fallen, deren Annäherung sie nicht wahrgenommen haben. Dieser Effekt wurde bei Einsiedlerkrebse bereits nachgewiesen (YIM-HOL CHAN, A. A., ET AL. 2010).

## Notwendige Maßnahmen

- Schallvermeidung durch technische Maßnahmen
- Ausweisung von biologisch besonders wichtigen Gebieten, in denen die Lärmerzeugung weitestgehend verhindert bzw. in z.B. Paarungszeiten ausgeschlossen ist
- Weitere Forschung zu Hör- und Reaktionsschwellen verschiedener Fischarten
- Dringender Forschungsbedarf zu Maskierung biologisch wichtiger Geräusche durch anthropogenen Lärm
- Untersuchungen zu den Auswirkungen von Unterwasserschall auf Reproduktionsverhalten und akustische Kommunikation
- Untersuchungen zu kumulativen Effekten



christina.mueller-blenkle@web.de    DUH Fachtagung 25. September 2012

**Abb. 5:** Notwenige Schutzmaßnahmen für Fische (MÜLLER-BLENKLE 2012)

Die Tatsache, dass Fische in beschallten Gebieten verbleiben und keine auffälligen Reaktionen zeigen heißt nicht, dass der Schall keine negativen Auswirkungen auf die Tiere hat. Ein Verbleib im angestammten Lebensraum kann durch einen Mangel an Alternativen bedingt sein, da Ausweichquartiere bereits von fitteren Artgenossen besetzt sind, oder viel

Energie notwendig wäre um einen neuen Lebensraum zu erschließen (inkl. Neuorganisation hierarchischer Strukturen). Der erhöhte Schallpegel kann Auswirkungen auf den Organismus haben mit z. B. erhöhter Herzfrequenz und Stresshormonausschüttung. Es ist zu erwarten, dass auch bei Fischen, wie bei anderen Wirbeltieren ein dauerhaft erhöhter Stresslevel zu einer Schwächung des Immunsystems und gesundheitlichen Folgen führt. Damit verbunden ist auch eine reduzierte Reproduktionsrate zu erwarten.

### Schlussfolgerungen

Lärm kann Fische aus ihrem angestammten Lebensraum vertreiben, durch Stress die Fitness reduzieren, sie in ihrer Kommunikation behindern, den Reproduktionserfolg verringern und somit die Überlebenschancen mindern.

Deshalb sollten die Auswirkungen auf Fische bei Bauvorhaben und sonstigen lärmintensiven Aktivitäten untersucht, berücksichtigt und minimiert werden. Dabei sollten Reaktionen von Fischen auch bei der Überprüfung des bestehenden Lärmschutzwertes von 160 dB re 1µPa in 750 m Entfernung von der Schallquelle beachtet werden.

### Literaturverzeichnis

- ENGÅS, A., ET AL. (1993): Effects of seismic shooting on catch and catch-availability of cod and haddock. *Fisken Og Havet*, 1993. 9: p. 117.
- DE ROBERTIS, A., ET AL. (2010): Silent ships sometimes do encounter more fish. 1. Vessel comparisons during winter Pollock surveys. *ICES Journal of Marine Science*, 2010. 67: p. 985-995.
- MISUND, O.A. AND A. AGLÉN (1992): Swimming behaviour of fish schools in the North Sea during acoustic surveying and pelagic trawl sampling. *ICES Journal of Marine Research*, 1992. 49: p. 325-334.
- MUELLER-BLENKLE, C., ET AL. (2010): Effects of Pile-Driving Noise on the Behaviour of Marine Fish - COWRIE Report - Fish 06-08, in COWRIE Report - Fish 06-08 2010.
- SARÀ, G., ET AL. (2007): Effect of boat noise on the behaviour of bluefin tuna *Thunnus thynnus* in the Mediterranean Sea. *Mar Ecol Prog Ser* 2007. 331: p. 243-253.
- SLOTTE, A., ET AL. (2004): Acoustic mapping of pelagic fish distribution and abundance in relation to a seismic shooting area off the Norwegian west coast. *Fisheries Research* 2004. 67: p. 143-150.
- YIM-HOL CHAN, A. A., ET AL. (2010): Anthropogenic noise affects risk assessment and attention: the distracted prey hypothesis. *Biol. Lett.*, 2010. 6(4): p. 458-461.

## Experience with the Application of Underwater Sound Criteria for Cumulative Sound Exposure

DR. JOHN STADLER, NOAA FISHERIES SERVICE, U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE, PORTLAND, OR, USA



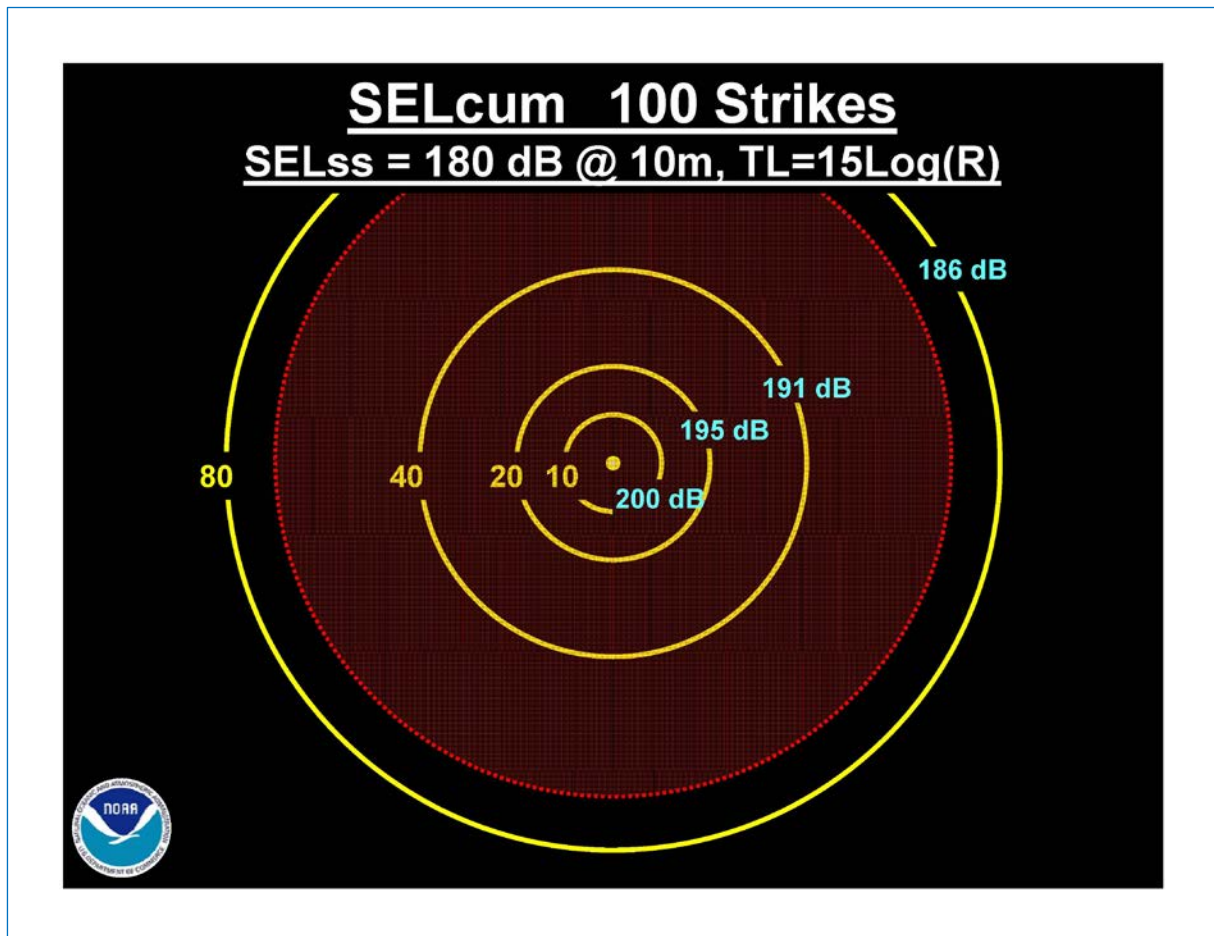
The effects on fishes from the underwater sounds generated by pile driving were, until 2000, considered minimal. However, as large diameter hollow steel piles became more common, fish-kills associated with their installation began to be observed. The first documented case was in 2000, at a ferry terminal in Vancouver, Canada, during the installation of 0.9-meter diameter hollow steel piles with an impact hammer (LONGMUIR AND LIVELY 2001). Since that time, numerous observations of fish-kills have been documented (e.g., CALTRANS 2001; BLOMBERG, pers. com. 2002; STADLER, pers. obs. 2002).

The piles associated with these kills ranged in size from 0.6 meters to 2.4 meters in diameter, and all were driven with impact hammers. Many species of fishes were killed or injured during these events, including Pacific salmon species. The observed injuries included ruptured swim bladders, damaged kidneys, livers, and hearts, ruptured body walls, and hemorrhaging of the eyes and fins.

These incidents raised concerns at the National Oceanic and Atmospheric Administration's National Marine Fisheries Service (NOAA Fisheries Service), which is charged with protecting the living marine resources of the United States. The protection of fishery resources is accomplished primarily through the US Endangered Species Act (ESA) and the essential fish habitat provisions of the Magnuson-Stevens Fishery Conservation and Management Act (MSA). Of particular concern along the US West Coast are 27 species (or genetically distinct population segments) of anadromous salmon (NMFS 2005, 2006a, 2008), green sturgeon (NMFS 2006b), eulachon (NMFS 2010a), and 3 species of marine rockfishes (NMFS 2010b) that are listed as either "threatened" or "endangered" under the ESA. All of these species occur, at least seasonally, in areas where impact driving of steel piles can occur and are at high risk because of their depressed population status. In addition, many of the more than 100 species of West Coast fishes managed under the MSA also occur in these areas.

Despite the clear evidence that the underwater sounds from driving hollow steel piles with an impact hammer can injure and kill fishes, the sound levels that caused the injuries and mortalities in these incidents are unknown. Data from the limited studies that directly exposed caged fishes to the sounds from an impact driver confirmed that fishes can be injured and killed by this activity but the studies were not sufficiently rigorous to establish the appropriate metrics or thresholds for injury. The lack of metrics and thresholds creates a high degree of uncertainty regarding the potential for an individual project to injure fishes. Faced with this uncertainty, NOAA Fisheries used a precautionary approach and adopted an initial peak pressure threshold for injury to fishes at 180 decibels (dB) (re: 1 $\mu$ Pa). Project proponents, on the other hand, often view such an approach as a burden that can unnecessarily increase

costs and delay construction. In addition, the scientific literature did not correlate peak pressure with injury to non-auditory tissues in fishes. Given these concerns, it is vital that this uncertainty be reduced.

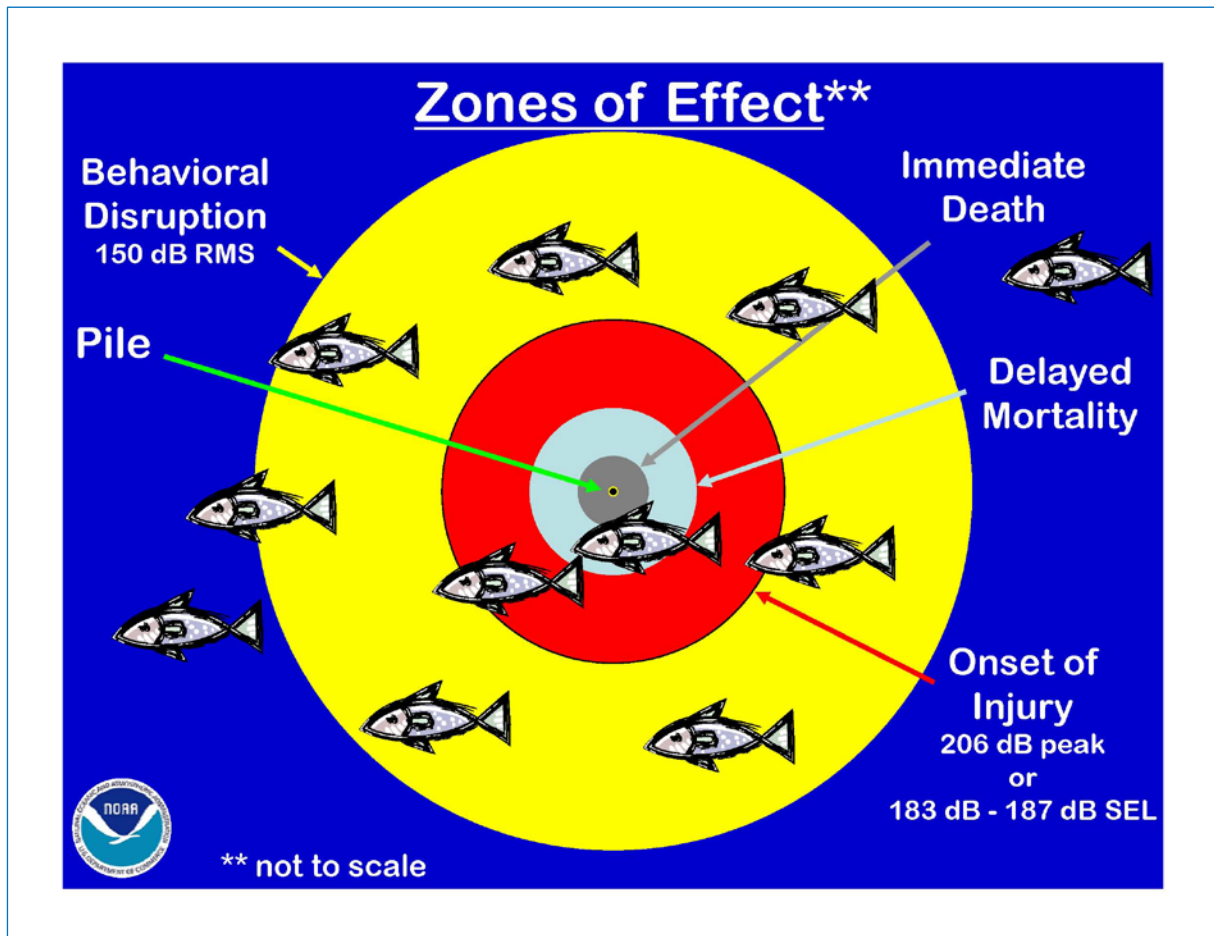


**Abb. 6:** cumulative sound exposure level (SELcum) for 100 Strikes (STADLER 2012)

Fisheries Hydroacoustic Working Group (FHWG), a cooperative effort among Federal and state transportation and resource agencies, was launched in 2004 to address this uncertainty and to develop scientifically-supportable acoustic criteria for evaluating the effects on fishes from the sounds of pile driving. In June, 2008, the FHWG identified the appropriate acoustic metrics and established interim criteria for the onset of physical injury to fishes (FHWG 2008). The new criteria use two metrics – peak sound pressure level (SPL) and sound exposure level (SEL). For the purposes of the FHWG, peak SPL is defined as the maximum absolute value of the instantaneous sound pressure during the pile strike. Sound exposure level, an estimate of the mechanical work done on the tissues of the fish (HASTINGS AND POPPER 2005), is defined as the time-integrated sound pressure squared. For the purpose of these consultations, and until new information becomes available to refine the criteria, the onset of physical injury would be expected if either the peak SPL exceeds 206 dB (re: 1  $\mu$ Pa) or the cumulative SEL (SELcum), summed over all pile strikes, exceeds 187 dB (re: 1  $\mu$ Pa<sup>2</sup>•sec) for fishes 2 grams or larger, or 183 dB for smaller fishes. The FHWG assumed that equal amounts of sound energy will produce equal effects, regardless of how the sound energy is

distributed in time (the equal energy hypothesis, or EEH). The SELcum from multiple pile strikes can then be estimated as follows:  $SEL_{cum} = \text{single strike SEL} + 10 \cdot \log(\# \text{ of strikes})$ .

A significant advantage of using SELcum is that it accounts for the repetitive nature of pile driving and can be accumulated across all pile strikes to which the fish is exposed. Although fishes are expected to recover from sub-injurious exposure to these sounds, the time required for recovery is unknown (Popper, et al. 2006). NOAA Fisheries Service is currently using a 12-hour recovery period, and accumulates the SEL from all pile strikes that occur prior to a 12-hour break in pile driving. If the injury criteria have not been exceeded prior to this break, then SELcum is reset to zero for the next period of pile driving.



**Abb. 7:** Zones of Effect for fish (STADLER 2012)

Using an applicable transmission loss (TL) equation (e.g.,  $TL = 15 \cdot \log(R)$ ), the distances from the pile where the SPL and SEL criteria are exceeded are calculated, and the greater of the two distances (SEL or peak SPL) defines the area where fish are assumed to be injured. Because SELcum at a given distance increases as the number of pile strikes increases, the distance to the SEL threshold also increases, and will usually exceed the distance to the peak SPL threshold.

NOAA Fisheries Service set a minimum single strike SEL that can contribute to injury, referred to as “effective quiet”, at 150 dB. Received levels at or below 150 dB SEL are not in-

cluded in the SELcum calculations. The use of effective quiet sets a maximum distance from the pile where fish can be injured, regardless of how many times the pile is struck. This maximum distance increases with increasing source level but is independent of the number of pile strikes.

The approach developed by the FHWG presents several challenges: 1) the criteria are often criticized as being overly conservative, requiring mitigation measures where none are needed; 2) it does not distinguish between injuries that are relatively minor from those that are lethal; 3) sound energy does not accumulate according to the equal energy hypothesis; and 4) the criteria are based on sparse data. However, it also offers several advantages over previous approaches: 1) it was based on the best information available at the time; 2) it accounts for the multiple pile strikes inherent in any pile driving project; 3) the calculations are relatively straightforward, and; 4) the criteria can be adapted as new information becomes available.

The FHWG expects that newly emerging research on the effects on fishes, the mechanisms of sound generation, and new models on sound propagation will result in modifications to this analysis approach. However, there remains a challenge in incorporating this new research in a manner that is consistent with the statutory requirements of the ESA and MSA.

### Literaturverzeichnis

- BLOMBERG, G. (2002): Biologist with Port of Seattle, Seattle, Washington. Personal observation of fish-kill associated with pile driving at Pier 17, Port of Seattle.
- CALTRANS (CALIFORNIA DEPARTMENT OF TRANSPORTATION). (2001): Fisheries impact assessment, pile installation demonstration project, San Francisco - Oakland Bay Bridge, east span seismic safety project. 59 p.
- FHWG (FISHERIES HYDROACOUSTIC WORKING GROUP). (2008): Agreement in principal for interim criteria for injury to fish from pile driving activities. June 12, 2008.
- HASTINGS, M.C., AND A.N. POPPER. (2005): Effects of sound on fish. Prepared for Jones & Stokes under California Department of Transportation Contract No. 43A0139. Sacramento, CA. 82 p.
- LONGMUIR, C. AND T. LIVELY. (2001): Bubble Curtain Systems for use During Marine Pile Driving. Fraser River Pile and Dredge, Ltd., New Westminster, British Columbia. 10 p.
- NMFS (NATIONAL MARINE FISHERIES SERVICE). (2005): Endangered and threatened species; final listing determinations for 16 evolutionarily significant units of West Coast salmon, and final 4(d) protective regulations for threatened salmonid ESUs. Final rule. Federal Register 70:123(28 June 2005):37160-37204.
- NMFS. (2006a): Endangered and threatened species: final listing determinations for 10 distinct population segments of West Coast steelhead. Final rule. Federal Register 71:3(5 January 2006):834-862.
- NMFS. (2006b): Endangered and threatened wildlife and plants: threatened status for Southern distinct population segment of North American Green Sturgeon. Final rule. Federal Register 71:67(7 April 2006):17757-17766.
- NMFS. (2008): Endangered and threatened species: final threatened listing determination, final protective regulations, and final designation of critical habitat for the Oregon Coast

Evolutionarily Significant Unit of coho salmon. Final rule. Federal Register 73:29(11 February 2008):7816-7873.

NMFS. (2010a): Endangered and threatened wildlife and plants: threatened status for Southern Distinct Population Segment of eulachon. Final rule. Federal Register 75:52(18 March 2010):13012-13024.

NMFS. (2010b): Endangered and threatened wildlife and plants: threatened status for the Puget Sound/Georgia Basin distinct population status of yelloweye and canary rockfish and endangered status for the Puget Sound/Georgia Basin distinct population segment of bocaccio rockfish. Final rule. Federal Register 75:81 (April 28, 2010):22276-22290.

POPPER, A.N., T.J. CARLSON, A.D. HAWKINS, B.L. SOUTHALL, AND R.L. GENTRY. (2006): Interim criteria for injury of fish exposed to pile driving operations: a white paper. Submitted to the Fisheries Hydroacoustic Working Group. 15 pp.

STADLER, J.H. (2002): Fish biologist for NOAA Fisheries Service). Personal observation of fish-kill associated with pile driving at Winslow Ferry Terminal, Winslow, Washington.

## Tagungsteil: Technische Aspekte

Moderation: DR. PETER AHMELS, DEUTSCHE UMWELTHILFE E.V.



Im zweiten Teil der Tagung stellten Unternehmensvertreter ihre Verfahren zur Minderung von Unterwasserschall bei Impulsrammung von Offshore-Windkraftanlagen sowie alternative schallarme Gründungsvarianten vor. Bei der Auswahl und Festlegung der Vorträge im Rahmen der Vorbereitung der Tagung legten die Veranstalter großen Wert darauf, dem Publikum einen möglichst breiten und dabei vor allem repräsentativen Querschnitt der augenblicklich in der Diskussion befindlichen technischen Lösungsmöglichkeiten zur Vermeidung oder Reduzierung von Unterwasserlärm beim Bau von Offshore-Windparks zu bieten. Die breite

Palette der in den Vorträgen vorgestellten Schallminimierungstechniken veranschaulicht eindrucksvoll, dass dieses Anliegen der Veranstalter erfolgreich umgesetzt werden konnte.

Die Programmgestaltung ermöglichte es den TeilnehmerInnen darüber hinaus, sich in einem Einführungsvortrag zu diesem Themenblock der Tagung einen – von Firmeninteressen freien – Überblick über den „Stand der Dinge“ in Sachen Schallminimierung beim Bau von Offshore-Windparks zu verschaffen, bevor die einzelnen Firmen ihre Lösungen in den Vorträgen präsentierten. Für diesen Überblicksvortrag konnten die Dipl. Biologen Sven Koschinski und Karin Lüdemann gewonnen werden, Verfasser der Studie „Stand der Entwicklung schallminimierender Maßnahmen beim Bau von Offshore-Windenergieanlagen“ (KOSCHINSKI & LÜDEMANN 2011), die derzeit gerade aktualisiert wird.

Neben den Vorträgen wurden aktuelle Ergebnisse von Praxisbeispielen, noch bestehende Probleme und neue Lösungskonzepte zur Vermeidung oder Minderung des bei der Errichtung von Offshore-Windparks entstehenden Baulärms mit den TeilnehmerInnen der Tagung diskutiert. Darüber hinaus konnten die Tagungsgäste in einer die Tagung begleitenden Posterausstellung an Informationsständen im Foyer der Tagungsstätte mehr über die in den Vorträgen vorgestellten Schallschutztechniken und weitere in der Entwicklung befindliche und/oder bereits am Markt verfügbare Schallschutztechnologien in Erfahrung bringen. Insgesamt bot dieser technisch ausgerichtete Teil der Veranstaltung dem interessierten Zuhörer die Möglichkeit, einen guten Überblick sowohl über den derzeitigen Entwicklungsstand als auch über die Perspektiven dieses sehr rasch wachsenden Techniksektors zu gewinnen.

## Literaturverzeichnis

*Anmerkung: Zugangsdatum zu allen Internetquellen: Dezember 2012*

KOSCHINSKI, S. & LÜDEMANN, K. (2011): Stand der Entwicklung schallminimierender Maßnahmen beim Bau von Offshore-Windenergieanlagen. BfN-Studie. [[http://www.bfn.de/habitatmare/de/downloads/berichte/BfN-Studie\\_Bauschallminderung\\_Juli-2011.pdf](http://www.bfn.de/habitatmare/de/downloads/berichte/BfN-Studie_Bauschallminderung_Juli-2011.pdf)]



## Schallminimierung beim Bau von Offshore-Windparks – Überblick über Minderungsverfahren von Unterwasserschall bei Impulsrammung und schallarme Gründungsvarianten

SVEN KOSCHINSKI, MEERESZOOLOGIE, KARIN LÜDEMANN, WISSENSCHAFTSBÜRO HAMBURG



Die heute gebräuchlichen Gründungsvarianten für Offshore-Windenergieanlagen (OWEA), Monopiles, Jackets und Tripods bzw. Tripiles, erfordern Impulsrammungen zur Verankerung im Meeresgrund. Diese Gründungstechnik verursacht hohe Schalldruckpegel. Die Hauptenergie findet sich dabei im Frequenzbereich von 100 bis 400 Hz. Der mögliche Einfluss auf Meeressäuger und Fische reicht von der Maskierung biologisch relevanter Schallsignale über Verhaltensreaktionen und Stress bis zu Hörschäden und bei Fischen im Nahbereich sogar zu tödlichen Verletzungen. Multiple Schallimpulse können sich dabei im Ohr addieren und zusätzliche Schäden verursachen. Eine Vergrämung von Meeressäugern reicht zum Schutz vor Schädigungen nicht aus. Das Umweltbundesamt hat eine Lärmschutzwert von 160 dB SEL / 190 dB peak-peak jeweils in 750 m Entfernung herausgegeben, der vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) als Genehmigungsbehörde für Offshore Windparks (OWP) als verbindlicher Grenzwert umgesetzt wird. Eine zusätzliche Vergrämung kann dazu dienen, sicherzustellen, dass sich im Nahbereich bis in 750 m Entfernung keine Schweinswale aufhalten.

Bei der Tiefgründung der OWEA im Windpark *alpha ventus* wurden Einzelereignispegel bis zu 174 dB (SEL) in 750 m Entfernung gemessen. Für die Gründung einzelner Pfähle waren bis zu 8.700 Rammschläge nötig. Dieses Ergebnis zeigt, dass der Grenzwert des BSH ohne Schallschutz nicht einzuhalten ist.

Eine Schallminderung kann entweder durch die Verwendung verschiedener abschirmender Technologien am Rammpfahl oder durch gänzlich andere schallarme Gründungsvarianten erreicht werden. Für die Minderung der Schallimmissionen von Impulsrammungen gibt es vielfältige Technologien, die sich in unterschiedlichen Entwicklungsstadien befinden und deren Schallminderungspotential stark variiert. Dazu gehören unterschiedliche Blasenschleierkonzepte (u. a. großer, gestufter und geführter Blasenschleier), Schallschutzmäntel (*ICH Noise Mitigation System*, *BEKA-Schale* und *Schlauchhülle*<sup>3</sup>), unterschiedliche Kofferdamm-Applikationen und Hydroschalldämpfer. Zur Vermeidung von Schallbrücken ist eine Umhüllung der gesamten Gründungsstruktur nötig.

<sup>3</sup> Das Konzept einer mehrschichtigen Hülle aus vertikalen Feuerwehrschräuchen wird nicht weiter verfolgt.

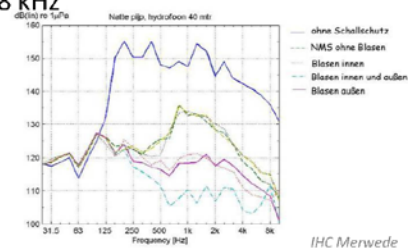
Bei Blaseschleiern wurde die beste Dämpfung im Frequenzbereich zwischen 1 und 3 kHz erzielt, also deutlich über dem Spektrum der Hauptenergie beim Rammvorgang. Große Blaseschleier erreichten in verschiedenen Forschungsprojekten eine breitbandige Schallminderung um 11 bis 15 dB (SEL) bzw. 8 bis 14 dB (peak) und sind somit geeignet, bei geringeren Pfahldurchmessern den Grenzwert einzuhalten. Erste Ergebnisse mit doppelten Blaseschleiern lassen vermuten, dass diese eine noch höhere Schallminderung erreichen. Auch der in den Wasserkörper übertretende Bodenschall kann damit gedämpft werden. Eine ähnliche Schallminderung (12 dB SEL, 14 dB peak) konnte bei einem unvollständig ausgebrachten kleinen Blaseschleier im OWP *alpha ventus* gemessen werden, aufgrund von Schallbrücken allerdings nur in eine Richtung. Weiterentwicklungen kleiner Blaseschleier resultierten in gestuften Systemen mit mehreren Ebenen von Düsenrohren, mit Leitblechen gestuften Blaseschleiern zur Vermeidung von Schallbrücken und vertikalen Schlauchsystem (siehe Vortrag Ulrich Steinhagen).

## Schallminimierung beim Bau von Offshore Windparks

### 2. Schallminderungsverfahren bei Impulsrammungen

#### IHC Noise Mitigation System (NMS)

- Schallentkoppeltes doppeltes Hüllrohr aus Stahl mit luftgefülltem Zwischenraum und zusätzlichem mehrstufigem Blaseschleier zwischen Hülle und Pfahl
- Variable schallentkoppelte Führungsrollen zur Zentrierung
- Experiment im Fluss de Noord (6 m Wassertiefe) zeigte eine gute Dämpfung zwischen 150 Hz und 8 kHz
- Schallminderung unter Offshore-Bedingungen (breitbandig) um 9 dB (*Nordsee Ost*) bis 11 dB (*Ijmuiden*)
- Seit Juni 2012 Anwendung im OWP *Riffgat* (NMS 6900)



Zwischen Naturschutz und Energiewende: Herausforderung Schallschutz beim Bau von Offshore-Windparks, Berlin 25.-26.9.2012

Abb. 8: IHC Noise Mitigation System (NMS) (KOSCHINSKI & LÜDEMANN 2012)

Schallschutzmäntel haben ebenfalls ein gutes Schallminderungspotential, auch wenn erste Tests (*ESRa*-Projekt) aufgrund von Problemen mit dem Pfahl in Verbindung mit der Geologie nicht die theoretisch möglichen Schallminderungswerte erbrachten. Das *IHC Noise Mitigation System* ist ein schallentkoppeltes doppeltes Hüllrohr mit Luftschicht und mehrstufigem Blaseschleier. Unter Offshore-Bedingungen (*Nordsee Ost* und *Ijmuiden*) wurde eine breitbandige Schallminderung von 9 bzw. 11 dB erzielt. Die beste Dämpfungswirkung entfaltet das System im Frequenzbereich zwischen 150 Hz und 8 kHz. Messergebnisse aus dem OWP

*Riffgat* werden in Kürze erwartet. Die *Weyres* BEKA Schale besteht aus zwei schallentkoppelten Halbschalen, die den Pfahl umschließen. Die Schallminderung wird u. a. durch vier Stahlwände, zwei Schallabsorber-Kompositfüllungen und zwei Blasenschleier bewirkt. Details werden im Vortrag von Bernhard Weyres präsentiert.

Beim Kofferdamm wird eine Ummantelung des Rammpfahls entwässert. Die Rammung erfolgt daher praktisch an der Luft, was ein Ankoppeln des Rammschalls an die Wassersäule sehr effektiv verhindert. Dieses System wird im Vortrag von Kurt Thomsen ausführlich dargestellt. Eine Variante des Kofferdamms ist die Pfahl-in-Pfahl-Rammung. Bei diesem Konzept ist das Tragrohr einer Jacketkonstruktion als Kofferdamm ausgeführt, der fest an der Gründungsstruktur verbleibt und bis über die Wasseroberfläche reicht.

Die Schallminderungswirkung von Hydroschalldämpfern beruht auf einem ähnlichen Prinzip wie bei Blasenschleiern. Durch eine feste Umhüllung einer Luftmenge in definierter Größe kann gezielt der Schall gedämpft werden, in dem die höchsten Pegel ausgestrahlt werden. Details werden im Vortrag von Karl-Heinz Elmer präsentiert.

Darüber hinaus werden alternative Gründungskonzepte für OWEA vorgestellt, die entweder heute schon in anderen Anwendungen oder bei Windparks in flacherem Wasser eingesetzt werden, oder sich noch in der Entwicklung befinden. Dazu zählen Vibrationsrammen, Schwergewichtsfundamente, Bucketfundamente, gebohrte Fundamente, und Schwimmfundamente.

Derzeit funktioniert die Gründung mit den schallärmeren Vibrationsrammen nur in Verbindung mit Impulsrammung. Allerdings können durch die Verwendung viele Rammimpulse eingespart werden, was sich positiv auf die Kumulation der Schädigung multipler Rammimpulse auswirken kann.

Schwergewichtsfundamente sind große sedimentgefüllte Betonblöcke, die durch ihr Eigengewicht im Boden verankert sind. Derzeit finden sie in Wassertiefen bis etwa 20 m Anwendung. Ein System, das für größere Wassertiefen ausgelegt ist, wird im Vortrag von Holger Wahrmund vorgestellt.

Bucketfundamente bestehen aus nach unten geöffneten Stahlcaissons, die durch Unterdruck in das Sediment eingesogen werden. Man setzt sie heute schon erfolgreich bei verschiedenen Plattformen ein. Für Windenergieanlagen sind gesonderte Konzepte erforderlich. Diese Gründungsmethode wird im Vortrag von Ekkehard Overdick vorgestellt.

Für vertikal gebohrte Monopile-Fundamente, die mithilfe von Tunnelbohrmaschinen erstellt werden, gibt es zwei verschiedene Konzepte: Eine Vollschnittmaschine räumt beim Eindringen in den Boden den gesamten Durchmesser auf einmal aus. Kostengünstige aber schwere Betonmonopiles „rutschen“ nach und werden verankert (*Ballast Nedam*). Bei einer Teilschnittmaschine wird ein kleinerer rotierender Fräskopf mit Schwenkbewegungen über den gesamten Querschnitt geführt. Dieses Konzept ist zunächst für Stahlmonopiles gedacht (*Herrenkecht & Hochtief Solutions*). Details stellt Christof Gipperich in seinem Vortrag vor.

## Schallminimierung beim Bau von Offshore Windparks

### 3. Alternative Gründungsvarianten

#### Einrütteln mit Vibrationsrammen

- Nur in Kombination mit Impulsrammung
- Schallpegel gegenüber Impulsrammung um 15 - 20 dB reduziert
- Bei *alpha ventus*: Gemessener Breitband-Summenpegel von 142 dB in 750 m Entfernung
- Hochfrequente Obertöne
- Reduzierte Schlagzahl verringert Ausdehnung der Wirkzonen und Einwirkzeit der nachfolgenden Impulsrammung für Meerestiere



ITAP 2010 (*alpha ventus*)



ISD et al. 2007a (flexural oscillation of pile)

Zwischen Naturschutz und Energiewende: Herausforderung Schallschutz beim Bau von Offshore-Windparks, Berlin 25.-26.9.2012

**Abb. 9:** Einrütteln mit Vibrationsrammen (KOSCHINSKI & LÜDEMANN 2012)

Zu Schwimmfundamenten gibt es verschiedene Konzepte bzw. Prototypen für unterschiedliche Wassertiefen (z. B. SPAR Boje, ballaststabilisierte Halbtaucherkonstruktion, tension leg Plattform). Eine für geringe Wassertiefen optimierte Konstruktion ist das *GICON SOF* (schwimmendes Offshore Fundament). Bis 2014 ist der Bau eines Funktionsmusters des *GICON-SOF* im Maßstab 1:1 in den Küstengewässern von Mecklenburg-Vorpommern vorgesehen.

Insgesamt beobachten wir seit ein paar Jahren fortschrittliche Entwicklungen in der Schallschutztechnologie. Schallminderungsverfahren und alternative Gründungsverfahren sind noch in der (Weiter-)Entwicklung. Bisherige Schallmessungen haben gezeigt, dass durch geeignete Schallminderungsverfahren eine Lärmreduzierung von 10 bis 20 dB (SEL, Breitband-Summenpegel) möglich ist und der BSH Grenzwert in vielen Fällen erreichbar ist. Schallminderungswerte können jedoch nicht garantiert werden. Der große Blasenschleier kann jetzt schon als Stand der Technik für bestimmte Gründungsvarianten gelten, bei anderen Verfahren kann dieser in Kürze erreicht werden. Optimierungsmöglichkeiten sind bei allen Schallminderungsmethoden vorhanden. Grundsätzlich ist es aber besser, Lärm zu vermeiden als ihn zu verringern, so dass alternativen Gründungsverfahren in naher Zukunft eine besondere Bedeutung zukommen wird.

## Vorstellung Kleiner Blasenschleier

DR. ULRICH STEINHAGEN, MENCK GMBH



Bei der Gründung von Offshore-Konstruktionen werden weltweit seit vielen Jahrzehnten erfolgreich gerammte Verankerungspfähle eingesetzt. Die profunden Kenntnisse und Erfahrungen mit dieser Gründungstechnik spielen eine große Rolle bei der sicheren und wirtschaftlichen Errichtung sowie den Betrieb von Offshore-Anlagen. Vor diesem Hintergrund verwundert es nicht, dass derzeit auch die Offshore-Windenergieanlagen (OWEA) in Deutschland mit Hilfe von gerammten Pfähle im Meeresboden verankert werden. Bei der Rammung von Verankerungspfählen entsteht allerdings Lärm, der die marine Umweltbelastet.

### Kleiner Blasenschleier – horizontale Ringe





Quelle: Hydrotechnik Lübeck GmbH

Multibranch Tripod mit oberem Teilsystem des Blasenschleiers, Alpha Ventus, 2009

Multibranch Tripod mit unterem Teilsystem des Blasenschleiers, Alpha Ventus, 2009



Quelle: Hydrotechnik Lübeck GmbH

4 Kleiner Blasenschleier, Dr. Ulrich Steinhagen, Fachtagung Deutsche Umwelthilfe e.V. 25.-26.09.12 in Berlin
an **ACTEON** company

**Abb. 10:** Kleiner Blasenschleier – horizontale Ringe (STEINHAGEN 2012)

Im Folgenden werden aktuelle Ergebnisse des vom BMU geförderten Verbundforschungsprojekts mit BARD "Untersuchung und Erprobung eines Kleinen Blasenschleiers zur Minderung von Unterwasserschall bei Rammarbeiten für Gründungen von OWEA" (Projekt 0325334G) dargestellt. Aufbauend auf grundsätzlichen Überlegungen wurden von MENCK in Abstimmung mit BARD zwei Testsysteme entwickelt und unter realen Offshore-Bedingungen

im Baufeld BARD Offshore 1 erfolgreich getestet. Die Wassertiefe an den gewählten Standorten der Nordsee beträgt 40 m. Zu den Zielen des Projektes gehört u. a. die Vertiefung des Verständnisses der komplexen physikalischen Zusammenhänge zur Verbesserung der Wirksamkeit und Handhabung des Schallschutzsystems beim Offshore-Einsatz.

Im Testfeld Alpha Ventus wurde 2009 ein ringförmiges Blasenschleier-Testsystem an einem Multibrid-Tripoden untersucht, wobei nur das untere Teilsystem zum Einsatz gekommen ist. Der Durchmesser und vertikale Abstand der Ringe hängen von den Strömungsbedingungen ab, wobei ein Mindestabstand vom Pfahl eingehalten werden muss, um einen geschlossenen Blasenschleier zu erhalten. In diesem Forschungsprojekt wurde die vertikale Anordnung von Rohren und Schläuchen in unmittelbarer Nähe des Pfahls untersucht, um die Schallemission bereits an der Quelle zu verringern.



**Abb. 11:** Kleiner Blasenschleier – vertikale Rohre/Schläuche (STEINHAGEN 2012)

Das erste Testsystem SBC 1 besteht aus 56 PE-Rohren, die auf einem Halbkreis (System A) und zwei Schenkeln (System B) angeordnet sind. Jedes Luftrohr weist eine Vielzahl von kleinen Luftbohrungen auf und kann über ein Ventil individuell geöffnet bzw. verschlossen werden, so dass unterschiedliche Konfigurationen untersucht werden können. Beispielsweise wurden alle Luftrohre, jedes zweite oder nur die des Systems A oder B analysiert. Am Ballastring wurden zusätzlich horizontale Ringleitungen vorgesehen. Des Weiteren wurde die Anzahl der Kompressoren und damit die Luftmenge variiert.

Das Gesamtsystem wurde an der oberen Ringleitung angehoben, über den Pfahl gestülpt und an den geschlossenen unteren Armen des PGF (Pile Guidance Frame) der Windlift 1

befestigt. Mittels Unterwasserkamera auf einem ROV (Remotely Operated Vehicle) wurde sichergestellt, dass der Ballastring auf dem Meeresboden aufliegt. Diese Art der Installation erforderte das Vorrammen des Pfahls auf 25 m Eindringtiefe, um eine ausreichende Standsicherheit des Pfahls zu gewährleisten.

Während der Inbetriebnahme des Blasenschleiers vor der Teststrammung wurden die Blasenbildung und -verteilung mittels Unterwasserkamera beobachtet. Der Blasenschleier erzeugt einen starken Auftrieb, der zu einem komplexen Strömungsfeld um den Pfahl führt. Bei der Teststrammung wurde in einem Abstand von 750 m vom Pfahl für verschiedene Konfigurationen eine Schallminderung von rund 14 dB (SEL) und rund 19 dB (PEAK) erreicht. Die Analyse der gemessenen Schallpegel im Frequenzbereich zeigt eine breitbandige Dämpfung des Blasenschleiers.

Beim Bau des zweiten Testsystems SBC 2 wurde die Gesamtkonstruktion deutlich kompakter ausgeführt und an die Erfordernisse der Installationen von BARD-Triple-Fundamenten angepasst. Es besteht aus einer Stahlkonstruktion mit drei Schlauchtrommeln sowie Führungs- und Ballastring, die jeweils über Seilwinden hoch- und runter gefahren werden. Die Schläuche weisen hier ebenfalls viele kleine Bohrungen für die Generierung von Luftblasen auf. Am Ballastring befindet sich eine zusätzliche Luftleitung mit Düsen, die separat mit Luft versorgt wird. Die Bedienung der Winden und Trommeln erfolgt direkt am Schaltschrank oder mit einer mobilen Steuerung. Untersucht wurden verschiedene Versuchskonfigurationen, die sich durch das Zu- bzw. Abschalten einzelner Trommeln und der Variation der Kompressoranzahl ergeben. Das Testsystem wird mit einer Traverse über den Pfahl gestülpt und auf den geschlossenen oberen Armen des PGF abgestellt und mit Bolzen gesichert. Nach Herablassen von Führungs- und Ballastring werden die Luftleitungen angeschlossen und das System in Betrieb genommen. Zur Beobachtung des Blasenschleiers wurde eine Drop-Down-Unterwasserkamera eingesetzt, die an einem Stahlseil des Ballastrings geführt wird. Da der Blasenschleier mit einer Kamera nicht als Ganzes erfasst werden kann, wurde zusätzlich ein Sonar an einem mobilen Schlepper eingesetzt, das den Blasenschleier kontinuierlich aus verschiedenen Richtungen beobachtete. Bislang liegen keine Auswertungen zur Schallminderung des zweiten Testsystems vor.

Beide Testsysteme wurden erfolgreich im Baufeld BARD Offshore 1 unter realen Offshore-Bedingungen getestet. Durch die Weiterentwicklung des Schallschutzsystems konnten beim zweiten Testsystem eine geringe Größe, ein geringes Gewicht sowie ein insgesamt einfacher Systemaufbau mit handelsüblichen Standardkomponenten erzielt werden.

Die Hydroschallmessungen und deren Auswertung wurde von itap GmbH, die Sonaruntersuchungen von Embient GmbH durchgeführt.

## Vorstellung BEKA Schale als Schallminderungsverfahren für Impulsrammung im Vergleich zu Blasenschleiern

BERNHARD WEYRES, FIRMA BERNHARD WEYRES



Eigentlich ist der Titel des Vortrages irreführend, weil die im Folgenden vorgestellte BEKA-Schale ebenfalls Blasenschleier zur Schallminderung nutzt, jedoch als eines von mehreren Schallminderungsverfahren.

Unter Impedanz werden alle Widerstände zusammengefasst, die der Ausleitung von Schwingungen in einem bestimmten Umfeld entgegenwirken.

Abhängig von ihrer Größe und Kompression hat jede Luftblase eine Eigenresonanz, die bei der passenden Frequenz in Schwingung gerät und diese auch an das umgebende Wasser leitet. Dadurch

absorbiert sie viel Schallenergie. Unterschiedliche Blasengrößen sind zur Abdeckung bzw. Absorption eines breiten Frequenzbereichs von entscheidender Bedeutung.

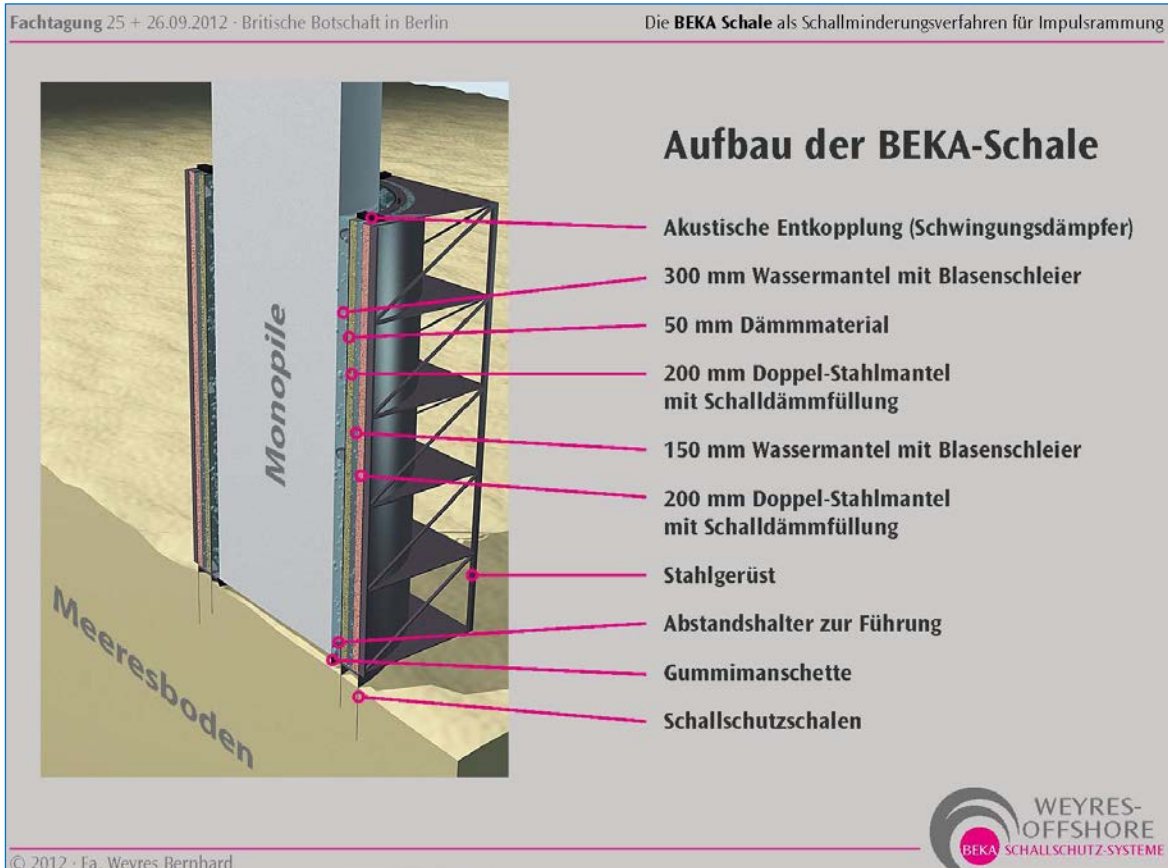


Abb. 12: Aufbau der BEKA-Schale (WEYRES 2012)

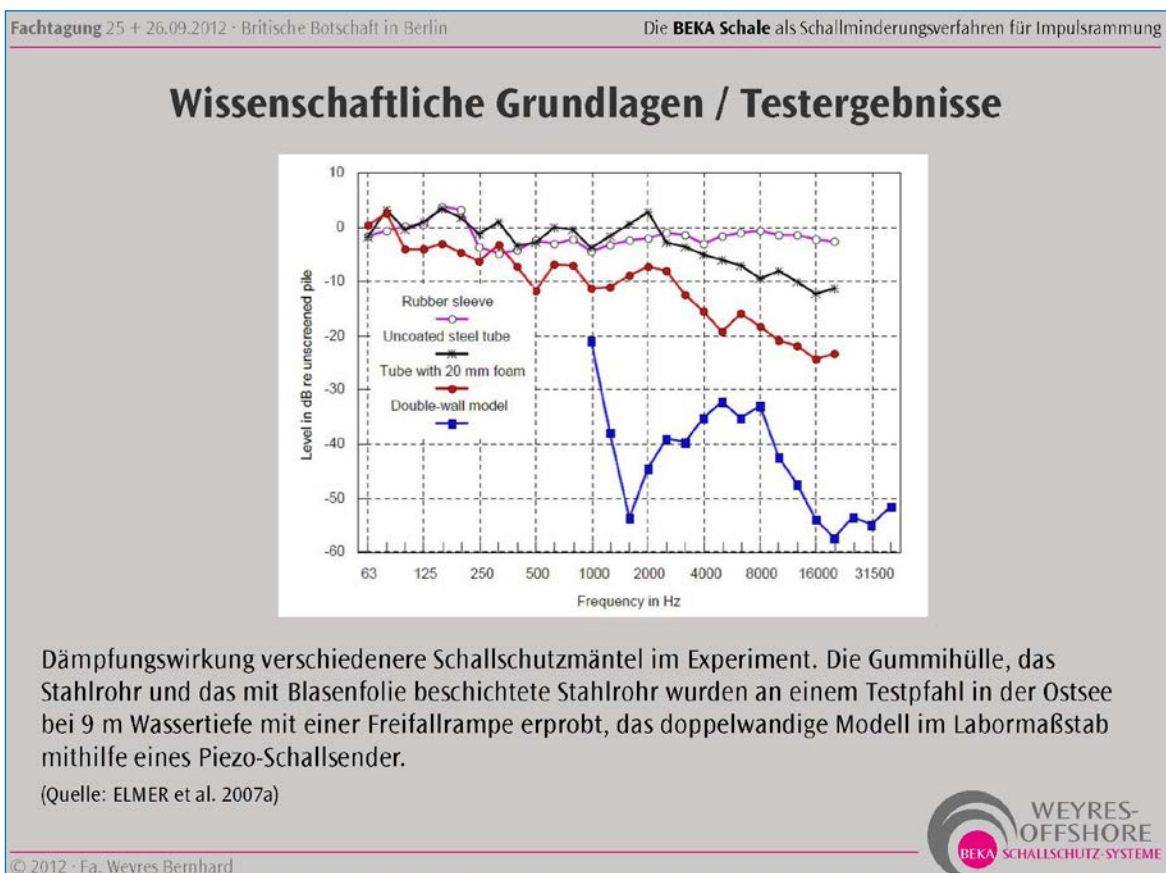


Bei starken horizontalen Strömungen, insbesondere bei größerer Wassertiefe, ist die „Ummantelung“ der Schallquelle nicht gewährleistet.

Um diese Verbesserungen zu realisieren und alle bekannten Schallminderungsverfahren in einer Konstruktion zusammenzuführen, haben wir die Beka Schale entwickelt.

Diese setzt sich aus folgenden Schallschuttlagen zusammen:

- einem inneren Blasenschleier (300mm Wassermantel inkl. Blasenschleier für die Absorption in breitem Frequenzbereich) zusammen
- einer Schwingungsdämpfung (dient zur Dämpfung von Blasenresonanzen)
- einem 200mm dicken Doppelstahlmantel (Reflektion) inkl. einer 50mm dicken Schalldämmfüllung (dient zur Absorption in signifikanten Frequenzbereich)
- einem äußeren Blasenschleier (150mm Wassermantel inkl. Blasenschleier für die Absorption im breiten Frequenzbereich)
- einem 200mm dicken Doppelstahlmantel (Reflektion) inkl. einer 50mm dicken Schalldämmung (dient zur Absorption in signifikanten Frequenzbereich)
- einem Stahlgerüst



**Abb. 13:** Wissenschaftliche Grundlagen/Testergebnisse verschiedener Schallschuttmäntel der BEKA-Schale (WEYRES 2012)

Die in den Boden abgesenkten Schallschutzschalen dämpfen zudem seismische Bodenschwingungen.

Die Konstruktion der BEKA-Schale fußt auf aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse und die Wirkung der Doppelwandlösung ist herausragend.

Die Vorteile der BEKA-Schale sind:

- Effektivster bisher bekannter Schallschutz
- Weitgehend strömungsresistent
- Als Baukastensystem geeignet für alle gängigen Wassertiefen und Piledurchmesser
- System-Halbschalen mit relativ geringen Transportabmessungen
- Lässt sich in den Arbeitsablauf ohne externe Logistik integrieren
- Rückstandslos wiederverwendbar

## Vorstellung Kofferdamm

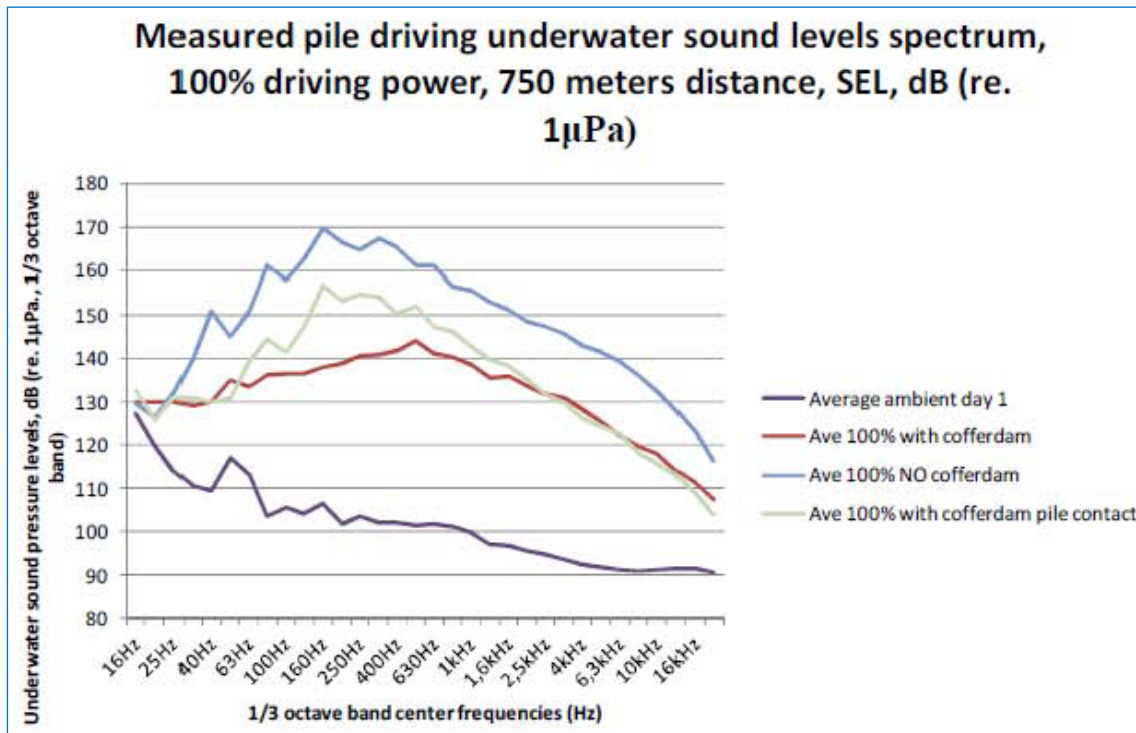
KURT E. THOMSEN, LO-NOISE APS



## Pile driving and reference blows



**Abb. 14:** pile driving with cofferdam (THOMSEN 2012)



**Abb. 15:** Measured pile driving underwater sound levels spectrum, 100% driving power, 750 meters distance, SEL, dB (re. 1 $\mu$ Pa), with and without cofferdam (THOMSEN 2012)

## Vorstellung Hydroschalldämpfer

DR. KARL-HEINZ ELMER, OFFNOISE-SOLUTIONS GMBH



Luft ist das ideale Medium zur Dämmung und Minderung von Hydroschall — nicht Stahl!

Das neuartige, patentierte Verfahren der Hydroschalldämpfer (HSD) benutzt daher lediglich luftgefüllte, kleine HSD-Ballons und robuste HSD-Foam Elemente zur wirksamen Minderung des Hydroschalls bei Offshore-Rammarbeiten. Die HSD-Elemente werden an einem engmaschigen Netz befestigt, das im Wasser flexibel um den Pfahl aufgespannt wird. Das HSD-Netz wird mit Winden herabgelassen und kann unabhängig vom Pfahl an Schwimmkörpern, an der Ramme oder am Gripper befestigt werden. HSD-Netze ermöglichen ebenfalls

auf einfache Weise, große Bereiche des Meeresbodens abzudecken, um auch den indirekten Schalleintrag über den Boden zu reduzieren.

**Offshore applications of HSD-nets:**

Using HSD-nets round a pile, jacket or far away as a curtain:

staggered grid / large fishing net / telescopic frames / fixed to ram/piling frames / ground covering

- water depth ..... up to more than 40 m
- type of sea floor ..... all types of sea floors
- wave height ..... up to 2 m Hs
- currents ..... up to 1 m/s
- total weight ..... less than 10 t

**Abb. 16:** Einsatz von Hydroschalldämpfern (HSD) beim Bau von Offshore-Windparks (ELMER 2012)

Stahl wird lediglich für die Ballastbox am Meeresboden zur Kompensation der Auftriebskräfte mit einem Gewicht von ca. 10-15 t eingesetzt. Damit ist von vornherein eine optimale, kostengünstige und hocheffiziente Schallminderung des Verfahrens gegeben, mit geringem Gewicht, flexibel in der Anwendung und nur geringem Aufwand für die Herstellung, den Transport, die Lagerung an Deck und für den schnellen praktischen Einsatz.

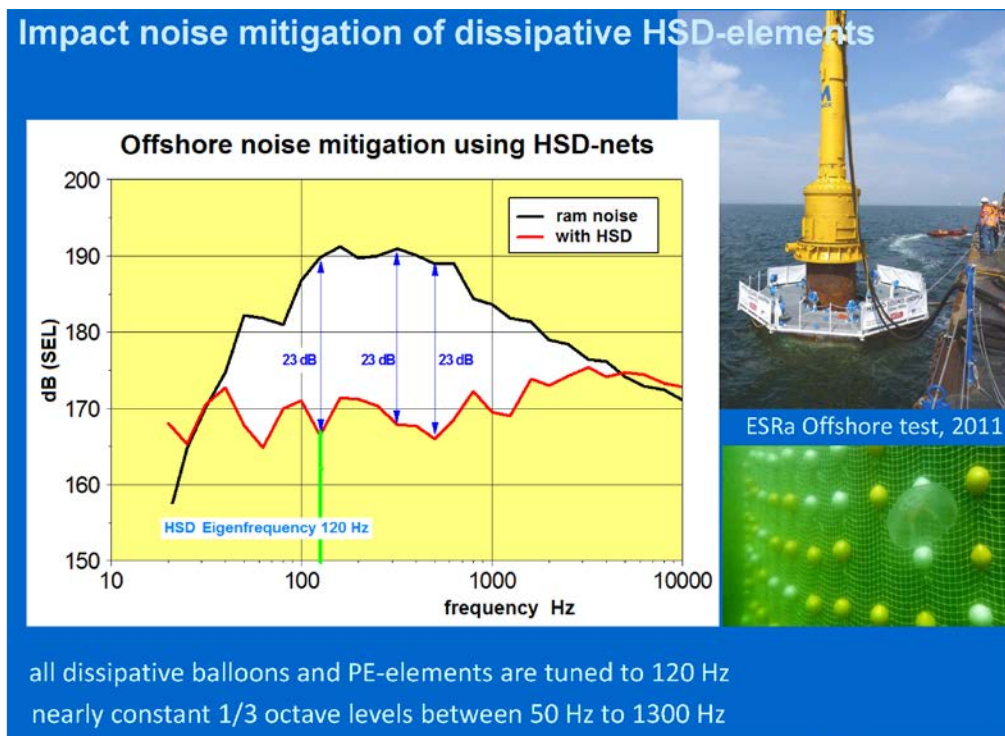
Im Prinzip stellen die Hydroschalldämpfer mit der hohen Resonanzwirkung und Streuung von luftgefüllten Ballons eine gezielte technische Weiterentwicklung und Anwendungsoptimierung natürlicher Luftblasen im Wasser dar, die aber keine Druckluftversorgung benötigen, von Meeresströmungen nicht beeinflusst werden und auf alle erforderlichen Frequenzbereiche gezielt abgestimmt werden können.

Eine weitere Neuentwicklung stellen die robusten PE-Foam Elemente dar, die ebenfalls frei durchströmbar am Netz angeordnet sind und mit ihrer hohen Materialdämpfung speziell die Unterwasser-Stoßwellen der Impuls-Rammverfahren in einem breiten Frequenzbereich absorbieren, wie frei im Wasser angeordnete Stoßdämpfer. In den wesentlichen Frequenzbändern von 50 bis 1250 Hz sind in Offshore-Tests bereits bis zu 23 dB (SEL) Schallpegelminderungen in 6 m Entfernung gemessen worden. Das bedeutet, dass 99,5% der Schallenergie im Wasser kann bereits jetzt direkt am Pfahl absorbiert werden.

Durch die Kombination mit weiteren HSD-Elementen und mehrschichtigen HSD-Netzen sind, einfach skalierbar, auch wesentlich höhere Schallminderungen realisierbar.

HSD-Systeme werden in 2013 einsetzbar sein.

Während der direkte Schalleintrag vom Pfahl in das umgebene Wasser bereits jetzt mit HSD-Elementen kostengünstig auch für schwere Rammen von 2000 kJ grundsätzlich beherrschbar ist, sind neue, einfache Lösungen zur Minderung des indirekten Schalleintrages über den Meeresboden in das Wasser erforderlich. Hier bieten sich ebenfalls HSD-Netze an, die den Meeresboden in der näheren Umgebung des Pfahles abdecken und die wesentliche indirekte Schallenergie abfangen können.



**Abb. 17:** Schallminderung durch Hydroschalldämpfer (HSD) (ELMER 2012)

Das BSH fordert die Einhaltung des Grenzwertes von 160 dB (SEL) in 750 m Entfernung von der Offshore-Baustelle.

Die in 750 m Entfernung gemessenen Hydroschallpegel enthalten sowohl die vom Wasserkörper übertragenen, eher höherfrequenten Schallanteile oberhalb von ca. 60-100 Hz, abhängig von der Wassertiefe, als auch die durch die vorhandene Dissipation im Boden eher niedrigfrequenten indirekten Schallanteile.

Die Zusammensetzung hängt u. a. sowohl von der Wassertiefe als auch von der lokalen Bodenart und Bodenschichtung ab. Grundsätzlich lässt sich daher die erreichbare direkte Minderung eines Schallminderungssystems am Pfahl als systemeigene Größe ermitteln bzw. abschätzen und mit gewisser Genauigkeit auf andere Einsatzorte übertragen.

Der lokale Einfluss des Bodens bzw. der Bodenschichtung kann dagegen sehr komplex sein und letztlich nur durch Messungen vor Ort ermittelt werden.

### Literaturverzeichnis

- ELMER, K.-H. (2010a) Pile driving noise reduction using new hydro sound dampers, BSHworkshop on pile driving, ESC2010, Stralsund, Germany, March 21, 2010. [[http://www.igb.tu-bs.de/veroeff/ELMER\\_Hydro\\_Sound\\_Dampers\\_ecs2010.pdf](http://www.igb.tu-bs.de/veroeff/ELMER_Hydro_Sound_Dampers_ecs2010.pdf)]
- ELMER, K.-H. (2010b) New hydro sound dampers to reduce underwater pile driving noise emissions, Internat. Conf. DEWEK2010, Bremen, 17-18 Nov. 2010.
- ELMER, K.-H.; BETKE, K; NEUMANN, T. (2007): Standard Procedures for the Determination and Assessment of Noise Impact on Sea Life by OWF, BMU final report 0329947, [[http://www.naturschutzstandards-erneuerbarer-energien.de/images/literatur/2007\\_Elmer\\_Schall%20Offshore-Wind.pdf](http://www.naturschutzstandards-erneuerbarer-energien.de/images/literatur/2007_Elmer_Schall%20Offshore-Wind.pdf)]
- ELMER, K.-H.; GATTERMANN, J.; FISCHER, J.; BRUNS, B.; KUHN, C.; STAHLMANN, J. (2011): Hydroschalldämpfer zur Reduktion von Unterwasserschall bei Offshore-Gründungen; Pfahlsymposium 2011, Braunschweig, 17.-18. Februar 2011; Mitteilungen des Instituts für Grundbau und Bodenmechanik, (J. Stahlmann), TU Braunschweig, Heft 94, 2011.
- ELMER, K.-H., GATTERMANN, J, KUHN, C., BRUNS, B. (2012): Mitigation of underwater piling noise using balloons and foam elements as hydro sound dampers; 11th European Conference on Underwater Acoustics, ECUA2012, 2nd-6th July 2012, Edinburgh, (UK).
- KUHN, C.; BRUNS, B.; FISCHER, J.; GATTERMANN, J.; ELMER, K.-H. (2012): Development of a new underwater piling noise mitigation system using hydro sound dampers (HSD); Proceed. Int. Conf. on Ocean, Offshore and Arctic Engineering OMAE2012, Rio de Janeiro.

## Vorstellung gebohrte Fundamente

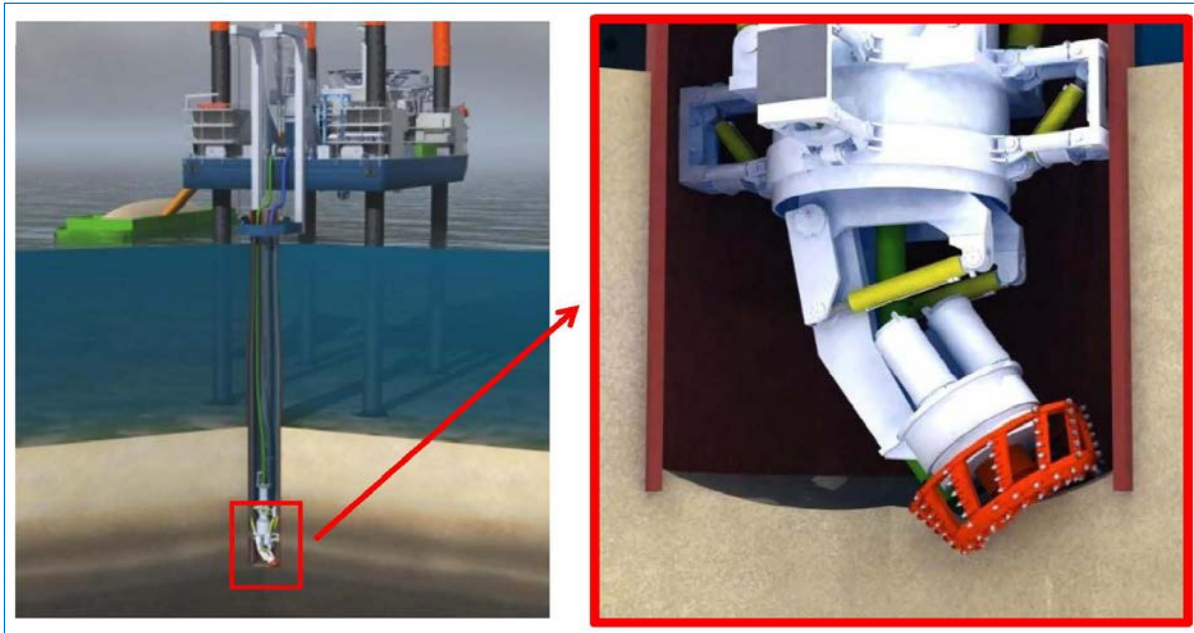
DR. CHRISTOF GIPPERICH, HOCHTIEF SOLUTIONS AG



### Offshore Foundation Drilling (OFD<sup>®</sup>) Innovatives Verfahren zur Gründung von Offshore-Windenergieanlagen mittels der Bohrtechnik

Die HOCHTIEF Solutions AG, als global agierendes Bauunternehmen im Tunnelbau und im Offshore-Bereich, und die HERRENKNECHT AG, als weltweit führender Hersteller von Tunnelvortriebsmaschinen, entwickelten gemeinsam ein innovatives Verfahren für die Gründung von Offshore-Windenergieanlagen auf Basis bestehender Verfahrenstechnik aus dem maschinellen Tunnelbau. Das Offshore Foundation

Drilling (OFD<sup>®</sup>) kombiniert dabei weiterentwickelte Techniken aus den Bereichen des Micro-tunnellings, der Vertikalen Schachtmaschinen und der Tunnelvortriebsmaschinen.



**Abb. 18:** Offshore Foundation Drilling (OFD<sup>®</sup>) (GIPPERICH 2012)

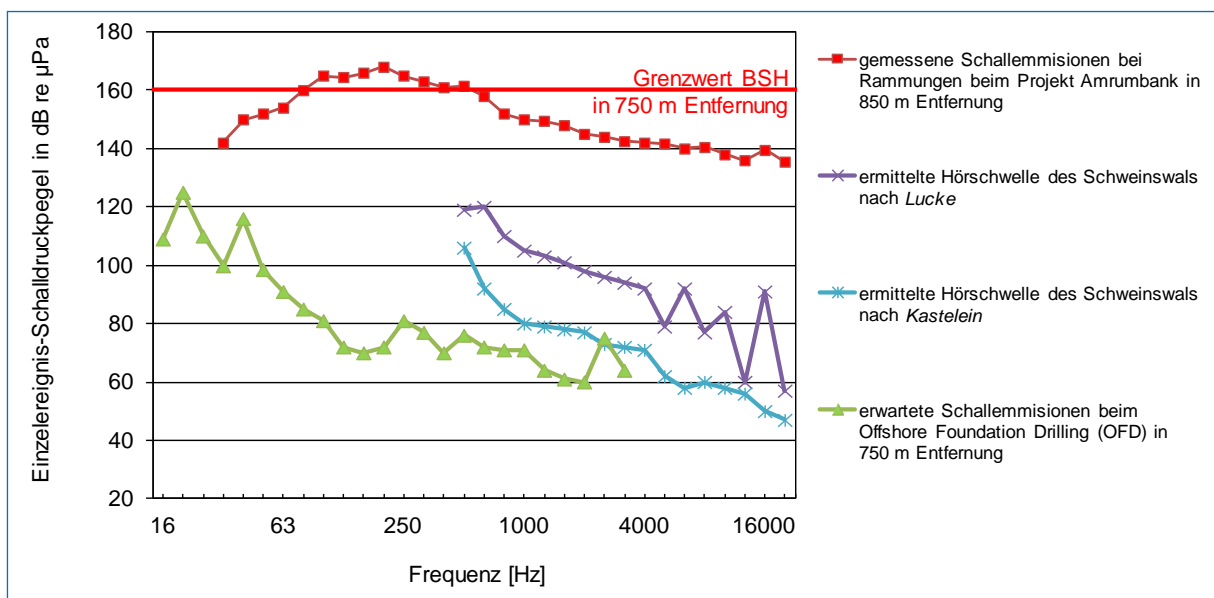
Als Fundamente einer Offshore-Windenergieanlage werden häufig Monopiles in den Seeboden eingebracht. Die Einbindung in den Boden kann bis zu 40 m und mehr betragen. Beim Offshore Foundation Drilling wird der Monopile an der Einbaustelle aufgerichtet und eine Bohreinheit im Pfahl verspannt. Aufgrund des Eigengewichtes von Bohreinheit und Monopile dringt dieser in den Boden ein. Während des kontrollierten Ablassens des Pfahls kann der Boden im Inneren mit der Bohreinheit abgebaut oder wahlweise ein Überschneit erzeugt werden. Die äußere Mantelreibung wird durch die Eigenschaften eines Ringspaltmörtels, der an



die projektspezifischen Anforderungen angepasst ist, während des Abteufens reduziert. Auf diese Weise ist ein vertikaler „Vortrieb“ zur Herstellung des Gründungskörpers möglich.

Im Gegensatz zum konventionellen, im Offshore-Bereich eingesetzten Rammverfahren ermöglicht das OFD<sup>®</sup>-Verfahren wesentlich größere Monopiledurchmesser als die derzeit üblichen 5 bis 6 m und schafft so die Grundlage, leistungsstärkere Windenergieanlagen effizient zu realisieren. Zudem ist dieses Verfahren in einem weiten geologischen Spektrum einsetzbar. Durch Nutzung des Rammverfahrens werden Hydroschallpegel erzeugt, die in 750 m Entfernung einen Spitzenwert von bis zu ca. 200 dB re1 $\mu$ Pa sowie einen Dauerschalldruckpegel von bis zu ca. 175 dB re1 $\mu$ Pa erreichen und somit deutlich oberhalb des gesetzlichen Grenzwerts mit einem Schallleistungspegel (SEL) von 160 dB re1 $\mu$ Pa in 750 m Entfernung liegen (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, KOSCHINSKI, S., LÜDEMANN, K. 2011; BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE). Dieser Grenzwert ist seitens des Bundesamts für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) eingeführt worden, um u. a. temporäre Hörschwellenverschiebungen von in der Nord- und Ostsee heimischen Schweinswalen zu vermeiden.

Derzeit werden verschiedene lärmindernde Maßnahmen offshore getestet, die den Dauerschallpegel beim Rammverfahren reduzieren sollen. Allerdings werden die Grenzwerte von vielen Maßnahmen nicht erreicht, wie Untersuchungen im Rahmen des vom BMU geförderten Projekts „Evaluation von Systemen zur Rammschallminderung an einem Offshore-Testpfahl“ (ESRa) zeigen (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSI-CHERHEIT 2012).



**Abb. 19:** Gemessene, frequenzabhängige Schalldruckpegel beim Rammen und erwartete Schallemissionen beim OFD<sup>®</sup>-LD-Verfahren (GIPPERICH 2012)

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie zur Anpassung der Vertical Shaft Machine (VSM) an die Offshore-Anforderungen wurden zusammen mit dem Institut für technische und angewandte Physik (ITAP) aus Oldenburg verschiedene Messungen an einer an Land arbeitenden VSM durchgeführt (HERRENKNECHT AG 2009). Dafür wurde der Schallpegel in der gefluteten Baugrube während des Abbauvorgangs gemessen und die zu erwartenden Hydroschallimmissi-

onen in 750 m Entfernung prognostiziert (INSTITUT FÜR TECHNISCHE UND ANGEWANDTE PHYSIK GMBH 2009). Die Prognose ergibt, dass beim Betrieb einer OFD<sup>®</sup>-Maschine ein Dauerschalldruckpegel von 117 dB re1 $\mu$ Pa in 750 m Entfernung zu erwarten ist. Die Spitzenschalldrücke liegen maximal 3 dB bis 4 dB darüber. Im Gegensatz zum Rammverfahren wird bei der OFD<sup>®</sup>-Maschine der gegenwärtig einzuhaltende Richtwert vom BSH um mehr als ca. 40 dB re1 $\mu$ Pa unterschritten (vgl. Abb. 1).

Das OFD<sup>®</sup>-Verfahren stellt damit eine ökologisch sinnvolle Alternative dar und bietet auch ein erhebliches Kosteneinsparpotential durch entfallende Schallschutzmaßnahmen. Das auf Techniken des maschinellen Tunnelbaus basierenden und vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit geförderte Offshore Foundation Drilling bietet wesentliche ökologische und ökonomische Vorteile bei der Realisierung von Gründungsstrukturen von Offshore-Windenergieanlagen.

OFD<sup>®</sup> ermöglicht

- die Gründung für leistungsstarke OWEAs mit den besonders wirtschaftlichen Monopiles,
- die Gründungsherstellung nahezu unabhängig von der Geologie und
- ein vergleichsweise leises Bauverfahren, welches sicher und dauerhaft die gesetzlichen Grenzwerte erreicht.

## Literaturverzeichnis

BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, KOSCHINSKI, S., LÜDEMANN, K. (2011): Stand der Entwicklung schallminimierender Maßnahmen beim Bau von Offshore-Windenergieanlagen.

BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE: Leitsätze für die Anwendung der Eingriffsregelungen innerhalb der ausschließlichen Wirtschaftszone und auf dem Festlandsockel im Rahmen von § 58 Abs. 1 Satz 2 BNatSchG

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (2012): Innovation durch Forschung, Jahresbericht 2011 zur Forschungsförderung im Bereich der erneuerbaren Energien.

HERRENKNECHT AG (2009): Machbarkeitsstudie zum Einsatz der Vertical Shaft Machine (VSM) zur Gründung von Offshore-WEA (unveröffentlicht).

INSTITUT FÜR TECHNISCHE UND ANGEWANDTE PHYSIK GMBH (2009): Messbericht und Prognose über die zu erwartenden Wasserschallimmissionen einer Vertikal-Schachtabsenkanlage vom Typ V-006 der Herrenknecht AG (unveröffentlicht).

## Vorstellung Schwerkraftfundamente

DR. HOLGER WAHRMUND, STRABAG OFFSHORE WIND



Zu den Möglichkeiten der Gründung von Offshore Windenergieanlagen zählen neben den bekannten Stahlkonstruktionen wie Monopile, Jacket, oder Tripod auch Schwerkraftfundamente. Bereits aus der Bezeichnung geht hervor, dass sich die Tragfähigkeit von Schwerkraftfundamenten aus dem Eigengewicht ableitet. Dabei kann auf eingerammte Gründungspfähle, wie sie für die anderen genannten Gründungsarten typisch sind, verzichtet werden.

Schwerkraftfundamente wurden bereits verschiedentlich für Offshore-Windprojekte eingesetzt. Beispiele sind der Windpark Middelgrunden in Dänemark mit Wassertiefen bis 8 m oder Thornton

Bank in Belgien mit Wassertiefen bis 23,5 m. Neue Designansätze erlauben heute den Einsatz von Schwerkraftfundamenten in Wassertiefen bis über 40 m.

### OFFSHORE WIND SCHWERKRAFTFUNDAMENTE

AUSFÜHRUNGSBEISPIELE: AUSGEFÜHRTE PROJEKTE



Middelgrunden, Dänemark



Thornton Bank, Belgien



Messmast Arkona

STRABAG

FUNKTIONSWEISE

AUSFÜHRUNGS-  
BEISPIELE

INSTALLATIONS-  
PROZESS

SCHALL-  
EMISSION

ZUSAMMENFASSUNG  
AUSBLICK



© Strabag Offshore Wind

**Abb. 20:** Offshore Wind Schwerkraftfundamente (WAHRMUND 2012)

Offshore-Gründungen für Windkraftanlagen müssen sehr großen Spitzenlasten aus Wellen und Wind verbunden mit einer immensen Anzahl von Lastwechseln während ihrer Lebensdauer standhalten. Als Baustoff von Schwerkraftfundamenten kommt in der Regel relativ kostengünstiger, bewehrter und vorgespannter Beton zum Einsatz. Der Baustoff Beton zeigt


dabei besondere Vorteile hinsichtlich seiner Ermüdungsbeständigkeit und der Gefährdung durch Korrosion im aggressiven Seewassermilieu.

Das Eigengewicht ist bei Schwerkraftfundamenten so bemessen, dass das maximale Kippmoment, welches durch Wellen-, Wind- und Strömungslasten hervorgerufen wird, ausgeglichen werden kann. Gleichzeitig dient das Gewicht dazu, ausreichend große Reibungswiderstände in der Aufstandsfläche zu erzeugen, um den Abtrag der horizontalen Lasten auf den Boden zu gewährleisten. Die Fundamentherstellung erfolgt küstennah an Land oder in einem Hafen.

## OFFSHORE WIND SCHWERKRAFTFUNDAMENTE

### BEISPIEL STRABAG: STRABAG SCHWERKRAFTFUNDAMENT

- Konzeption für industrielle Serienfertigung
- Minimale Umweltauswirkungen
  - keine Rammschallemission
  - komplett rückbau- und recyclebar
  - Anstriche entfallen weitestgehend
- komplette Vormontage an Land einschließlich WEA
- Wassertiefen bis 55 m
- Bis ca. 10 MW
- Life Cycle Design:
  - keine Korrosion
  - Wartungsarm
  - verlängerte Lebensdauer über 25 Jahre möglich
- Kollisionsfreundlich



STRABAG


FUNKTIONSWEISE

BEISPIEL STRABAG

INSTALLATIONS-PROZESS

SCHALL-EMISSION

ZUSAMMENFASSUNG AUSBLICK



© Strabag Offshore Wind

**Abb. 21:** Vorteile von STRABAG Schwerkraftfundamenten (WAHRMUND 2012)

Die Einbaustelle erreicht das Fundament per Schiff oder selbst schwimmend und wird dort auf den Meeresboden abgeseht. Vor dem Absetzen muss der Meeresboden an der Einbaustelle so vorbereitet sein, dass eine ausreichende Tragfähigkeit und Ebenheit gegeben ist. Zur weiteren Erhöhung des Gesamtgewichtes werden Hohlräume im Fundament nachträglich mit einem günstigen Füllmaterial ballastiert. Die geringen Einbindetiefen bedingen, dass auf einen Kolkschutz gegen Unterspülung der Aufstandsfläche nicht verzichtet werden kann.

Da das Einrammen von Pfählen nicht erforderlich ist, beschränken sich die Schallemissionen auf die von den beteiligten Arbeitsschiffen verursachten Motoren-, Generatoren-, Schiffsschrauben- und Werkzeuggeräusche. Eine für das STRABAG-Konzept durchgeführte Studie zur Schallemission während des Installationsprozesses kam zu dem Ergebnis, dass bei Berücksichtigung aller jeweils gleichzeitig durchgeführten Tätigkeiten die Vorgabe des BSH zum maximal zulässigen Schallpegel von 160 dB in 750m Entfernung in keinem Fall erreicht oder überschritten wird. Als die wesentliche Schallquelle wurden dabei die Schiffsantriebe identifiziert, die während der dynamischen Positionierung des Installationsschiffes an

der Einbaustelle zum Einsatz kommen. Der entstehende Lärmpegel, der auch den durch andere Aggregate und weitere benötigte schwimmende Einheiten erzeugten Schall beinhaltet, liegt dabei in der Spitze mit konservativ abgeschätzten 155 dB in 750 m Entfernung im Bereich dessen, was auch durch die Antriebe von großen Überwasserschiffen verursacht wird. Für einen Hopperbagger, der als weiteres Offshore-Großgerät für den Baugrubenaushub eingesetzt werden kann, ergaben eigene Messungen während des Arbeitsvorgangs einen Maximalwert von weniger als 150 dB in 750 m Entfernung. Impulsartige starke Schallemissionen wie bei der Pfahlrammung treten bei den Offshore-Arbeiten für Schwerkrafftamente nicht auf.

Das von STRABAG favorisierte Konzept der Installation der Fundamente mit einer bereits an Land vormontierten Windturbine vermindert die offshore durchzuführenden Arbeiten wesentlich und trägt damit zu einer weiteren Reduzierung der Schallemissionen bei. In der deutschen AWZ wurden bisher keine Schwerkrafftamente für Windenergieanlagen zum Einsatz gebracht. Für das STRABAG-Fundament liegt jedoch seit Februar 2012 eine Genehmigung des BSH für den Standort Albatros 1 vor. Dabei wurden im Zuge der Umweltverträglichkeitsprüfung auch andere durch den Bau von Schwerkrafftamenten nach dem STRABAG-Konzept hervorgerufene Umweltbeeinflussungen wie Flächenverbrauch, Trübungsfahnen und Sedimentumlagerungen bewertet. Im Ergebnis konnte die Umweltverträglichkeit des Konzeptes bestätigt werden. Die Umsetzung verzögert sich allerdings aufgrund der derzeit fehlenden Terminzusage für den Netzanschluss.

## Vorstellung Bucketfundamente

EKKEHARD OVERDICK, OVERDICK GMBH & Co.KG



Der Tagungsbeitrag „Becherfundamente (sog. Suction Buckets) als Gründungsoption für OWEAs und assoziierte Plattformen“ stellt in seiner Einführung die Wirkungsweise des Systems „Suctionsbucket“ unter statischen und bodenmechanischen Gesichtspunkten dar.

Das Verfahren zum Einbringen von Suctionbuckets in den wasserüberdeckten Meeresboden wird erläutert, erforderliche Geräte im Offshore-Einsatz vorgestellt und einzuhaltende Verfahrensrandbedingungen beschrieben.

Im anschließenden Teil des Vortrags werden bisherige Erfahrungen in der Anwendung dieses Gründungssystems wiedergegeben und Sonderfälle ihrer Anwendung erläutert.



**Abb. 22:** Becherfundamente (sog. Suction Buckets) „as built“ im Öl- & Gasbereich (OVERDICK 2012)

Entwicklungsarbeiten im universitären Verbund, die den Nachweis dieser Gründungsart für den Einsatz auch an OWEA führen sollen, sind dargestellt; bisher liegen beim Autor selbst nur Erkenntnisse aus der Anwendung von Suction Buckets im Zusammenhang mit kompakten Jacketstrukturen, sowohl im Öl- und Gasbereich ( z. B. Produktions- und Kompressorstationen) und im Offshore-Windbereich für Transformer-Plattformen ( z. B. Global Tech 1 ) vor.

Kostenvorteile bei Verwenden dieses Gründungstyps gegenüber konventionellen Gründungsarten sind dargestellt, der aber vielleicht bedeutendere Vorteil unter Betrachten des Umweltschutzes, nämlich eine Reduzierung des Schallaustrags während der Installation, ist erläutert.

Vorteile gegenüber Rammgründungen:

- Schallaustrag bei Offshore-Installation < 100 dB
- Komprimierte Installation auf See mit wenigen Geräten
- Kostenvorteil in der Fertigung
- Kostenvorteil im Decommissioning durch Möglichkeit des Reverse-Installationsverfahren
- Durch geschickte konstruktive Ausbildung des Suction Can Kopfes: Beherrschbarkeit eines möglichen Kolkproblems

Vorteile gegenüber Schwerkraftgründungen:

- Komprimierte Installation auf See mit wenigen Geräten
- Kostenvorteil in der Fertigung
- Kostenvorteil im Decommissioning durch Möglichkeit des Reverse-Installationsverfahren
- Kostenvorteil durch geringen Aufwand für Kolksicherungsmassnahmen

**Abb. 23:** Vorteile von Becherfundamenten (sog. Suction Buckets) (OVERDICK 2012)

Im Schlussteil wird versucht, Grenzen der Einsetzbarkeit von Suctionbuckets aufzuzeigen.

Also, zusammenfassend soll dieser Fachbeitrag auf folgende Fragen Antworten geben, soweit das aus heutiger Sicht möglich ist:

1. Was sind Becherfundamente (sog. Suction Cans) und wie stellt sich ihre Wirkungsweise dar ?
2. Welche Referenzen und Erfahrungen gibt es bisher?
3. Wohin geht die Entwicklung und welche F+E – Programme sind bisher aufgelegt?
4. Welche Vorteile gegenüber konventionellen Gründungen können identifiziert werden?
5. Wo liegen die Grenzen der Anwendbarkeit dieses Gründungstyps?

**Tagungsteil: Politische, rechtliche und technische Aspekte**

Moderation: ULRICH STÖCKER, DEUTSCHE UMWELTHILFE E.V.


Aus juristischer Sicht wurden die rechtlichen Grundlagen des Genehmigungs- und Bauprozesses von Offshore-Windparks sowie deren naturschutzfachliche Anforderungen präsentiert. Die Genehmigungsbehörde, das Bundesamt für Schifffahrt und Hydrographie (BSH) beschrieb die Praxis der Bauaktivitäten auf See, aktuelle Entwicklungen und noch bestehende Hindernisse. Ein Offshore-Windenergie-Betreiber erläuterte die Errichtung eines Offshore-Windparks mit erfolgreichem Schallschutzkonzept. Das Bundesamt für Naturschutz (BfN) zeigte noch offene naturschutzfachliche Fragen und Probleme bei der Errichtung von Offshore-Windparks auf.



## Die Ausbauziele der Bundesregierung bei der Offshore-Windkraftnutzung

DR. TORSTEN BISCHOFF, BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT




 Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit

### Wo steht Offshore heute?

In Betrieb befindlich: 0,2 GW (3 OWP)  
 Derzeit Bau: 1,6 GW (6 OWP)  
 Genehmigt: 8-10 GW (29 OWP)  
 Im Genehmigungsverfahren: 94 Projekte

→ 2020 Ziel von 10 GW kaum noch erreichbar  
 2030 Ziel von 25 GW weiterhin erreichbar

Abb. 24: Aktueller Stand des Ausbaus der Offshore-Windenergie (BISCHOFF 2012)

 Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit

### Vergleich Onshore - Offshore

Um eine Offshore-Anlage zu ersetzen  
braucht es ca.

**3 Onshore-Anlagen**  
 plus  
**Speicher oder konventionelle Backups**  
 plus  
**Verteilnetzausbau**

Abb. 25: Vergleich Onshore- und Offshore-Windenergie (BISCHOFF 2012)

## Der Bau von Offshore-Windenergieanlagen – Anforderungen des deutschen und europäischen Umweltrechts

PROF. DR. ALEXANDER PROELß, UNIVERSITÄT TRIER



Der im Rahmen der Energiewende geplante Ausbau von Offshore-Windenergieanlagen (OWEA) verkörpert in doppelter Hinsicht eine Herausforderung für den Umweltschutz. Zum einen kann es in der Bauphase zu erheblichen Beeinträchtigungen der marinen Flora und Fauna durch Sedimentaufwirbelungen und vor allem durch starke Lärmemissionen kommen. Zum anderen besteht nach Inbetriebnahme die Gefahr einer Beeinträchtigung des Vogelflugs; auch in dieser Phase sind darüber hinaus Störungen der Meereslebewesen durch Unterwasserbetriebslärm nicht vollständig ausgeschlossen. Vor allem aus der Vielzahl der geplanten

OWEA resultiert insgesamt ein nicht unerhebliches Gefährdungspotenzial.

Vor diesem faktischen Hintergrund stellt sich die Frage, welche Anforderungen das deutsche und das europäische Umweltrecht an den Bau von OWEA stellen. Das Unionsrecht statuiert für den Bau und den Betrieb von OWEA zwar keine spezifischen Vorgaben. Jedoch kommt dem europäischen Habitat- und Artenschutzrecht maßgebliche Bedeutung hinsichtlich der Zulässigkeit von Offshore-Bauvorhaben zu. Für an Schutzgebiete in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) angrenzende OWEA-Bauvorhaben ist insbesondere an die Pflicht zur Durchführung einer FFH-Verträglichkeitsprüfung (FFH-VP) gemäß Art. 6 Abs. 3 FFH-Richtlinie zu denken. Mit Blick auf den Schweinswal, einer besonders geschützten Art i.S.v. Art. 12 FFH-Richtlinie, ist ferner den Anforderungen des europäischen Artenschutzrechts Rechnung zu tragen.

Die Errichtung und der Betrieb von OWEA in der AWZ bedürfen nach der reformierten SeeAnIV der Planfeststellung. § 5 Abs. 6 Nr. 2 SeeAnIV sieht vor, dass der Plan nur festgestellt werden darf, wenn die Meeresumwelt nicht gefährdet wird. Als Regelbeispiele sind die Verschmutzung und die Beeinträchtigung des Vogelflugs genannt. Die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung des § 15 BNatSchG findet vor dem Hintergrund von § 56 Abs. 3 BNatSchG auf die Errichtung und den Betrieb von Windkraftanlagen in der AWZ zwar bis auf weiteres keine Anwendung; dessen ungeachtet hat das BSH vor allem mit Blick auf die Netzanbindung (in Abstimmung mit dem BfN formulierte) „Leitsätze für die Anwendung der Eingriffsregelung in der AWZ“ veröffentlicht. Bei mehr als 20 Einzelanlagen ist gemäß § 3b Abs. 1 i.V.m. Nr. 1.6.1 Anlage 1 UVPg zwingend eine UVP durchzuführen (vgl. auch § 9 SeeAnIV). Derzeit werden Windparks mit maximal 80 Einzelanlagen genehmigt, da die Auswirkungen auf die Meeresumwelt noch weitgehend unbekannt sind.

Die zu wählenden Anforderungen des Arten- und Biotopschutzes ergeben sich aus §§ 30, 44, 56 BNatSchG. Im Hinblick auf den Schutz der Schweinswale vor Lärmemissionen stellt sich vor allem die Frage, welche Anforderungen sich aus dem Störungsverbot des § 44 BNatSchG ergeben. Insbesondere bedarf der Klärung, ob der derzeit geltende Grenzwert (160 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$  [Schallenergie] in 750 m Entfernung) dem Störungsverbot gerecht wird,

da dieser eine Scheuchwirkung offenbar nicht ausschließt. Die strengen artenschutzbezogenen Vorgaben könnten daher dafür sprechen, zumindest saisonal bzw. in bestimmten Gebieten die Lärmgrenzwerte niedriger anzusetzen. Daneben könnte das Störungsverbot dafür sprechen, dass der Bau von OWEA nicht in für die Fortpflanzung und Aufzucht wichtigen Gebieten bzw. zu relevanten Jahreszeiten erfolgen darf. In jedem Fall sind die Auswirkungen beim Bau der Anlagen genau zu beobachten, um ggf. die Anforderungen für zukünftige Vorhaben anzupassen.

- **These 5:** Im Rahmen ihrer Schutzansätze gibt die FFH-Richtlinie nicht in den Einzelheiten vor, auf welche Weise die Mitgliedstaaten die mit der Richtlinie verfolgten Ziele (z.B. das Verschlechterungsverbot des Art. 6 Abs. 2) erreichen müssen.
  - die Festlegung von Schallgrenzwerten ist unionsrechtlich derzeit nicht zwingend vorgegeben; aber: etwas anderes hat dann zu gelten, wenn sich herausstellte, dass nur auf diese (oder noch strengere) Weise Verletzungen des FFH-Regimes vermieden werden können
    - künftig wird zwecks Konkretisierung von Deskriptor 11 („Einleitung von Energie“) des Anhangs der MSRRL nach den Kriterien der EU-Kommission ein Schwellenwert für signifikante Störungen von Schweinswalen festgelegt werden müssen
  - beachte aber: nach Art. 193 AEUV können die Mitgliedstaaten „verstärkte Schutzmaßnahmen“ beibehalten oder ergreifen, wenn diese im Übrigen mit dem AEUV vereinbar sind

**Abb. 26:** Juristische These zu Schallgrenzwerten (PROELß 2012)

- **These 7:** Die Orientierung am Stand der Technik, wie sie in Deutschland üblich ist, ist unionsrechtlich nicht vorgegeben.
  - das Prinzip der Genehmigung von Anlagen nach dem Stand der Technik ist in Deutschland seit Jahrzehnten als Instrument der Vorsorgepolitik gegen schädliche Umweltbelastungen anerkannt („Operationalisierung“ des Vorsorgeprinzips)
  - Legaldefinitionen finden sich u.a. in § 3 Abs. 6 BImSchG und § 3 Nr. 11 WHG
  - der Stand der Technik wird vielfach in den sog. technischen Anleitungen (TA Lärm, TA Luft) konkretisiert
  - beachte aber: auf Ebene des Unionsrechts stellt die bis zum 6.1.2013 in nationales Recht umzusetzende Industrieemissionsrichtlinie 2010/75/EU ebenso wie auf völkerrechtlicher Ebene das OSPAR-Übereinkommen (Anhang 3) auf die „best available techniques“ (BATs) und „best environmental practices“ (BEPs) ab
    - dies konnte u.U. auf einen strengeren Standard hindeuten; auch wenn beide Konzeptionen wiederum auf Konkretisierung angewiesen sind
    - die einschlägige OSPAR Guidance on Environmental Considerations for Offshore Wind Farm Development ist allerdings vergleichsweise weich formuliert

**Abb. 27:** Juristische These zum Stand der Technik (PROELß 2012)

## Der Genehmigungsprozess von Offshore-Windenergieanlagen – Naturschutzrelevante Anforderungen und Änderungen durch die neue Seeanlagenverordnung

CHRISTIAN DAHLKE, BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE



Der Beitrag stellt die aktuelle Genehmigungs- und Realisierungssituation bezüglich der Offshore- Windparks in der AWZ vor.

Ferner wird die aktuelle Genehmigungspraxis des BSH zum Thema Unterwasserschall erläutert, die in der Standardnebenbestimmung Nr. 14 die Genehmigungsstrategie der Genehmigungsbehörde von der Hintergrundmessung bis zur Kontrolle der der Maßnahmen auf der Baustelle abbildet. Nach den getroffenen Prognosen wird damit sichergestellt, dass die marinen Säuger weder auf Individual- noch auf Populationsebene erhebliche Beeinträchtigungen erleiden werden.

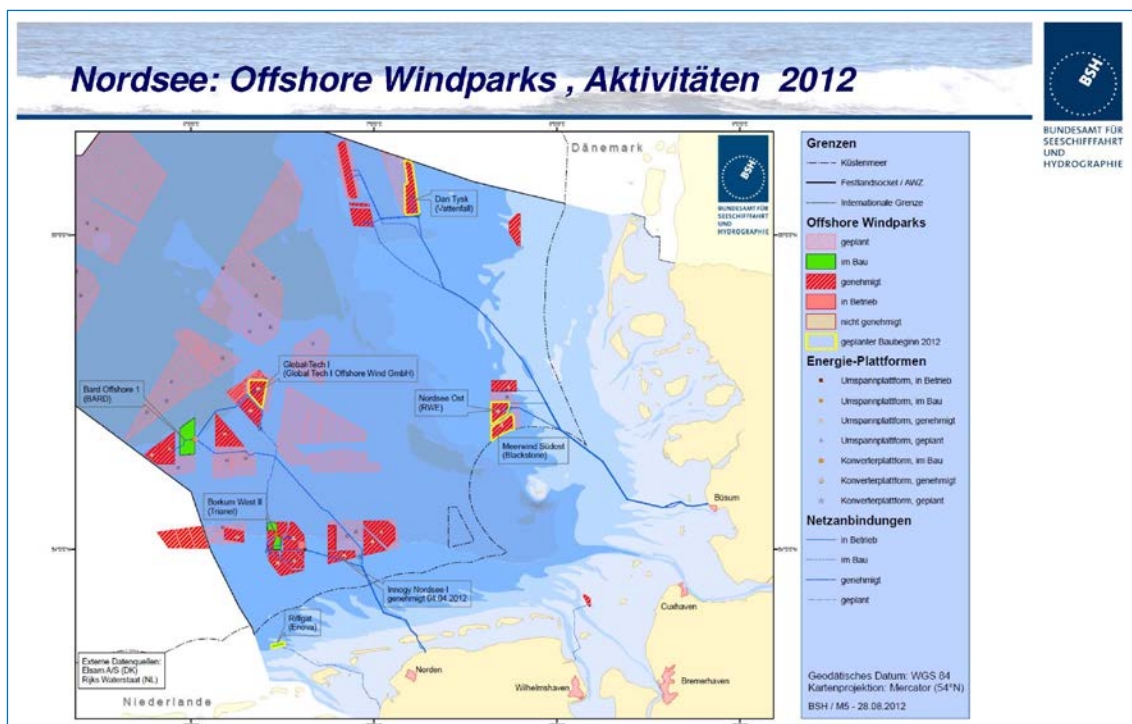




Abb. 28: Nordsee: Offshore Windparks, Aktivitäten 2012 (DAHLKE 2012)



## Genehmigungsaufgabe




BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE

**Schadensverhütende und schadensmindernde Schallschutzmaßnahmen in den Genehmigungsaufgaben des BSH**


**Nebenbestimmung 14:**

- **Umfassendes Schallschutzkonzept**
- **Lärmwerte von 160 dB re 1µPa (SEL) / 190 dB Spitzenpegel in 750 m Entfernung von der Rammstelle sind einzuhalten**
- **Bei der Gründungsvariante Monopile ist die Dauer des Rammens einschließlich der Vergrämung und der „soft-start“ Prozedur auf 180 Min. einzuschränken**
- **Online-Monitoring in der Nähe von Schutzgebieten**
- **Überwachung der Effizienzkontrolle von schallschützenden und schallmindernden Maßnahmen**
- **Messungen des Unterwasserschalls**
- **Überwachung der Auswirkungen auf Meeressäuger**

**Abb. 29:** Genehmigungsaufgaben des BSH, Nebenbestimmung 14 (DAHLKE 2012)



## Vollzugspraxis des BSH für NB 14



BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE

- Die Ergebnisse der Effizienzkontrolle der Maßnahmen werden dem BSH unverzüglich übermittelt
- Das Bau- und Betriebsmonitoring nach StUK ist so anzupassen, dass etwaige Auswirkungen unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Bau- und Betriebsphasen von benachbarten Vorhaben auf Schweinswale und andere marine Säugetiere großräumig erfasst werden
- Vorgabe eines vorhabensübergreifenden Konzeptes der visuellen Erfassung mittels schiffs- und flugzeuggestützter Erfassung
- Vorgabe eines gemeinsamen Konzeptes der akustischen Erfassung mit Hilfe von PODs

· Nebenbestimmung 15: Die Bau- und Zeitpläne möglicherweise im selben Auswirkungsbereich befindlicher Vorhaben sind zwecks Koordinierung vorzulegen. Eine zeitliche Staffelung durch die Genehmigungsbehörde ist im Bescheid vorbehalten und wird erforderlichenfalls kurzfristig angeordnet; Kumulationslage

**Abb. 30:** Vollzugspraxis des BSH für Nebenbestimmung 14; Nebenbestimmung 15 (DAHLKE 2012)

## Ist der Große Blasenschleier nun Stand der Technik? – Aktuelle Forschungsergebnisse und Erfahrungen aus der Praxis

JÜRGEN HEPPER, TRIANEL WINDKRAFTWERK BORKUM GMBH & CO KG



Im September 2011 begannen die Bauarbeiten im OFW Borkum West II, dem ersten kommunalen projektfinanzierten Offshore Windpark in der deutschen AWZ, mit der ersten Bauphase, bestehend aus 40 Windkraftanlagen Areva Wind M5000 auf Tripodstrukturen sowie 120 Gründungspfählen. Um die Nebenbestimmung 14 der BSH Genehmigung zu erfüllen, gab es zum damaligen Zeitpunkt zwar viele Überlegungen, aber keine marktreife Schallschutztechnologie, die sich reibungslos in den Bauablauf einbinden ließ und welche die Einhaltung der Schallgrenzwerte gewährleistete. Die Projektgesellschaft Trianel Windkraftwerk Borkum GmbH & Co.

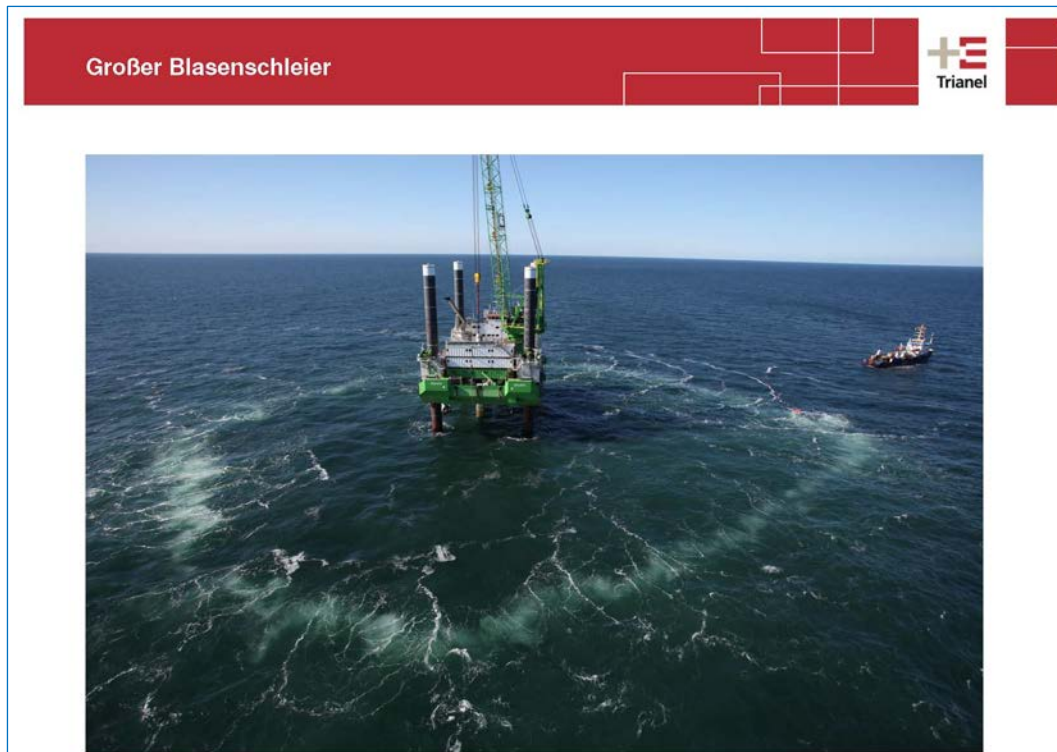
KG entwickelte zusammen mit dem mittelständischen Partner Hydrotechnik Lübeck das Prinzip des „Großen Blasenschleiers“ weiter und konnte als erster Offshore Windpark den vom BSH geforderten Grenzwert von 160dB (SEL) in 750m Entfernung einhalten. Der Vortrag vermittelt einen Überblick über das vom BMU geförderte Forschungsprojekt "Entwicklung und Erprobung des Großen Blasenschleiers zur Minderung der Hydroschallemissionen bei Offshore-Rammarbeiten" die gewonnenen Erfahrungen und Ergebnisse der Schallminderung sowie die Auswirkungen auf das Verhalten der Schweinswale im Bereich des Baugebietes. Und zuletzt die Antwort auf die Frage: Ist der Große Blasenschleier nun Stand der Technik?

Der Trianel Windpark Borkum liegt 45km nördlich von Borkum und besteht aus 80 Windkraftanlagen mit jeweils 5MW, die auf Pfahlgründungen mit jeweils 3 Pfählen pro Tragstruktur errichtet werden. In der im Bau befindlichen ersten Phase wurden von September 2011 bis März 2012 120 Rammfähle bis zu 35m tief in den Baugrund gerammt. Die eigentliche Rammzeit pro Pfahl betrug ca. 1h. Die drei Pfähle eines Fundamentes wurden innerhalb eines Zeitraums von ca. 8h auf Endtiefe gebracht.

Die Finanzierung des Trianel Windpark Borkum ist, stellvertretend für andere Offshore Windparks, aus einer komplexen Struktur aufgebaut. Sowohl auf der Eigenkapital-, als auch auf der Fremdkapitalseite sind zahlreiche Parteien eingebunden, um das erforderliche Finanzierungsvolumen aufzubringen. Der Zusammenhang zum Schallschutz besteht darin, dass insbesondere Banken in diesen Zeiten als sehr risikoavers gelten und vor Abschluss der Finanzierungsverträge alle Risiken, die das Projekt beeinflussen können bekannt sein und bewertet werden müssen.

Schallschutzaufgaben, für die keine zuverlässige Technologie vorhanden ist, die eine garantierte Erfüllung der Auflagen ermöglicht und eventuell daraus ein unverhältnismäßiges Risiko von Kostensteigerungen durch einen möglichen Baustopps resultiert, sind für eine Finanzierung denkbar ungünstige Voraussetzungen. Kurz gesagt, unzuverlässige oder nicht vorhandene Schallschutztechnologie verhindert die sichere Einhaltung von Schallschutzaufgaben und kein ausreichender Schallschutz führt zu der Forderung von Bauzeitenfenstern oder

beinhaltet das Risiko eines Baustopps. Unter diesen Umständen wird eine Finanzierung von Offshore Windparks in der deutschen AWZ sehr schwierig.



**Abb. 31:** Einsatz des Großen Blasenschleiers (HEPPER 2012)

Die Windindustrie hat daher ein großes Interesse an zuverlässigen und effizienten Schallminderungslösungen. Der Markt alleine konnte diese bisher nicht nachweisen. Also waren und sind alle beteiligten Parteien gefordert an der Entwicklung von neuen Lösungen mitzuwirken.

In der Diskussion mit den beteiligten Behörden, den Sachverständigen und der ausführenden Firma Hydrotechnik Lübeck sowie dem Projektträger Jülich wurde die Idee eines Forschungsprojektes entwickelt und verfolgt. Das Forschungsziel sollte sein, den „Großen Blasenschleier“ bei allen 40 Standorten der Phase 1 serienmäßig anzuwenden und den vorgegebenen maximalen Richtwert von 160 Dezibel in 750m einzuhalten. Darüber hinaus wurde eine umfangreiche Begleitforschung zur Untersuchung des Verhaltens von Schweinswalen während der Rammarbeiten sowie die Effizienzkontrolle der Schallminderung beantragt und umgesetzt.

Basierend auf den bei der Errichtung der Forschungsplattform Fino 3 und des Offshore Windparks alpha ventus gewonnenen Erfahrungen wurde von unserem Forschungspartner Hydrotechnik Lübeck ein Schlauchsystem entwickelt, das von einem Schiff aus in einem geschlossenen Ring auf dem Meeresboden verlegt wurde. Vor Beginn der Rammarbeiten wird so viel Pressluft in den perforierten Schlauchring gepresst, dass die gesamte Errichtungseinheit während des Rammvorgangs vom Meeresgrund bis zur Wasseroberfläche von einem Blasenschleier umgeben ist. Die Schallminderung besteht darin, dass die Ausbreitung des

Rammschalls an dem Blasenvorhang behindert und damit die Schalleinwirkung reduziert wird.

Während der Rammarbeiten von 40 Fundamenten wurde eine große Anzahl an Klickdetektoren zur Erfassung der Schweinswaldichte im Nah- und Fernbereich erfasst, die eine bisher nicht vorhandene Datengrundlage lieferte. Die ersten vorläufigen Auswertungen bestätigen die Wirkung des Blasenschleiers und zeigen im Nahbereich der Baustelle bis 5km eine deutlich geringere Störwirkung auf Schweinswale, als ohne Schallschutz. Im Bereich größer 5km Abstand von der Baustelle ließen sich keine deutlichen Vertreibungseffekte mehr erkennen. Der als gestört angesehene Bereich (größer 140dB) verkleinert sich von ca. 20km Entfernung von der Rammquelle (ohne Schallminderung) auf ca. 6,5 km mit aktivem Blasen Schleier.

Der Richtwert von 160dB wird mit aktivem Schallschutz in einer Entfernung von ca. 600m erreicht im Gegensatz zu ca. 3200m bei nicht aktiviertem Blasen Schleier.

Die Beobachtungen der Schweinswale zeigen, dass bei aktivem Schallschutz selbst im Nahbereich der Rammarbeiten kleiner 5000m Abstand von der Rammquelle die Schweinswaldichte nur unwesentlich abnimmt. Hingegen ist bei Rammungen ohne aktiven Schallschutz eine deutliche Abnahme erkennbar und die Zunahme der Schweinswaldichte erreicht erst nach mehreren Stunden wieder den gleichen Wert wie vor den Rammarbeiten.

Die mit dem großen Blasen Schleier erreichte Schallminderung lag im Projektgebiet bei über 12 Dezibel (SEL) und erreichte mit dem doppelten Blasen Schleier bereits über 17 Dezibel (SEL). Während der Rammarbeiten wurden verschiedene Konfigurationen von Schläuchen, Perforationen, Kompressoranzahl und Luftmenge getestet. Dabei haben sich Konfigurationen herausgestellt, die bei den gegebenen äußeren Bedingungen wie Bodenart, Wassertiefe und Schlauchradius eine bessere Dämpfung erreichen als andere. Hier besteht noch weiterer Forschungsbedarf, um die Funktion und das Zusammenspiel der unterschiedlichen Bedingungen zu erforschen- insbesondere bei größeren Pfahldurchmessern.

Der große Blasen Schleier hat gezeigt, dass die eingesetzte Technologie bereits sehr zuverlässig funktioniert, wenn auch kleinere technische Defekte den Einsatz nicht immer ermöglichen. Die häufig gestellte Frage, ob der Stand der Technik bereits erreicht ist lässt sich allerdings auf der Basis von bisher nur einem erfolgreichen Projekt und einem Produkt am Markt derzeit wohl nur mit Nein beantworten. Für ein uneingeschränktes Ja müssen weitere Hersteller am Markt auftreten und in der Lage sein, die erforderliche Schallminderung gewährleisten zu können. Solange dies nicht der Fall ist, sind Projekte nicht in der Lage die geforderten Richtwerte mit Sicherheit einzuhalten und Investoren und Banken ist das Risiko von Baustopps nicht zumutbar.

Die Verifizierung der Ergebnisse des großen Blasen Schleiers bei anderen Projekten unter anderen äußeren Bedingungen steht noch aus. Dennoch lässt sich sagen, dass der Blasen Schleier eine aussichtsreiche Methode ist, um bei Fundamenttypen, die aus technischen Gründen keine anderen Methoden zulassen, Schallschutz anzuwenden.

Weitere Hersteller von solchen Systemen etablieren sich langsam und müssen ebenfalls Erfahrungen sammeln. Vielversprechende Methoden wie das Schallschutzrohr wurde jüngst bei Rammarbeiten von Monopiles eingesetzt. Ergebnisse stehen noch aus. Ein Wissensaus-



tausch wie auf dieser Veranstaltung ist dringend erforderlich, um schnell die besten Methoden verfügbar zu haben.

Nr.		BBC Konfiguration	Schallreduktion (Mittelwerte)	
			SEL [dB]	Peak [dB]
1		Schlauchtyp BBC 1, große Luftaustrittsöffnungen mit großen Abständen (4 Kompressoren)	9,6	12,8
2		Schlauchtyp BBC 2, kleine Luftaustrittsöffnungen mit kleinen Abständen (4 Kompressoren)	12,2	13,9
3		Doppelter Blasenschleier (Abstand zwischen den Schläuchen ca. 25 m, Schlauchtyp BBC 2)	15,5	18,7
4		Doppelter Blasenschleier (Abstand zwischen den Schläuchen ca. 80 m, Schlauchtyp BBC 2)	17,2	20,7

Quelle: itap GmbH, Oldenburg

**Abb. 32:** Schallminderung des Blasenschleiers (HEPPER 2012)

## Schallschutz in der Praxis – Welche naturschutzfachlichen Anforderungen sind erfüllt, was bleibt zu tun?

THOMAS MERCK, BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ

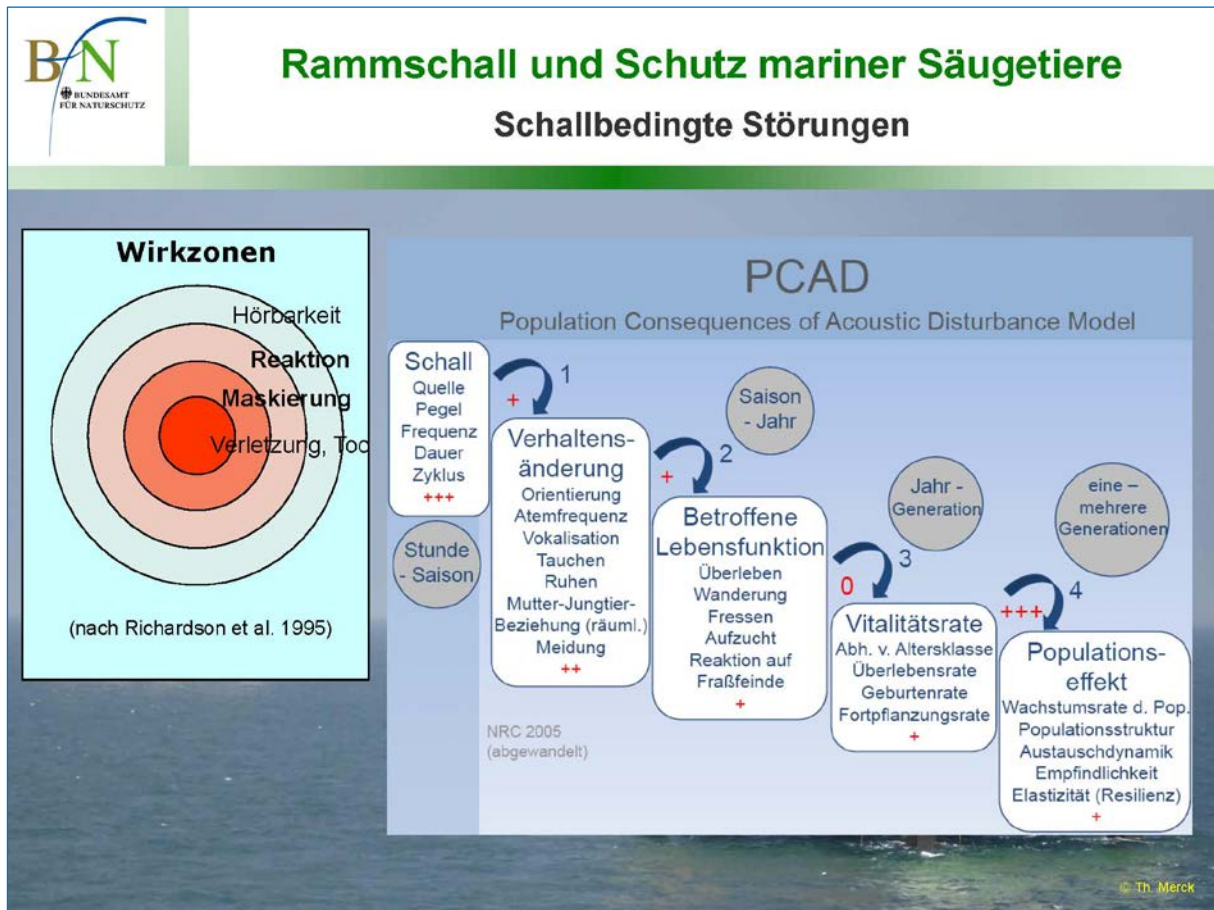


In den zurückliegenden Monaten sind in der deutschen Nordsee die ersten Fundamente von Offshore-Windenergieanlagen unter kontinuierlichem und weitgehend erfolgreichem Einsatz von Schallminimierungsmaßnahmen installiert worden, weitere Projekte mit vielversprechenden Schallschutzkonzepten stehen kurz vor dem Baubeginn. Es ist zu erwarten, dass in nächster Zeit für die verschiedenen Pfahlgründungen (Monopile, Tripod, Jacket) eine Anzahl von praxiserprobten Methoden der Schallminimierung oder aber alternative, schallarme Gründungsvarianten (Schwerkraftgründungen, ‚suction buckets‘, gebohrte oder schwimmende Fundamente) zur Verfügung stehen werden, die standortunabhängig das Einhalten der von der Genehmigungsbehörde vorgegebenen Lärmgrenzwerte ermöglichen.

Naturschutzfachlich dienen die Grenzwerte von 160 dB für den Schallereignispegel (SEL) bzw. von 190 dB für den Schalldruckpegel ( $SPL_{p-p}$ ) dazu, gemäß besonderem Artenschutz des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) unzulässige Verletzungen oder gar Tötungen von Tieren der besonders geschützten Arten zu verhindern. Die bei uns heimischen Schweinswale fallen als streng geschützte Art darunter. Die aktuellen Lärmgrenzwerte leiten sich von Untersuchungsergebnissen ab, nach denen bei Schweinswalen Verletzungen in Form von temporärer Schwerhörigkeit (TTS: temporary threshold shift) bei Schallereignispegeln ab 164 dB auftreten. Nach derzeitigem Kenntnisstand dürfte zumindest im Fall des Schweinswals mit der Einhaltung der Grenzwerte in Verbindung mit den Vergrämungsmaßnahmen ein Schutz vor Verletzungen und Tötung durch Unterwasserschall bei den Rammungen der Offshore-Fundamente erreicht worden sein. Forschungsbedarf besteht allerdings hinsichtlich der Frage der Bedeutung der Mehrfachbeschallung, die sich aus den vielfach wiederholten Rammschlägen ergibt, sowie zu den Auswirkungen des Rammschalls auf andere Biota.

Der besondere Artenschutz nach BNatSchG verbietet darüber hinaus aber auch Störungen von Tieren der streng geschützten Arten, sofern diese den Erhaltungszustand der entsprechenden lokalen Population verschlechtern. Die bisherigen Begleituntersuchungen bei Rammungen (ohne Anwendung schallminimierender Maßnahmen) zeigen, dass großflächig Störungen von Schweinswalen in Form von Vertreibungen und/oder Verhaltensänderungen bis in Entfernungen von mehr als 20 km auftreten. Anhand paralleler Messungen des entstehenden Rammschalls ergibt sich, dass schallbedingte Störungen bei Pegeln deutlich unterhalb der aktuellen Grenzwerte auftreten. Aus Untersuchungen während des Baus des dänischen Windparks „Horns Rev II“ sowie „alpha ventus“ in der deutschen AWZ der Nordsee lässt sich ableiten, dass statistisch nachweisbare Störungen bei Schallereignispegeln ab 136 dB auftreten.

Der besondere Artenschutz nach BNatSchG verbietet darüber hinaus aber auch Störungen von Tieren der streng geschützten Arten, sofern diese den Erhaltungszustand der entsprechenden lokalen Population verschlechtern. Die bisherigen Begleituntersuchungen bei Rammungen (ohne Anwendung schallminimierender Maßnahmen) zeigen, dass großflächig Störungen von Schweinswalen in Form von Vertreibungen und/oder Verhaltensänderungen bis in Entfernungen von mehr als 20 km auftreten. Anhand paralleler Messungen des entstehenden Rammschalls ergibt sich, dass schallbedingte Störungen bei Pegeln deutlich unterhalb der aktuellen Grenzwerte auftreten. Aus Untersuchungen während des Baus des dänischen Windparks „Horns Rev II“ sowie „alpha ventus“ in der deutschen AWZ der Nordsee lässt sich ableiten, dass statistisch nachweisbare Störungen bei Schallereignispegeln ab 136 dB auftreten.



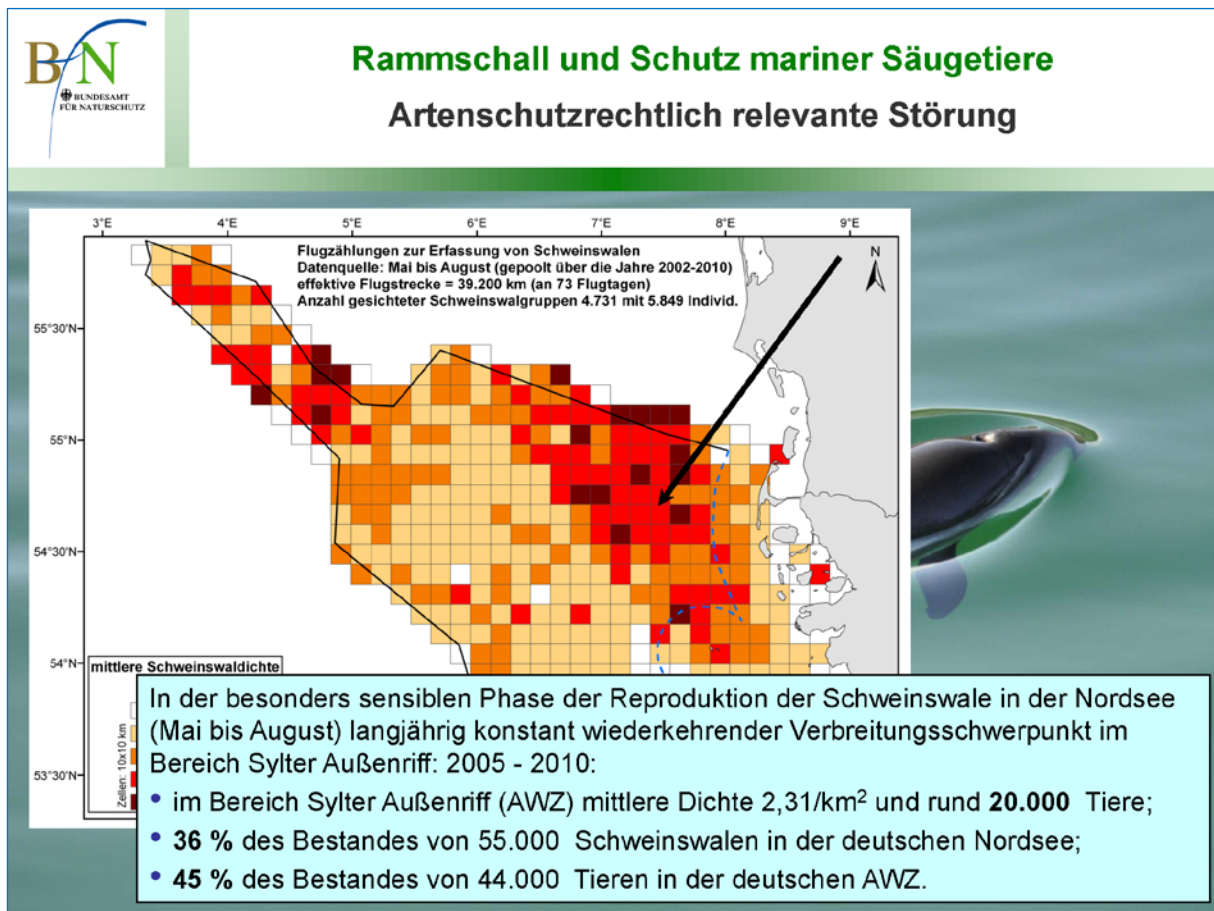
**Abb. 33:** Schallbedingte Störungen (MERCK 2012)

Schallbedingte Verhaltensänderungen wirken auf unterschiedliche Lebensfunktionen der gestörten Tiere mit wiederum unterschiedlichen Auswirkungen auf deren Vitalitätsraten und letztlich mit möglichen Effekten auf die lokale Population. Hinsichtlich des artenschutzrechtlichen Störungsverbot ist aber wichtig zu beachten, dass mit den derzeit angewendeten, v. a. akustischen Methoden nur ein Ausschnitt möglicher Störeffekte erfasst werden kann. Schallbedingter Stress oder physiologische Reaktionen lassen sich damit ebenso wenig erfassen wie die Maskierung biologisch relevanter akustischer Signale oder mögliche Auswirkung auf die Mutter-Kalb-Bindung. Entsprechendes gilt für die abschließende Bewertung der Bedeutung der Störungen für das Individuum und die lokale Population.

Wie eigentlich auch zu vermuten, lassen die bisher durchgeführten baubegleitenden Untersuchungen eine Abnahme der Störwirkung mit steigendem Abstand zur Schallquelle erkennen. Daraus die Anzahl oder den Prozentsatz tatsächlich gestörter oder vertriebener Tiere abzuleiten, wird aber aus rein rechnerischen Gründen erschwert: Im näheren Umfeld einer Rammung sinkt die Dichte anwesender Tiere durch ihre Flucht schnell auf null ab, die festgestellte Störwirkung erreicht 100 %. In weiter von der Rammstelle entfernten Gebieten werden aber vertriebene Tiere durch solche Tiere ersetzt, die auf ihrer Flucht aus den der Schallquelle näher gelegenen Gebieten hier einwandern. Nur scheinbar fällt die feststellbare Stör- bzw. Vertreibungswirkung dann deutlich geringer aus oder ist sogar überhaupt nicht nachzuweisen. Dieser Effekt dürfte insbesondere bei relativ kurzer Rammdauer zum Tragen

kommen und muss bei der Auswertung der baubegleitenden Untersuchungen stärker berücksichtigt werden.

Artenschutzrechtlich verboten sind Störungen, wenn sie den Erhaltungszustand der lokalen Population verschlechtern. Die Fortpflanzung mit Geburt, Aufzucht und erneuter Paarung stellt einen besonders sensiblen Lebensabschnitt der Schweinswale dar, in dem Störungen am ehesten das Potenzial haben, zu einer Verschlechterung des Erhaltungszustandes der lokalen Population zu führen. Nach Einschätzung des BfN sind zu bestimmten Zeiten und in bestimmten Gebieten der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone von Nord- und Ostsee daher über das Einhalten der bestehenden Grenzwerte hinausgehende technische oder logistische Schallschutzmaßnahmen notwendig, um artenschutzrechtlich relevante Störungen zu verhindern. Entsprechendes gilt für den Eintrag schallbedingter Störungen in Meeresschutzgebiete, die dem Schutz von Schweinswalen dienen.



**Abb. 34:** Verbreitungsschwerpunkt von Schweinswalen im Bereich Sylter Außenriff (MERCK 2012)

Vordringlich gilt es nun, das Einhalten der Lärmgrenzwerte (160 dB SEL, 190 dB SPL) durch Anwendung und (Weiter)Entwicklung effizienter(er) technischer Schallschutzmaßnahmen oder alternativer, schallarmer Gründungsvarianten sicher zu stellen. Darüber hinaus sind Grenzwerte oder ggf. Radien für Störung auslösenden Impulsschall festzulegen, anhand derer erheblicher Störungen in für die Reproduktion der lokalen Populationen bedeutsamen Gebieten bzw. die Beeinträchtigung der Erhaltungsziele von FFH-Gebieten während beson-

ders sensibler Zeiten vermieden werden können. Hierzu dient auch die räumlich/zeitliche Koordinierung der Bauphasen der verschiedenen Vorhaben.

Forschungsbedarf besteht hinsichtlich der Auswirkungen von Mehrfachbeschallungen auf das Hörvermögen von Schweinswalen, der Bedeutung schallbedingter Störungen für das Individuum und die lokale Population sowie allgemein der Beeinträchtigung anderer mariner Arten durch Rammschall. Baubegleitende Untersuchungen müssen helfen zu klären, welchen Einfluss die Schallschutzmaßnahmen an unterschiedlichen Standorten auf die Reichweite von schallbedingten Störungen haben, um fundiertere Prognosen über die ökologischen Auswirkungen des Baus von Offshore-Windenergieanlagen zu ermöglichen.



## Podiumsdebatten



## **Den Dialog fördern**

Um den Dialog und den Informationsaustausch zwischen den Akteuren zu fördern, diskutierten FachakteurInnen und TagungsteilnehmerInnen in Podiums- und Publikumsdebatten das Thema Unterwasserschallschutz bei Bau von Offshore-Windenergieanlagen.

Ein Impulsvortrag leitete die politische Podiumsdebatte I ein. In diesem Vortrag wurden die Rolle der Verbände beim Schallschutz, ihre Forderungen und die politischen Gestaltungsmöglichkeiten dargestellt. In der Podiumsdebatte I „Der (Aus)Bau der Offshore-Windenergie zwischen Naturschutz und Energiewende“ wurden die in dem Impulsvortrag aufgeworfenen Fragen diskutiert. Dabei wurden die bereits bestehenden Aktivitäten der Politik in Bereich Schallschutz, z. B. das geplante Schallschutzkonzept der Bundesregierung, thematisiert und noch erforderliche Maßnahmen im Bereich Unterwasserschallschutz erörtert. Im Mittelpunkt der Podiumsdebatte II „Naturverträglicher Ausbau der Offshore-Windenergie durch innovative Lösungen beim Schallschutz? – Rechtliche, planerische und technische Anforderungen“ standen u. a. praxisorientierte und juristische Fragen eines wirksamen Unterwasserschallschutzes.



## Impuls für die Podiumsdebatte I: Die Rolle der Verbände beim Schallschutz, ihre Forderungen und die politischen Gestaltungsmöglichkeiten

DR. KARSTEN BRENSING, WHALE & DOLPHIN CONSERVATION SOCIETY



### Verbändestellungnahme zum Positionspapier der Stiftung Offshore-Windenergie zum Unterwasserschallschutz

September 2012

Die deutschen Umweltverbände haben in einer Stellungnahme aus dem Sommer 2011 ihre Anforderungen an den Unterwasser-Schallschutz bei der Errichtung von Offshore-Windanlagen skizziert und gemeinsame Forderungen an die zukünftige Bau Praxis formuliert<sup>4</sup>.

Im Mai 2012 hat die Stiftung Offshore-Windenergie ein eigenes Positionspapier zum Unterwasser-Schallschutz veröffentlicht<sup>5</sup>. Die Position beinhaltet aus Sicht der unterzeichnenden Umweltverbände jedoch auch Formulierungen und Forderungen, die eine Kommentierung erforderlich machen.

#### **1. Zitat: „Bis zuverlässige Systeme [Anm: zur Minimierung des Rammschalls] entwickelt sind, müssen allerdings Übergangsregelungen gefunden werden,...“**

Nachdem Politik, Behörden und Industrie es über Jahre versäumt haben, in innovative Lösungen für den technischen Schallschutz und alternative Gründungsverfahren zu investieren, zeichnen sich erst in den letzten zwei Jahren erfolgsversprechende Lösungsansätze ab. Verschiedene Schallschutzkonzepte haben dabei ihre Effektivität und mögliche Integration in den Bauablauf unter Beweis gestellt, insbesondere die Blasenschleierteknik. Beim Einsatz des sogenannten Großen Blasenschleiers bei den Offshore-Windparks Trianel und Borkum West II konnte der Grenzwert von 160 Dezibel (SEL) eingehalten werden. Nach Aussage der Betriebsführung bei Trianel habe sich die Schallschutztechnik dabei „*hervorragend währt*“<sup>6</sup>. Die Zuverlässigkeit des Systems steht somit nicht mehr in Frage. Nach Aussage einer Studie des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) war bereits im Jahr 2011 der Stand der Technik „*nahezu erreicht*“<sup>7</sup>. Über die Rammarbeiten beim Offshore-Windpark Riffgat haben die Firmen EWE und ENOVA im September 2012 mitgeteilt, sie hätten mit einer anderen Schallschutztechnik (u. a. eine doppelwandige, röhrenförmige Schall-Sperrwand aus Stahl) den Grenzwert einhalten können<sup>8</sup>. Und auch der sogenannte Kofferdamm hat im Offshore-Test großes Schallreduktionspotential bewiesen. Gleichzeitig sehen die Umweltverbände die

<sup>4</sup> [http://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/energie/wind/ngo\\_position\\_schallschutz.pdf](http://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/energie/wind/ngo_position_schallschutz.pdf)

<sup>5</sup> [http://www.offshore-stiftung.com/60005/Uploaded/Offshore\\_Stiftung|120504\\_AG\\_Betreiber\\_Schallschutz\\_Papier.pdf](http://www.offshore-stiftung.com/60005/Uploaded/Offshore_Stiftung|120504_AG_Betreiber_Schallschutz_Papier.pdf)

<sup>6</sup> Zeitung für Kommunale Wirtschaft Ausgabe 9/2012

<sup>7</sup> [http://www.bfn.de/habitatmare/de/downloads/berichte/BfN-Studie\\_Bauschallminderung\\_Juli-2011.pdf](http://www.bfn.de/habitatmare/de/downloads/berichte/BfN-Studie_Bauschallminderung_Juli-2011.pdf)

<sup>8</sup> <http://www.riffgat.de>, Presseinfo vom 06.09.2012

Notwendigkeit, unterschiedliche Schallschutzkonzepte und insbesondere schallarme Gründungsverfahren weiter zu entwickeln und schnellstmöglich zur Anwendung zu bringen.

**2. Zitat: „Wird trotz Anwendung verfügbarer Schallminderungsmaßnahmen der Zielwert von 160 dB (SEL) nicht erreicht, darf es zu keinem Baustopp und zu keinen Bauausschlussfenstern mit Rammverbot kommen.“**

Die Forderung der Stiftung Offshore-Windenergie, auch bei einer Überschreitung des Grenzwertes von 160 Dezibel (SEL), keinen Baustopp zu verhängen und keine Bauausschlussfenster auszusprechen, lehnen die unterzeichnenden Umweltverbände entschieden ab. Die Begründung zu Nebenbestimmung 14 der Genehmigungstexte weist dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) als verantwortliche Behörde ausdrücklich die Möglichkeit zu, „ggf. erforderliche zusätzliche Schallminderungsmaßnahmen zu treffen“. Ebenfalls behält es sich das BSH im Genehmigungstext vor, „eine temporäre Baustilllegung anzuordnen“. Die Nebenbestimmung 15 erlaubt zudem, koordinierend in zeitgleiche Baumaßnahmen einzugreifen, um schädliche kumulative Auswirkungen auf die Meeresumwelt zu vermeiden. Diese Steuerungsoptionen sind erforderlich, um den Anforderungen des nationalen und europäischen Arten- und Naturschutzrechts nachzukommen. Sie sind rechtlich verbindlich. Die Ablehnung von Nebenbestimmungen fällt damit weder in die Kompetenz der Stiftung Offshore-Windenergie noch steht sie für ein verantwortungsvolles Interesse an einem naturverträglichen Ausbaus der Windenergie auf See.

**3. Zitat: „Nachträgliche Auflagen würden zu unverhältnismäßigen und nicht tragbaren Belastungen führen.“**

Wie unter Punkt 2 aufgeführt, sind mögliche zeitlich-räumliche Koordinierungen von Baumaßnahmen oder auch zusätzliche Schallschutzmaßnahmen verbindliche und notwendige Steuerungsinstrumente. Deren wirtschaftliche Verhältnismäßigkeit ist kein Ausschlusskriterium. Vielmehr ist der effektive Schutz der Meeresumwelt vor möglichen negativen Auswirkungen so frühzeitig in die Planungen einzubeziehen, dass zusätzliche Maßnahmen die Wirtschaftlichkeit eines Projektes der Größenordnung von mehreren Hundert Millionen bis über eine Milliarde Euro nicht gefährden.

**4. Zitat: „... ist ein anzustrebender Richtwert von 160 db (SEL) vorgesehen.“**

Die von der Stiftung Offshore-Windkraft verwendete Terminologie „Richtwert“ entstammt älteren Genehmigungen, ist somit überholt und spiegelt nicht die Verbindlichkeit des heute maximal zulässigen Lärmschutzwertes für Schallemission wider. Spätestens seit dem Jahr 2008 gilt die Einhaltung des Grenzwertes von 160 Dezibel (SEL) und 190 Dezibel ( $SPL_{peak-peak}$ ) innerhalb des dualen Lärmschutzkriteriums für schallintensive Bauvorhaben<sup>9</sup>. In der Folge hat sich die Terminologie „Grenzwert“ etabliert. Dessen Einhaltung ist rechtlich verbindlich.

---

<sup>9</sup> <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4118.pdf>

**5. Zitat: „Deswegen strebt die Stiftung Offshore-Windenergie die Einrichtung einer zentralen Koordinierungsstelle an, die diesen Prozess in technischer, naturschutzfachlicher, rechtlicher und ökonomischer Hinsicht begleitet und moderiert.“**

Die unterzeichnenden Umweltverbände erkennen das Bemühen einzelner Unternehmen an, technische Schallschutzsysteme weiterzuentwickeln und einzusetzen. Eine zusätzliche Koordination der begleitenden naturschutzfachlichen und rechtlichen Fragen durch die Stiftung Offshore-Windenergie empfinden die Verbände als kritisch und sehen hier vielmehr die verantwortlichen Bundesbehörden in der Pflicht. Sollte eine zentrale Koordinierungsstelle außerhalb der Bundesbehörden eingerichtet werden, empfehlen die Umweltverbände, eine neutrale wissenschaftliche oder behördliche Institution mit dieser Aufgabe zu beauftragen. Dabei muss sichergestellt werden, dass alle Interessengruppen gleichberechtigt beteiligt werden.

### **Schlussbemerkung**

Die Umweltverbände fordern die Stiftung Offshore-Windenergie und alle Beteiligten eindringlich auf, die möglichen schädlichen Auswirkungen von Offshore-Windanlagen auf die Meeresumwelt zu berücksichtigen und die daraus resultierenden rechtlichen Folgen für die deutschen Meeresgewässer anzuerkennen. Die deutsche Bundesregierung hat sich im Jahr 2002 zu einem stufenweisen und naturverträglichen Ausbau der Windenergie auf See bekannt<sup>10</sup>. Die Umweltverbände fordern von Genehmigungsbehörden, Wirtschaft und Betreibern von Windenergieanlagen sich daran zu orientieren, um die internationalen Verpflichtungen zum Meeresschutz zu erfüllen und die Unterstützung der Umweltverbände und weiter Teile der Zivilgesellschaft nicht zu gefährden. Der Ruf nach Ausnahme- und Übergangsregelungen sowie die Ablehnung verbindlicher Nebenbestimmungen der Baugenehmigungen sind dabei nicht zielführend.

---

<sup>10</sup> [http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/windenergie\\_strategie\\_br\\_020100.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/windenergie_strategie_br_020100.pdf)



**Abb. 35:** Vergrößerung der Sicherheitszone um die Offshore-Baustelle? (BRENSING 2012)

## Podiumsdebatte I: Der (Aus)Bau der Offshore-Windenergie zwischen Naturschutz und Energiewende

Zusammengefasst von: LAURA KLEIN, DEUTSCHE UMWELTHILFE E.V.  
SVEN KOSCHINSKI, MEERESZOOLOGIE  
KARIN LÜDEMANN, WISSENSCHAFTSBÜRO HAMBURG  
ULRICH STÖCKER, DEUTSCHE UMWELTHILFE E.V.

### TeilnehmerInnen der Podiumsdebatte:

Hanne May (Moderation und Gesprächsleitung)  
Dr. Karsten Brensing, Whale & Dolphin Conservation Society  
Christian Dahlke, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie  
Dr. Alfred Herberg, Bundesamt für Naturschutz  
MdB Bärbel Höhn, Fraktion Bündnis 90/Die Grünen  
Rudolf Ley, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit  
MdB Ingbert Liebing, Fraktion CDU/CSU  
Dr. Ursula Prall, Offshore Forum Windenergie  
Michael Spielmann, Deutsche Umwelthilfe e.V.



Abb. 36: Hanne May (Foto: DUH 2012)



Abb. 37: TeilnehmerInnen der Podiumsdebatte I, v.l.: Dr. Karsten Brensing, Dr. Alfred Herberg, Christian Dahlke, MdB Bärbel Höhn, Hanne May (Moderation), MdB Ingbert Liebing, Michael Spielmann, Dr. Ursula Prall, Rudolf Ley (Foto: LÜDEMANN 2012)

### Fortschritte bei der Umsetzung eines wirksamen Unterwasserschallschutzes

Der beschleunigte Ausbau der Offshore-Windenergie muss unter Einhaltung der naturschutzrechtlichen Vorgaben erfolgen. Alle Akteure aus Politik, Naturschutz und Erneuerbaren Energien teilen eine gemeinsame Vision, sie wollen die naturverträgliche Umsetzung der Energiewende. Die TeilnehmerInnen der Podiumsdiskussion diskutierten teils kontrovers, jedoch stets konstruktiv, wie diese Naturverträglichkeit im Detail zu gestalten ist. Sie begrüßten einhellig sowohl die bereits erzielten Fortschritte in Technik und Forschung zum Unterwasserschallschutz als auch das aufrichtige Bemühen der verschiedenen Akteure, zu einem Interessensausgleich beim Unterwasserschallschutz zu kommen. Und auch eine weitere



grundlegende Veränderung führte die Podiumsdiskussion allen Beteiligten vor Augen: Anders als zu Beginn der Diskussion um den Unterwasserschallschutz beim Bau von Offshore-Windparks vor ca. 10 Jahren stellt heute keiner der Akteure die grundsätzliche Notwendigkeit dieser Schutzmaßnahmen mehr in Frage.

**Abb. 38:** TeilnehmerInnen der Podiumsdebatte I, v.l. Dr. Ursula Prall, Rudolf Ley (Foto: DUH 2012)

### Lärmschutz ja – aber wie?

Das bedeutet jedoch nicht, dass die beteiligten Akteure, allen voran VertreterInnen der Umwelt- und Naturschutzverbände und VertreterInnen der Offshore-Windenergiebranche, auch einig darin sind, wann, wie und in welchem Ausmaß diese Lärmschutzmaßnahmen umgesetzt werden müssen und welche Konsequenzen bei einer erkennbaren Nichteinhaltung der heute rechtsverbindlich geltenden Lärmgrenzwerte gezogen werden müssen.

Im Juni 2011 wurde die „Verbändestellungnahme zum Lärmschutz bei der Errichtung von Offshore-Windenergieanlagen“ der Umwelt- und Naturschutzverbände veröffentlicht (UMWELT- UND NATURSCHUTZVERBÄNDE 2011, siehe auch Anhang). Im April 2012 reagierte die Stiftung Offshore-Windenergie mit ihrer Position „Vermeidung von Unterwasserschall bei der Rammung von Offshore-Anlagen“ darauf (STIFTUNG OFFSHORE-WINDENERGIE 2012, siehe auch Anhang). In einem Impulsvortrag zur Podiumsdebatte stellte ein Vertreter der Umwelt- und Naturschutzverbände die daraufhin verfasste „Verbändestellungnahme zum Positionspapier der Stiftung Offshore-Windenergie zum Unterwasserschallschutz“ der Umwelt- und Naturschutzverbände vor (UMWELT- UND NATURSCHUTZVERBÄNDE 2012, siehe auch Tagungsvortrag von DR. KARSTEN BRENSING). Zu Beginn der Podiumsdiskussion entstand eine kontroverse Debatte über die im vorangegangenen Impulsvortrag vorgestellten Thesen.

### Geltender Grenzwert für Unterwasserschallimmissionen

Wie bereits in der Einleitung angesprochen, empfiehlt das UBA den dualen Lärmschutzwert (Einzelereignis-Schalldruckpegel (SEL) von 160 Dezibel (dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ ) und ein Spitzenschalldruckpegel ( $\text{SPL}_{\text{peak-peak}}$ ) von 190 Dezibel (dB re 1  $\mu\text{Pa}$ ) jeweils in 750 m Entfernung zur Schallquelle), um nach derzeitigem Wissensstand physische Schädigung von Schweinswalen auszuschließen (UBA 2011). Seit Mitte 2008 schreibt das BSH den Grenzwert von 160 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$  (SEL) und wenig später zusätzlich den zweiten Grenzwert des dualen Kriteriums von 190 dB  $\text{SPL}_{\text{peak-peak}}$  in 750 m Entfernung zur Schallquelle in den Genehmigungsbescheiden rechtsverbindlich fest<sup>11</sup> (BSH 2012a). Die Betreiber müssen beim Bau der Offshore-Windparks gegenüber der Genehmigungsbehörde BSH mit einem Schallschutzkonzept (Vergrämung, Ramp-Up-Prozedur, Schallvermeidungs- und Schallminderungsmaßnahmen, etc.) sicherstellen, dass die Schallemissionen den gültigen Grenzwert nicht überschreiten. Dabei ist diejenige Arbeitsmethode entsprechend dem Stand der Technik zu verwenden, die nach den vorgefundenen Umständen (Standortbedingungen: Wassertiefe, Bodenverhältnisse usw.) und der verwendeten Gründungsvariante (Monopile, Jacket, Tripod usw.) so geräuscharm wie möglich ist<sup>12</sup> (BSH 2011).

### Kontrovers diskutiert: Gibt es einen Stand der Technik?

Der Einsatz von Schallschutzmaßnahmen hat eine erfolgreiche Entwicklung durchlaufen. Es gibt eine Vielzahl von Schallschutz-Techniken, denen das Potenzial zugesprochen wird, bei ihrer Verwendung in vielen Fällen den Grenzwert einzuhalten. Dies ist jedoch u. a. abhängig vom Pfahldurchmesser, vom Untergrund oder von der Rammenergie und kann derzeit nicht in allen Fällen garantiert werden. Betreiberangaben zufolge wurde der große Blasenschleier bei der Errichtung des Windparks *Trianel Windpark Borkum* in der Nordsee erfolgreich eingesetzt. Für einige VertreterInnen des Naturschutzes hat der große Blasenschleier den Stand der Technik bereits erreicht, für einige VertreterInnen der Offshore-Windenergiebranche steht dieser zumindest kurz bevor. Anbieter dieser Technik scheuen sich jedoch z. T., die Einhaltung des Grenzwertes mit dem großen Blasenschleier unter allen Standortbedingungen und bei unterschiedlichen Gründungskonstruktionen der Windkraftanlagen zu garantieren. Diskutiert wurde auch, ob dies für das Erreichen des Standes der Technik nötig ist. Für einige Akteure ist der Stand der Technik erst erreicht, wenn die Einhaltung des Grenzwertes bei Anwendung der jeweiligen Schallschutztechnologie unter jeglichen Standortbedingungen und bei jedem Pfahldurchmesser garantiert werden kann. Andere sind der Meinung, dass man unter diesen Gegebenheiten nie einen Stand der Technik als erreicht bezeichnen können wird.

---

<sup>11</sup> Nebenbestimmung 14 des Genehmigungstextes des Offshore-Windparks Borkum Riffgrund 2 vom 30.12.2011. Bundesamt für Schifffahrt und Hydrographie (BSH).  
[[http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/Windparks/Genehmigungsbescheide/Nordsee/Borkum\\_Riffgrund\\_2/Genehmigungsbescheid\\_Borkum\\_Riffgrund\\_2.pdf](http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/Windparks/Genehmigungsbescheide/Nordsee/Borkum_Riffgrund_2/Genehmigungsbescheid_Borkum_Riffgrund_2.pdf)]

<sup>12</sup> siehe Fußnote 11

### Wenn der Grenzwert überschritten wird...

Inhaber von Genehmigungen für die Errichtung und Betrieb von Offshore-Windparks, in denen der Grenzwert von der Genehmigungsbehörde verbindlich vorgeschrieben ist, würden sich rechtswidrig verhalten, wenn sie diesen Grenzwert beim Bau ihres Windparks überschreiten. Doch nicht in allen Fällen, so zeigte die Diskussion, ist die Sachlage so eindeutig, wie in den jüngeren Genehmigungsbescheiden für Windkraftanlagen seit Mitte 2008. In den vor Mitte 2008 vom BSH erteilten Genehmigungen ist der Lärmschutzwert als „Richtwert“ und nicht als „Grenzwert“ angegeben. Nach Auffassung von einigen TeilnehmerInnen aus der Offshore-Windenergiebranche wäre die Nichteinhaltung eines Richtwertes keine rechtswidrige Handlung, solange die Einhaltung des Richtwertes ernsthaft angestrebt und alles dafür Erforderliche getan wird. Die Einführung des Lärmschutzwertes als zunächst „weicher“ Richtwert und die Beharrlichkeit der zuständigen Behörden konnten die Industrie in der Vergangenheit jedoch von der unbedingten Notwendigkeit eines wirksamen Schallschutzes überzeugen. Mit der Etablierung des Grenzwertes nimmt Deutschland derzeit eine Vorreiterrolle beim Unterwasserschallschutz in Europa ein, da in anderen europäischen Ländern bis-



lang kein Lärmschutzwert existiert (ausgenommen in Belgien, dort hat man sich im Zuge der Umsetzung der MSRL an dem deutschen Grenzwert orientiert). Heute dürfen Windparks in der deutschen AWZ nur noch mit Schallschutzmaßnahmen errichtet werden.

**Abb. 39:** TeilnehmerInnen der Podiumsdebatte I, v.l. MdB Bärbel Höhn, Hanne May (Foto: DUH 2012)

VertreterInnen des Naturschutzes setzen sich für eine „harte“ Anwendung des Grenzwertes ein, weil dieser aufgrund des in der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-RL) formulierten Störungstatbestands und der durch den Grenzwert bislang nur geringfügig berücksichtigten Akkumulation multipler Rammschläge eigentlich niedriger angesetzt werden müsste. Auch bei Überschreitung des Grenzwertes keine Baustopps zu verhängen und keine zeitlich-räumlichen Bauausschlussfenster in aus Sicht des Naturschutzes besonders sensiblen Gebieten oder zu besonders sensiblen Zeiten auszusprechen, lehnen VertreterInnen des Naturschutzes ab. Die Offshore-Windenergie-Branche möchte derartige Maßnahmen vermeiden, vor allem wegen der dann fehlenden Investitionssicherheit, die durch diese Forderungen nach ihrer Auffassung entstehen würde. Beide Seiten, sowohl VertreterInnen der Umwelt- und Naturschutzverbände als auch die VertreterInnen der Offshore-Windenergieindustrie erwägen notfalls, ihre Sichtweise auch auf dem Klageweg durchzusetzen. Die Genehmigungsbehörde, das BSH, begrüßt die bisherige und zukünftige Entwicklung der technischen Schallschutzsysteme. Auch wenn der Grenzwert mit Hilfe von Schallschutzmaßnahmen nicht eingehalten wird, möchte das BSH die Unternehmer nicht dafür



bestrafen, dass in einer Anlaufphase z. T. noch Probleme bestehen. Dennoch muss auch aus ihrer Sicht die Errichtung der Windenergieanlagen naturverträglich umgesetzt werden.

Einigkeit darüber, wie mit solch problematischen Fällen zukünftig umgegangen werden sollte, konnte unter den TeilnehmerInnen der Podiumsdiskussion nicht erzielt werden. Hier wird die Zukunft zeigen, ob sich die Beteiligten im jeweiligen konkreten Einzelfall auf eine gemeinsam von ihnen getragene Lösung verständigen können.

### **Bauen zu sensiblen Zeiten: Koordinierungserfordernisse und -möglichkeiten**

Ein weiterer Interessenskonflikt, der im Rahmen der Podiumsdiskussion thematisiert wurde, betrifft die Bauzeiten. Die Bauvoraussetzungen auf See sind meist nicht ideal, durchschnittlich gibt es nur 120 nutzbare Bautage im Jahr. Die für die Errichter der Windparks zeitlich günstige Bauphase auf See von Mai bis August fällt mit dem für die Fortpflanzung und Aufzucht von Schweinswalen besonders sensiblen Zeitraum zusammen. Schallbedingte Verhaltensänderungen können sich besonders nachteilig auf Mutter-Kalb-Paare auswirken und letztlich auch negative Effekte auf die lokale Population der Tiere haben. Das BSH hat seine Genehmigungsbescheide so gestaltet, dass es über Steuerungsoptionen verfügt, um eventuellen Verstößen gegen artenschutzrechtliche Bestimmungen entgegenzuwirken und die Einhaltung der Anforderungen des nationalen und europäischen Artenschutzrechtes zu gewährleisten. Hierzu zählt u. a. der in den Genehmigungsbescheiden formulierte Vorbehalt, die Zeitabläufe bei den Bauarbeiten benachbarter Vorhaben zu koordinieren, wenn kumulative Auswirkungen auf geschützte Rechtsgüter bei der Bauausführung zu erwarten sind und dadurch bedingte Schäden nicht mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden können. Das BSH kann zudem eine temporäre Baustilllegung anordnen, sofern keine andere



Maßnahme zur Abwendung der Gefahr erfolgversprechend ist<sup>13</sup>. Eine der schärfsten Sanktionen des BSH ist die Stilllegung einer Baustelle, wenn Nebenbestimmungen verletzt werden. Die Gründe für ein solches Handeln der Genehmigungsbehörde müssen jedoch auch möglichen Klagen standhalten.

**Abb. 40:** Teilnehmer der Podiumsdebatte I, v.l. Dr. Alfred Herberg, Christian Dahlke (Foto: DUH 2012)

Neben den Möglichkeiten der Genehmigungsbehörde, in den tatsächlichen oder geplanten Bauablauf einzugreifen, verfügt das BSH über weitere Optionen, um einen wirksamen

<sup>13</sup> Nebenbestimmung 15 des Genehmigungstextes des Offshore-Windparks Borkum Riffgrund 2 vom 30.12.2011. Bundesamt für Schifffahrt und Hydrographie (BSH). [[http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/Windparks/Genuehmigungsbescheide/Nordsee/Borkum\\_Riffgrund\\_2/Genuehmigungsbescheid\\_Borkum\\_Riffgrund\\_2.pdf](http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/Windparks/Genuehmigungsbescheide/Nordsee/Borkum_Riffgrund_2/Genuehmigungsbescheid_Borkum_Riffgrund_2.pdf)]

Schallschutz bei der Errichtung der Windenergieanlagen sicherzustellen. So muss der Antragsteller u. a. die Effizienz der von ihm geplanten schallmindernden Maßnahmen durch ein entsprechendes Schallschutzkonzept nachweisen. Dieses Konzept wird vor seiner Realisierung von den beteiligten Behörden gründlich geprüft.

Auf der Grundlage des während der Errichtungsarbeiten durchzuführenden Monitorings kann das BSH zudem eine Entscheidung über ggf. erforderliche zusätzliche Schallminderungsmaßnahmen treffen. Sind Natura 2000-Gebiete betroffen, hat das BSH die Möglichkeit, zusätzlich die Durchführung von Kohärenzsicherungsmaßnahmen (d. h. Sicherung des funktionalen Zusammenhangs der Gebiete) festzulegen. Letzteres gilt für Fälle, in denen die Genehmigungsbehörde das beantragte Vorhaben trotz einer erheblichen Beeinträchtigung eines FFH- oder Vogelschutzgebietes ausnahmsweise zugelassen hat.

Das BSH hat die Möglichkeit auch nach einer bereits erteilten Genehmigung, zusätzliche Auflagen, z. B. aufgrund neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse, anzuordnen. Dies wird von Seiten des Naturschutzes als verbindliches und notwendiges Steuerungsinstrument zur Durchsetzung eines wirksamen Unterwasserschallschutzes, gerade auch im Hinblick auf ältere Genehmigungen, angesehen. Die Offshore-Windkraftbranche möchte dies jeweils im Einzelfall und abhängig von der wirtschaftlichen Verhältnismäßigkeit entscheiden lassen. Im Gegensatz zu VertreterInnen des Naturschutzes lehnt die Windenergiebranche die Festlegung von Bauausschlusszeiten oder gar den Erlass von Baustopps nachdrücklich ab. Besonders wichtig ist es der Offshore-Branche, die Schallschutzmaßnahmen frühzeitig in die Planung und Logistik einbeziehen zu können. Mitte dieses Jahres wurde die Einreichung des Konzepts der Schallvermeidungs- und Schallminderungsmaßnahmen vom BSH auf einen früheren Zeitpunkt im Planungsprozess vorgezogen (BSH 2012b). Hieraus folgt, dass dem BSH als Genehmigungsbehörde bezüglich der Koordinierung von Bauvorhaben eine Reihe von Handlungsoptionen zur Verfügung steht, um die Einhaltung naturschutzrechtlicher Anforderungen sicherzustellen und damit einen naturverträglichen Ausbau der Windenergie zu gewährleisten. Die VertreterInnen der Offshore-Windenergiebranche und des Naturschutzes waren sich nicht einig, wann das BSH welche der in der Diskussion angesprochenen Handlungsoptionen ergreifen sollte.

### **Lärmschutz auch für Fische und Bodenlebewesen**

Der derzeit gültige Grenzwert orientiert sich zwar an der akustischen Beeinträchtigung der Schweinswale, seine Einhaltung bei den Rammarbeiten kann jedoch auch für Fische oder Wirbellose einen positiven Effekt haben. VertreterInnen der Wissenschaft und des Naturschutzes regten an, die Auswirkungen von Unterwasserlärm auf andere Meerestiere wie Fische und Bodenlebewesen (Benthos) zukünftig mit einem systematischen Forschungsdesign zu untersuchen. Die Forschungsergebnisse sollten in auch von den Antragsstellern anwendbaren Schutzkonzepten berücksichtigt werden. Laut BMU möchte die Bundesregierung diesen Prozess schrittweise angehen.

### **Schallschutzkonzept der Bundesregierung angekündigt**

Erstmals vor zwei Jahren kündigten die Bundesregierung und die zuständigen Ministerien und Behörden eine Strategie zum Thema Schallschutz beim Bau von Windparks auf See an. Nach dem Vorbild des sogenannten Seetaucherkonzeptes (BMU 2012) soll eine „Konvention“ in Bezug auf nationales und europäisches Naturschutzrecht Rechtssicherheit schaffen.

Relevante vorab bekannt gewordene Eckpunkte des Schallschutzkonzeptes behandeln artenschutzrechtliche Anforderungen für besonders geschützte Arten, wie das Tötungs- und Verletzungsverbot sowie das Störungsverbot (§ 44 BNatSchG). Die Einhaltung des verbindlichen Grenzwertes für Unterwasserschallimmissionen soll eine Tötung oder Verletzung von Tieren ausschließen. Regelungen zum Störungsverbot müssen konkretisiert und messbar gemacht werden. Im Herbst 2012 soll zu den Eckpunkten des Schallschutzkonzeptes der Bundesregierung ein Konsultationsprozess mit relevanten Stakeholdern (Naturschutz, Energiewirtschaft, Technik, Behörden) begonnen werden. Nähere Einzelheiten konnte der Vertreter des BMU wegen der derzeit noch laufenden Abstimmung des Schallschutzkonzeptes den Tagungsgästen jedoch noch nicht nennen.

Die EU-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL), deren Ziel bis 2020 das Erreichen eines guten Umweltzustands unserer Meere ist, wendet den Aspekt Lärm auf alle Organismen an (RL 2008/56/EG). Das von der Bundesregierung angekündigte Schallschutzkonzept wird sich jedoch im ersten Schritt nur auf die Art „Schweinswal“ konzentrieren. VertreterInnen des Naturschutzes wünschen sich in diesem Konzept klare Aussagen zum Schallschutz, die Förderung der Weiterentwicklung von Schallminderungsverfahren sowie Anreize für den Einsatz von alternativen schallarmen Gründungsvarianten.

### **Grenzenloser Ausbau der Windenergie auf See?**

Offshore-Windenergie wird als notwendiger Baustein im zukünftigen Mix der Erneuerbaren Energien gesehen. Zurzeit sind Projekte in einer Größenordnung von 10.000 MW genehmigt und in den Planungen der Raumordnung werden 25.000 MW installierte Leistung bis zum Jahr 2030 dargestellt. VertreterInnen des Naturschutzes merkten an, dass die Energieleistung der geplanten Windparks die angestrebten Ausbauziele übertreffen würden. Sie fragten, ob von Seiten der Regierung daher geplant sei, den Ausbau zu deckeln.

Laut Regierungs- und BehördenvertreterInnen sind dies politische Zielvorgaben und Planungshorizonte, die bis jetzt nicht eingeschränkt wurden. Die Offshore-Windenergie dürfe nicht eingeschränkt werden, bevor sie überhaupt etabliert sei. Sobald der Energiebedarf zu 100% über Erneuerbare Energien gedeckt ist, könnte das Streichen der Einspeisevergütung eine Möglichkeit sein, die Offshore-Windenergie zu regulieren. Probleme bei der Netzanbindung, Haftungsrisiken, fehlende Kreditwürdigkeit beteiligter Unternehmen, ungünstige Veränderungen im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) oder Prognosen, dass die Einspeisevergütung abgesenkt wird, gefährden den Ausbau der Offshore-Windenergie mehr als Vorgaben des Schallschutz-Grenzwertes, erwiderten darauf VertreterInnen der Offshore-Windenergiebranche.

### **Problem der Mehrfachbeschallung**

Bei dem geplanten Ausbau der Windenergie auf See werden Meerestiere einer Mehrfachbeschallung ausgesetzt. Die Akkumulation von vielen Tausend Schallimpulsen kann zu einer stärkeren Schädigung des Gehörs führen. Um diese Schädigung zu vermeiden, kommen aus Sicht von VertreterInnen der Wissenschaft und der Naturschutzverbände entweder eine Vergrößerung des Sicherheitsradius oder eine Pegelreduktion beim Grenzwert in Betracht. In einer erweiterten Sicherheitszone, z. B. von derzeit 750 m auf einen 5 km-Radius, ist eine Beobachtung der Schweinswale allerdings aufgrund der Größe des Radius kaum mehr möglich. Daher müsste der Grenzwert nach unten korrigiert werden. Vor dem Hintergrund des

geplanten Ausbaus der Offshore-Windkraft in den deutschen Meeresgewässern müssen Methoden zur Erfassung der kumulativen Effekte entwickelt und angewendet werden. Aktuell laufen Studien zu TTS-Auslösung durch Mehrfachbeschallung bei Schweinswalen.

Darüber hinaus sind auch Schallemissionen von mehreren Baustellen im selben Zeitraum problematisch. Dies kann dazu führen, dass Schweinswale zwischen verschiedenen Gebieten hin- und hergetrieben werden und durch die vermehrte Aktivität ihr Energiebudget erheblich belasten. Besonders kritisch ist dies für Mutter-Kalb-Paare. Derzeit trägt das BSH diesen kumulativen Schalleffekten über entsprechende Nebenbestimmungen Rechnung, sofern die Effekte eindeutig und rechtssicher einem Verursacher zugeordnet werden können. In naher Zukunft wird aus Sicht der Genehmigungsbehörde der zu erwartende gleichzeitige Bau der drei Windparks *DanTysk*, *Nordsee Ost*, *Meerwind Süd/Ost* nahe dem FFH-Gebiet *Sylter Außenriff* möglicherweise kumulative Schalleffekte verursachen. Die Monitoring-Ergebnisse der zu erwartenden gleichzeitigen Baustellen sollen die Erkenntnisse über kumulative Effekte erweitern.

### Viele ungeregelte lärmverursachende maritime Nutzungen

Darüber hinaus wurde von TeilnehmerInnen verschiedener Branchen gefordert, dass ein nutzungsübergreifendes Konzept zum Umgang mit Unterwasserschall eingeführt wird. Die kumulativen Schalleinträge der unterschiedlichen Nutzungen im Meer, wie etwa Schifffahrt, Seismik oder militärische Aktivitäten sollten erfasst und in Schutzkonzepte integriert werden.



**Abb. 41:** Teilnehmer der Podiumsdebatte I, v.l. MdB Ingbert Liebing, Michael Spielmann (DUH 2012)

Erfassungsmethoden für kumulative Schalleffekte aller Nutzungen müssen entwickelt und angewendet werden. Bei Munitionssprengungen im Baufeld von Windparks schreibt die Genehmigungsbehörde den Einsatz von Blasenschleiern vor, die Einführung eines Lärmschutzwertes ist in diesen Fällen jedoch bisher nicht vorgesehen.

### Deutsche Naturschutzstandards im Vergleich mit den Nachbarländern

In anderen EU-Ländern (außer in Belgien) werden Offshore-Windparks ohne Lärmschutzwerte gebaut, jedoch werden dort in der Regel andere Lärmschutzmaßnahmen ergriffen. Die Niederlande legen in ihren Genehmigungen Bauausschlusszeiten fest (primär um Fischlaich als Nahrungsgrundlage von Wattvögeln nicht zu gefährden), Großbritannien schließt mit visuellen und akustischen Beobachtung aus, dass sich Meeressäuger innerhalb einer 500-Meter-Zone um den Rammpfahl befinden (Marine Mammal Observation). Nach Auffassung von einigen VertreterInnen der Offshore-Windenergie-Branche beeinflussen unterschiedliche Naturschutzstandards in den für einen Ausbau der Offshore-Windenergie in Fra-

ge kommenden Ländern Investitionsentscheidungen der Branche. Andere TeilnehmerInnen waren der Meinung, dass in Ländern, in denen niedrigere Naturschutzstandards bzw. Schallschutzmaßnahmen gelten, z. B. in Großbritannien, nicht verstärkt Investitionen getätigt werden. Allerdings geht auch in anderen Ländern der Trend zu strikteren Auflagen, beispielsweise wurde der deutsche Lärmschutzwert von Belgien im Rahmen der Umsetzung der MSRL als Indikator übernommen. Auch sind nicht alle Vorgaben in anderen Ländern günstig für die Offshore-Windenergie. In Deutschland werden durch das BSH für den Bereich der AWZ beim Schallschutz trotz gleicher europarechtlicher Vorgaben weitergehende Maßnahmen als in den Nachbarländern beauftragt. Mitglieder des Bundestages räumten ein, dass auch wenn bei uns höhere Umweltstandards gelten, Deutschland dennoch in vielen Bereichen Weltmarktführer sei. Unternehmen in Deutschland können somit international wettbewerbsfähig bleiben, ohne sich an niedrigen Standards zu orientieren. Naturverträgliche Schutzkonzepte könnten so zu attraktiven Exportschlägern werden.

Insgesamt argumentierten die Teilnehmer im Publikum und auf dem Podium konstruktiv. Viele aktuelle und wichtige Themen wie z. B. das Problem der Mehrfachbeschallung und die notwendige Koordination von Bauaktivitäten, die bei zukünftig verstärkter Bauaktivität eine wichtige Rolle spielen werden, wurden in den Diskussionen angesprochen. Uneinigkeit herrschte bei der Definition des Standes der Technik und bei den Anforderungen an die Ausgestaltung des geplanten Schallschutzkonzepts der Bundesregierung.

## Literaturverzeichnis

*Anmerkung: Zugangsdatum zu allen Internetquellen: Dezember 2012*

- BMU (2012): Rede von Ursula Heinen-Esser anlässlich einer informellen Konsultation der Eckpunkte des Schallschutzkonzepts des BMU vom 05.11.2012. Berlin. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). [<http://www.bmu.de/bmu/presse-reden/reden/detailansicht/artikel/rede-von-ursula-heinen-esser-anlaesslich-einer-informellen-konsultation-der-eckpunkte-des-schallschutzkonzepts-des-bmu/>]
- BSH (2011): Offshore-Windparks: Messvorschrift für Unterwasserschallmessungen – Aktuelle Vorgehensweise mit Anmerkungen, Anwendungshinweise. Hamburg. S. 17. Bundesamt für Schifffahrt und Hydrographie (BSH). [<http://www.bsh.de/de/Produkte/Buecher/Standard/Messvorschrift.pdf>]
- BSH (2012a): Leitsätze für die Anwendung der Eingriffsregelung innerhalb der ausschließlichen Wirtschaftszone und auf dem Festlandsockel im Rahmen von § 58 Abs. 1 Satz 2 BNatSchG. S. 1. Bundesamt für Schifffahrt und Hydrographie (BSH). [[http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/Windparks/Grundlagen/Leitsaetze\\_Eingriffsregelung.pdf](http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/Windparks/Grundlagen/Leitsaetze_Eingriffsregelung.pdf)]
- BSH (2012b): Rundbrief des Bundesamt für Schifffahrt und Hydrographie zur Genehmigung für die Errichtung von Anlagen, § 2 Seeanlagenverordnung (SeeAnIV); hier: Rammschall – Standardnebenbestimmung Nr. 14 – Basic Design gemäß Standard Konstruktion; auch in Verbindung mit Standardnebenbestimmung Nr. 23 (Meilensteinplan) vom 20.06.2012. Bundesamt für Schifffahrt und Hydrographie (BSH). [[www.bsh.de/de/Produkte/Buecher/Standard/Rundbrief.pdf](http://www.bsh.de/de/Produkte/Buecher/Standard/Rundbrief.pdf)]

- STIFTUNG OFFSHORE-WINDENERGIE (2012): Vermeidung von Unterwasserschall bei der Rammung von Offshore-Anlagen. [[http://www.offshore-stiftung.com/60005/Uploaded/Offshore\\_Stiftung|120504\\_AG\\_Betreiber\\_Schallschutz\\_Papier.pdf](http://www.offshore-stiftung.com/60005/Uploaded/Offshore_Stiftung|120504_AG_Betreiber_Schallschutz_Papier.pdf)]
- UBA (2011): Information Unterwasserlärm – Empfehlung von Lärmschutzwerten bei der Errichtung von Offshore-Windenergieanlagen (OWEA). Dessau-Roßlau. S. 3 Umweltbundesamt (UBA). [<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4118.pdf>]
- UMWELT- UND NATURSCHUTZVERBÄNDE (NATURSCHUTZBUND DEUTSCHLAND E.V. (NABU), WHALE & DOLPHIN CONSERVATION SOCIETY (WDCS), WORLD WIDE FUND FOR NATURE (WWF), GREENPEACE, BUND FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ DEUTSCHLAND E.V. (BUND), DEUTSCHE UMWELTHILFE E. V. (DUH), DEUTSCHER NATURSCHUTZRING, DACHVERBAND DER DEUTSCHEN NATUR- UND UMWELTSCHUTZVERBÄNDE (DNR) E.V. UND INTERNATIONAL FUND FOR ANIMAL WELFARE (IFAW)) (2011): Verbändestellungnahme zum Lärmschutz bei der Errichtung von Offshore-Windenergieanlagen.
- UMWELT- UND NATURSCHUTZVERBÄNDE (NATURSCHUTZBUND DEUTSCHLAND E.V. (NABU), WHALE & DOLPHIN CONSERVATION SOCIETY (WDCS), WORLD WIDE FUND FOR NATURE (WWF), GREENPEACE, BUND FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ DEUTSCHLAND E.V. (BUND), DEUTSCHE UMWELTHILFE E. V. (DUH), DEUTSCHER NATURSCHUTZRING, DACHVERBAND DER DEUTSCHEN NATUR- UND UMWELTSCHUTZVERBÄNDE (DNR) E.V. UND INTERNATIONAL FUND FOR ANIMAL WELFARE (IFAW)) (2012): Verbändestellungnahme zum Positionspapier der Stiftung Offshore-Windenergie zum Unterwasserschallschutz.

## Rechtsquellen

*Anmerkung: Zugangsdatum zu allen Internetquellen: Dezember 2012*

Richtlinie 2008/56/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juni 2008 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie) (RL 2008/56/EG). ABl. L 164 vom 25.6.2008, S. 19–40 [<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:164:0019:0040:de:PDF>]

## **Podiumsdebatte II: Naturverträglicher Ausbau der Offshore-Windenergie durch innovative Lösungen beim Schallschutz? – Rechtliche, planerische und technische Anforderungen**

Zusammengefasst von: LAURA KLEIN, DEUTSCHE UMWELTHILFE E.V.  
SVEN KOSCHINSKI, MEERESZOOLOGIE  
KARIN LÜDEMANN, WISSENSCHAFTSBÜRO HAMBURG  
ULRICH STÖCKER, DEUTSCHE UMWELTHILFE E.V.

### **TeilnehmerInnen der Podiumsdebatte:**

Dr. Peter Ahmels, Deutsche Umwelthilfe e.V. (Moderation und Gesprächsleitung)  
Christian Dahlke, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie  
Jürgen Hepper, Trianel Windkraftwerk Borkum GmbH & Co KG  
Bob Jung, IHC Merwede B.V.  
Thomas Merck, Bundesamt für Naturschutz  
Prof. Dr. Alexander Proelß, Universität Trier  
Tobias Verfuß, Projektträger Jülich  
Stefanie Werner, Umweltbundesamt

### **Technischer Fortschritt beim Unterwasserschallschutz**

Die TeilnehmerInnen der Podiumsdiskussion waren sich einig, dass gerade in den letzten Jahren viele Schallschutztechnologien erheblich weiterentwickelt wurden. Vor einigen Jahren gab es erste Projektideen, Prototypen wurden getestet. Heute bietet eine größere Anzahl von Unternehmen serieneinsatztaugliche technische Systeme an. Betreiber von Offshore-Windparks können je nach Projekt- und Standortbedingungen auf unterschiedliche technische Schallschutzlösungen am Markt zugreifen. Auf der Tagung wurde der derzeitige Entwicklungsstand und die noch zu bewältigenden Anforderungen an die Weiterentwicklung einer Vielzahl von Verfahren zur Minderung von Unterwasserschall bei Impulsrammung sowie schallarme Gründungsvarianten vorgestellt.

In der Podiumsdiskussion wurden die verschiedenen Schallschutzsysteme, die während der Tagung präsentiert wurden, und ihre Entwicklungsstadien, diskutiert. Unter den Minderungsverfahren gehören dazu verschiedene Blasenschleierkonzepte (großer und verschiedene Varianten des kleinen Blasenschleiers), Schallschutzmäntel (IHC Noise Mitigation System, BEKA-Schale), unterschiedliche Kofferdamm-Applikationen und Hydroschalldämpfer. Als alternative Gründungskonzepte wurden gebohrte Fundamente, Schwergewichts-, Schwimm- und Bucketfundamente präsentiert. Als wichtiges Element der Forschungspolitik fördert der Projektträger Jülich (PTJ) mit Mitteln des BMU mehrere Varianten an Stelle nur einer speziellen technischen Lösung.

### **Schallschutz in der Praxis**

Auf Nachfragen aus dem Publikum wurden von verschiedenen PodiumsteilnehmerInnen und TagungsteilnehmerInnen die gängige Praxis des Rammvorgangs beim Bau von Offshore-Windenergieanlagen erläutert und kontrovers diskutiert. Auch wurden die in nächster Zeit

geplanten Windparkerrichtungen und die dabei vorgesehenen Schallschutzmaßnahmen vorgestellt. Das erforderliche Schallschutzkonzept bei der Errichtung von Windparks besteht aus mehreren Komponenten. Zusätzlich zu Schallminderungsverfahren wird von der Genehmigungsbehörde, dem BSH, der Einsatz sog. Pinger und Sealscarer vorgeschrieben, um Schweinswale durch akustische Signale aus dem Rammgebiet zu vertreiben. Pinger haben eine Reichweite von einigen hundert Metern, Sealscarer von einigen tausend Metern und beugen – jedoch auf Kosten der Vertreibung der Tiere - Hörschäden bei Meeressäugtieren vor. Da sich die Schallenergie von mehreren Rammschlägen im Gehör der Schweinswale akkumuliert, wird den Betreibern vom BSH auch Dauer und Ausgestaltung der sog. Ramp-Up-Prozedur, d. h. ein kontinuierlicher Anstieg der eingesetzten Rammenergie zur Auflage gemacht. Durch die zeitliche Abfolge des Einsatzes der Pinger, gefolgt von Sealscarer und anschließender Ramp-Up-Prozedur soll erreicht werden, dass die Tiere den Gefahrenbereich um die Rammstelle verlassen können. Je weniger Schläge zu Beginn der Rammung



erfolgen, desto weniger schädigende Schallenergie kann sich akkumulieren, während die Schweinswale aus dem Rammgebiet wegschwimmen. Dies ist besonders für Schweinswal-Mutter-Kalb-Paare relevant, die langsamer als 20 km/h schwimmen und den Gefahrenbereich daher nur langsam verlassen können.

**Abb. 42:** Teilnehmer der Podiumsdebatte II, v.l. Bob Jung, Prof. Dr. Alexander Proelß (DUH 2012)

Das Jahr 2012 wird von einigen Akteuren als Durchbruch beim technischen Schallschutz gesehen. Wie bereits in der Einleitung angesprochen, wird vom UBA der duale Lärmschutzwert (Einzelereignis-Schalldruckpegel (SEL) von 160 Dezibel (dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ ) und ein Spitzenschalldruckpegel ( $\text{SPL}_{\text{peak-peak}}$ ) von 190 dB re 1  $\mu\text{Pa}$  in jeweils 750 m Entfernung zur Schallquelle) empfohlen (UBA 2011). Seit Mitte 2008 schreibt das BSH den Grenzwert von 160 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$  (SEL) und wenig später zusätzlich den zweiten Grenzwert des dualen Kriteriums von 190 dB  $\text{SPL}_{\text{peak-peak}}$  in 750 m Entfernung zur Schallquelle in den Genehmigungsbescheiden rechtsverbindlich fest<sup>14</sup> (BSH 2012). Die Schallschutz-Grenzwerte sind innerhalb der Offshore-Windenergiebranche weitgehend akzeptiert, ihre Einhaltung ist in vielen Fällen technisch möglich. Dies hat nach vorläufigen Ergebnissen auch der erfolgreiche Einsatz des großen Blasenschleiers (*Hydrotechnik Lübeck*) bei dem *Trianel Windpark Borkum* gezeigt. Bei drei Offshore-Windparks (*DanTysk*, *Nordsee Ost*, *Meerwind Süd/Ost*) nahe dem Fauna-Flora-Habitat-Gebiet (FFH-Gebiet) *Sylter Außenriff*, einem Konzentrationsgebiet von Schweinswalen, ist der Baubeginn bereits erfolgt bzw. soll er im Winter 2012/13 erfolgen. Die drei Parks setzen im Rahmen des vom BSH geforderten Schallschutzkonzept-

<sup>14</sup> siehe Fußnote 11



tes (Vergrämung, Ramp-Up-Prozedur, Schallvermeidungs- und Schallminderungsmaßnahmen, etc.) auf den großen oder den doppelten Blasenschleier als Schallminderungsmaßnahme.

### **Stand der Technik, beste verfügbare Techniken oder beste bewährte Verfahren?**

Der Begriff „Stand der Technik“ wird in Deutschland für Verfahren genutzt, deren praktische Eignung als gesichert erscheint und deren Funktionsfähigkeit zumindest in Versuchen erprobt ist. EU-rechtlich und völkerrechtlich wird häufig von der Anwendung von „best available techniques“ (BATs) und „best environmental practices“ (BEPs) gesprochen. So wird im Rahmen des OSPAR-Übereinkommens gefordert, Schallschutzmaßnahmen zu entwickeln und anzuwenden sowie Leitlinien für die beste Umweltpraxis (best environmental practices, BEP) und die besten verfügbaren Techniken (best available techniques, BAT) zu schaffen, um Schalleinträge und ihre Auswirkung auf die Umwelt zu mindern (OSPAR 2010a, OSPAR 2010b).

Wie bisherige Messungen zeigen, ist mit Schallminderungsverfahren eine Minderung um rund 10 bis 20 dB (SEL, Breitband-Summenpegel) möglich. Schallminderungsverfahren und alternative Gründungsverfahren sind jedoch noch in der (Weiter-)Entwicklung. Obwohl die Technik der Blasenschleier als zuverlässig gilt, gewährleistet zurzeit kein Anbieter, dass mit seinem Schallschutzsystem der Grenzwert bei allen Standort- bzw. Projektbedingungen eingehalten werden kann. Messergebnisse eines Standortes sind nicht ohne weiteres auf andere Standorte übertragbar, die Techniken müssen sich noch bei unterschiedlichen Bedingungen bewähren. Eine gute Zusammenarbeit zwischen den Baufirmen und den Betreibern des Schallschutzes vor Ort ist essentiell für die Wirksamkeit der jeweils eingesetzten Schallschutztechnik. Während der derzeitigen Bauaktivitäten werden häufig verschiedene Varianten der gewählten Minimierungstechnik am Rammpfahl vor Ort getestet. Pragmatisch gesehen lässt sich wohl kaum ein wesentlicher Fortschritt bei den Bestrebungen, die Schallschutztechniken zu optimieren, erzielen, wenn man bei diesen Tests nicht auch in Kauf nimmt, den Grenzwert nicht in jedem Einzelfall einzuhalten. Nach Ansicht von Vertretern der Naturschutzverbände bewegen sich einige Schalltechnologien bereits seit einiger Zeit im Bereich der „best available techniques“. Von juristischer Seite wurde darauf hingewiesen, dass es im Beurteilungsspielraum des Gesetzgebers bzw. der Fachbehörden liegt, wann ein „Stand der Technik“ vorliege. In den Diskussionen um den Stand der Technik konnte zwischen den unterschiedlichen Akteuren keine Einigkeit erzielt werden.

### **Ist ein neuer Grenzwert für die Vermeidung von Störungen notwendig?**

Auch diese Frage wurde von den Fachakteuren auf dem Podium und im Publikum kontrovers diskutiert. Bezogen auf akustische Beeinträchtigungen bezeichnet der Begriff der Störung bei Tieren Verhaltensänderungen oder physiologische Veränderungen, die zwar nicht zu Verletzung oder Tod betroffenen Tiere führen, die jedoch oberhalb der Hörbarkeitsgrenze liegen und sich negativ auf das Energie- und/ oder Zeitbudget der Tiere auswirken. Nach § 44 des Bundesnaturschutzgesetzes ist es verboten, wild lebende Tiere der streng geschützten Arten und der europäischen Vogelarten während der Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Mauser-, Überwinterungs- und Wanderungszeiten erheblich zu stören. Eine erhebliche Störung liegt vor, wenn sich dadurch der Erhaltungszustand der lokalen Population einer Art verschlechtert. Aus den baubegleitenden Untersuchungen beim dänischen Offshore-

Windpark *Horns Rev II* und beim deutschen Windpark *alpha ventus* lässt sich ableiten, dass messbare, statistisch nachweisbare Störungen in Form von Verhaltensänderungen, z. B. Fluchtverhalten bei Schweinswalen ab einem Einzelereignis-Schalldruckpegel (SEL) von ca. 136 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$  auftreten. Nach einer Prognose auf Basis der Monitoring-Ergebnisse beim Bau verschiedener Offshore-Windparks wird dieser Wert bis in 10 km Entfernung zur Rammstelle überschritten, sofern der 160 dB (SEL)-Grenzwert in 750 m Entfernung eingehalten wird. Nach Ansicht der Naturschutzverbände ist es daher erforderlich, zu dem bestehenden Grenzwert einen zusätzlichen Grenzwert für Störung auslösenden Impulsschall festzulegen. Aus rechtlicher Sicht sollte beim Thema Störung die Weiterentwicklung des Grenzwertes und der Genehmigungspraxis von der Forschung begleitet werden. Auch sei der derzeit geltende Grenzwert nicht unveränderlich, sondern könne durch den fortschreitenden Erkenntnisgewinn, z. B. durch das baubegleitende Monitoring oder durch Ergebnisse aus Forschungsprojekten eine Anpassung erfahren.

Das BfN weist seit langem darauf hin, dass der Störungstatbestand im Sinne des BNatschG der konkretisierenden Auslegung bedarf. In absehbarer Zeit müssten Maßnahmen zur Störungsvermeidung ergriffen werden. Im Fall von Schweinswal-Mutter-Kalb-Paaren kann eine Störung schlimmstenfalls zur dauerhaften Trennung von Mutter und Kalb und somit am Ende zum Tod des Kalbes führen. Das BfN begrüßt sehr, dass bei aktuellen Bauaktivitäten in Deutschland untersucht wird, welchen Einfluss die unterschiedlichen Schallminderungsverfahren auf Störungsreaktionen von Schweinswalen und auf Störradien haben. Naturschutzverbände sind der Auffassung, dass diese neuen Erkenntnisse beeinflussen, wie bestehende und möglicherweise neu festzulegende Schallgrenzwerte angepasst bzw. verändert werden



**Abb. 43:** Teilnehmer der Podiumsdebatte II, v.l. Tobias Verfuß, Christian Dahlke (DUH 2012)

müssen. Auch im Rahmen der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) werden Kriterien für Schallschutzgrenzwerte erarbeitet. Das Thema Störung ist dabei ebenfalls relevant. Aktuell werden in einem BfN-Forschungsvorhaben die Reaktionen von einzelnen Schweinswalen auf anthropogenen Unterwasserschall untersucht.

TeilnehmerInnen aus der Offshore-Branche forderten, nicht verfrüht einen neuen Grenzwert einzuführen. Bisher lägen von zu wenigen Projektstandorten entsprechende Daten für eine belastbare Entscheidung über einen Grenzwert zur Vermeidung von Störungen vor. Die Ergebnisse der Begleitforschung der Offshore-Baustellen im ersten Halbjahr 2013 sollten in die Diskussion um einen neuen Grenzwert einbezogen werden. Das PTJ wies darauf hin, dass Meerestiere auf die Anwendung verschiedener Schallschutz-Systeme unterschiedlich reagieren könnten. Zukünftige Projekte der ökologischen Begleitforschung sollten diese Erkenntnisse aufgreifen.

Aus juristischer Sicht, findet sich in der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie die Formulierung eines Verbots der „absichtlichen Störung“ der in ihren Anhängen aufgeführten Arten (Art. 12, Abs. 1 RL 2006/105/EG). Der Europäische Gerichtshof (EuGH) hat dies dahingehend konkretisiert, dass bereits eine Vorhersehbarkeit der Störung ausreiche. Die deutsche Gesetzgebung verzichtet bewusst auf das Element der Absichtlichkeit der Störung. Stattdessen stellt das BNatschG in § 44 auf den Begriff der erheblichen Störung ab. Die FFH-RL enthält dieses Element nicht, anders als die Vogelschutz-Richtlinie. Wegen der uneinheitlichen Normtexte sollte aus juristischer Sicht der Begriff „erhebliche Störung“ daher in einem weiteren Sinn interpretiert werden. Der Störungstatbestand sollte erfüllt sein, wenn auf Grundlage von wissenschaftlichen Erkenntnissen eine Störungswirkung nahe liegt.

### **Störung mit fatalen Folgen**

An der niederländischen Küste gibt es mehrere Hundert Schweinswal-Totfunde pro Jahr, mehr als ein Drittel dieser Tiere ist unterernährt oder verhungert. Eine schallinduzierte Störung kann die Nahrungssuche unterbrechen und so ein unterernährtes Tier weiter schwächen oder sogar töten. Eine solche Störung könnte dann auch populationsrelevante Auswirkungen haben. Das BfN befürwortet, in den für die Population besonders sensiblen Lebensphasen, z. B. in Fortpflanzungs- und Aufzuchtzeiten, in wichtigen Gebieten, z. B. mit hohen Individuenzahlen, schallinduzierte Störungen durch geeignete Schutzmaßnahmen auszuschließen. Für die Einführung solcher saisonaler Maßnahmen käme beispielsweise der Bereich des FFH-Gebiets *Sylter Außenriff* mit seinen hohen Schweinswalbeständen im Zeitraum von Mai bis August in Frage, um eine populationsrelevante Störung zu verhindern. Aus Sicht der Offshore-Windenergiebranche sollten hingegen die Ergebnisse aus Forschung und Monitoring, z. B. der geplanten Windparks um das FFH-Gebiets *Sylter Außenriff*, abgewartet werden. Aufgrund der wenigen verfügbaren Bautage auf See werden Rammausschlusszeiten von der Offshore-Windenergiebranche abgelehnt.

### **Vertriebene Schweinswale**

In der Diskussion um die Einführung eines Schallgrenzwertes für Störungen wiesen Wissenschaftler auf den korrekten Umgang mit Messergebnissen aus der ökologischen Begleitforschung beim Bau von Offshore-Windenergieanlagen hin. Einzelne Schweinswal-Erfassungen per Flugzeug (mit und ohne Rammarbeiten) spiegeln Momentaufnahmen der Schweinswalverteilung wider. Die Zusammenhänge sind jedoch sehr viel komplexer. Auch ohne Rammung zeigen die Ergebnisse der Hydrophon-Messungen eine heterogene Verteilung der Tiere. Laut BfN nimmt nach bisherigen Erkenntnissen die Störung mit der Distanz zur Schallquelle graduell ab. Unklar ist allerdings der Verlauf des Gradienten. Unklar ist weiterhin, wie weit die Tiere tatsächlich den Einflussbereich verlassen, da Schweinswale, die aus dem Nahbereich um eine Rammung flüchten, in größeren Entfernungen die dort geflüchteten ersetzen könnten. Weiter von der Schallquelle entfernte Gebiete sind zwar gestört, aber trotzdem nicht frei von Schweinswalen. Durch diesen, v. a. bei Rammungen von kurzer Dauer auftretenden Effekt wird die tatsächliche Ausprägung der Störung bzw. Fluchtreaktion verwässert oder ist gar nicht nachweisbar. Diese beiden Aspekte müssen in der Diskussion um die Beurteilung der Auswirkungen berücksichtigt werden.

### Kumulative Schalleffekte in der Praxis

Kumulative Schalleinträge können auch bei niedrigeren Schallpegeln temporäre Hörschwellenverschiebungen bei Schweinswalen auslösen, d. h. Verletzungen der Tiere auslösen. Der aktuelle Grenzwert gilt für ein Einzelereignis, da noch keine verlässlichen Erkenntnisse aus realen Mehrfachbeschallungen vorliegen. In ihm enthalten sind allerdings erste Sicherheitsabschläge, um der kumulativen Wirkung einer Mehrfachbeschallung und einer anzunehmenden individuellen Variabilität in der akustischen Belastbarkeit der Schweinswale Rechnung zu tragen. Erste modellhafte Berechnungen von Mehrfachbeschallungen in der UBA-Empfehlung auf Basis von SOUTHALL ET AL. (2007) zeigen, dass ein Schweinswal im Falle einer Fluchtbewegung bei einem empfangenen SEL von 160 dB in 750 Metern zur Rammstelle und einer angenommenen Schwimmgeschwindigkeit von 6,2 Metern pro Sekunde durch die kumulative Schallbelastung, die beim Rammen einer Tripodkonstruktion unter den Gegebenheiten des Windparks *alpha ventus* freigesetzt wird, einem kumulativen Schallexpositionspegel von 162,5 dB ausgesetzt wird. Betrachtet man erwachsene Seehunde, erhöht sich aufgrund der geringeren Schwimmgeschwindigkeit dieser Wert auf 163,4 dB. In diesen Fällen verhindert das gültige duale Kriterium nach Einschätzung des UBA eine physische Schädigung im Sinne einer TTS.



**Abb. 44:** Teilnehmer der Podiumsdebatte II, v.l. Thomas Merck, Jürgen Hepper (DUH 2012)

Berechnungen des UBA unter Einbezug der kumulativen Schalleffekte zeigen aber, dass bei Einhaltung des Lärmschutzwertes die Schwimmgeschwindigkeit von Schweinswal-Mutter-Kalb-Paaren zu gering ist, um die Gefahrenzone rasch genug zu verlassen. Daher prüfen UBA und BfN, welche zusätzlichen Schallschutzmaßnahmen in Zeiträumen, in denen Mutter-Kalb-Paare präsent sind, notwendig sind. Naturschützer forderten, durch ein entsprechendes Monitoring und Forschungsprojekte auch Daten zu kumulativen Schalleffekten zu erheben.

Aktuell finden Rammarbeiten bei den drei Offshore-Windparks (*DanTysk, Nordsee Ost, Meerwind Süd/Ost*) nahe dem FFH-Gebiet *Sylter Außenriff*, einem Konzentrationsgebiet von Schweinswalen, statt. Bei einem weiteren Projekt hat das BSH im Rahmen des Monitorings dem Einsatz von akustischen Online-Beobachtungen zugestimmt. Verteilung und Bewegung der Schweinswale sollen so vor, während und nach den Rammarbeiten mit Hilfe von Hydrophonsystemen beobachtet werden. Untersucht wird u. a. auch, ob die Vergrämungsmaßnahmen wirken und ob kumulative Schalleffekte auftreten. Laut BSH besteht eine Variante des Umgangs mit kumulativen Schalleffekten darin, die Bauaktivitäten verschiedener Parks tage- oder stundenweise so zu regeln, dass Rammungen nicht parallel stattfinden. Dadurch werden die Schweinswale u. U. jedoch hin und her getrieben und an einem Tag mehrmals vertrieben. Um diesem Effekt zu verhindern, ist es auch denkbar, an mehreren Standorten zeitgleich aus einer Richtung zu rammen, mit einer anschließenden Ruhephase.

### Schallschutz im Rahmen der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL)

Nach der MSRL soll sich die Einleitung von Energie, einschließlich Unterwasserlärm, bis 2020 in einem Rahmen bewegen, der sich nicht nachteilig auf die Meeresumwelt auswirkt (Deskriptor 11 der MSRL) (EU 2008). Das UBA wies darauf hin, dass aktuell auf europäischer Ebene die „Technical Subgroup on Underwater Noise and other forms of Energy“ Empfehlungen erarbeitet, wie der Deskriptor 11 erfasst und umgesetzt wird (EC 2012). In ihrem Bericht vom Februar 2012 werden Kriterien festgelegt, von welchem Zeitpunkt an die Auswirkungen von Unterwasserschall auf Biota als signifikant zu werten sind, d. h. es wird ausgeführt, wie der Deskriptor 11 der MSRL zu interpretieren ist (VAN DER GRAAF ET AL 2012). Darin wird auch beschrieben, dass das Thema Störung Beachtung finden muss.

Auch national wurden erste Vorgaben auf Behördenebene erarbeitet. Im Rahmen eines F+E-Vorhabens des UBA wird ein Katalog erstellt, der alle relevanten Lärmquellen in deutschen Gewässern erfasst sowie eine Software entwickelt, die eine Einzel- und Gesamtbewertung der dort vorkommenden natürlichen und anthropogenen Schallereignisse ermöglicht. Ziel dieses Projektes ist, deren Verteilung und Ausbreitung in interaktiven Karten abzubilden. Darauf aufbauend sollen die biologischen Auswirkungen sowohl singulärer als auch kumulativer Lärmeinträge auf ausgewählte Meerestiere visuell dargestellt werden können.

Im Rahmen der Umsetzung der MSRL ist das Thema Unterwasserlärm umfassend zu betrachten. Das bedeutet, dass bei dem Bau von Offshore-Windenergie-Anlagen auch andere Lärmquellen und Gefährdungen der Schweinswale (Schadstoffbelastung, Strangulation, Fischerei, Meeresmüll etc.) durch Untersuchungen von Bund und Ländern einzubeziehen sind. VertreterInnen des Naturschutzes forderten, entsprechend der MSRL Vorsorge zu betreiben,



bis konkrete Forschungsergebnisse vorliegen. Die Diskussion um die Umsetzung der Vorgaben der MSRL hinsichtlich eines wirksamen Lärmschutzes mariner Organismen zeigte insgesamt, dass hier eine Reihe weiterer Möglichkeiten im Hinblick auf einen wirksamen Unterwasserschallschutz bestehen.

**Abb. 45:** TeilnehmerInnen der Podiumsdebatte II, v.l. Dr. Peter Ahmels, Stefanie Werner (DUH 2012)

### Untersuchung toter Schweinswale auf Gehörschäden

Jahre lang wurden tot aufgefundene Schweinswale auf die Todesursache im Rahmen sog. Gesundheitsuntersuchungen untersucht. Diese zuletzt durch die Küstenländer finanzierten pathologischen Untersuchungen wurden in Schleswig-Holstein vom Institut für Terrestrische und Aquatische Wildtierforschung der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover in Büsum (ehemals Forschungs- und Technologiezentrum Westküste (FTZ), Büsum, Außenstelle der Universität Kiel) sowie in Mecklenburg-Vorpommern vom Deutschen Meeresmuseum durch-

geführt. Auf Gehörschäden wurden die gestrandeten Schweinswale in einem speziellen Projekt, die vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) finanziert wurden, untersucht. Diese speziellen Untersuchungen des Gehörs wurden 2010 eingestellt. Auch die Gesundheitsuntersuchungen finden seit 2010 in Schleswig-Holstein nicht mehr statt. Im Jahr 2012 hat einmalig die Ostseestiftung für Ostseeschweinswale die Untersuchungen übernommen.

Die Durchführung der Untersuchungen des Gehörs erfordern nicht nur eine funktionierende Kühlkette, sondern den Tieren muss – zum Nachweis von Hörschäden – auch wenige Stunden nach dem Tod das Innenohr herauspräpariert werden. Angesichts der Ausbauziele für die Offshore-Windenergie forderten Naturschützer, die Untersuchungen im Rahmen eines Bundesländer übergreifenden Programms unbedingt wieder aufzunehmen, um zu klären, ob ein Zusammenhang zwischen Schalleinträgen (u. a. von den Rammarbeiten beim Bau der Windkraft-Anlagen) und (Gehör-)Schädigungen von Schweinswalen besteht. Die Todesursachen (es können auch Schiffskollisionen oder Beifänge sowie Infektionskrankheiten durch ein geschwächtes Immunsystem sein) müssten erfasst und mögliche Veränderungen der Strandungsdaten über die Jahre untersucht werden. Zudem sollten Driftmodelle einbezogen werden. BfN, UBA und BSH unterstützten den Appell von Naturschützern und wollen sich um eine Wiederaufnahme der Untersuchungen bemühen. Die Behörden warnten jedoch vor zu hohen Erwartungen, denn ein Wirkzusammenhang zwischen der Todesursache und den Rammarbeiten auf See ist schwer nachzuweisen. Ursachen für Gehörschädigungen können z. B. auch seismische Untersuchungen oder nicht öffentlich bekannte militärische Aktivitäten sein. Entscheidend ist jedoch die kumulative Belastung der Schweinswale zu beurteilen, um ihren Erhalt zu sichern.

### **Schallschutz für Fische und Bodenlebewesen**

Der Bau von Offshore-Windparks ist ein massiver Eingriff in das komplexe Ökosystem Meer. Außer Meeressäugetieren, wie der streng geschützte Schweinswal, werden laut WissenschaftlerInnen auch Fischarten und Bodenlebewesen (Benthos) beeinträchtigt. WissenschaftlerInnen hinterfragten die Einstufung der gefährdeten bzw. geschützten Arten, z. B. der Roten Liste Deutschlands und der Anhänge der FFH-RL, wobei letztere rechtsverbindlich sind. Auch von juristischer Seite wurde eingeräumt, dass die Kriterien, die Listen und das Verfahren ihrer Erstellung immer wieder kritisiert werden, denn z. T. werden bestimmte Arten aufgrund ihrer kommerziellen Nutzung nicht in die Listen aufgenommen. Das UBA rät, Fischarten nicht nur im Rahmen der FFH-RL, sondern auch im Kontext der MSRL, z. B. im Hinblick auf trophische Ebenen und auf den Deskriptor 4, d. h. Nahrungsnetze mit einer normalen Häufigkeit und Vielfalt, zu betrachten (RL 2008/56/EG). In den Niederlanden wurden z. B. Rammausschlusszeiten zum Schutz von Fischlaich als Nahrungsgrundlage für geschützte, das Wattenmeer bewohnende Vögel eingerichtet. Das BfN kündigte an, zukünftig vermehrt wissenschaftliche Vorhaben zu den Auswirkungen von Unterwasserschall auf Fische und Benthosorganismen fördern zu wollen. Andere Behörden und die Offshore-Branche wurden aufgefordert, diese Forschung zu unterstützen.

### **Transparenter Zugang zu allen Projektdaten**

TeilnehmerInnen wünschten sich den transparenten Zugang zu einer zentralen und benutzerfreundlichen Datensammlung zum Thema Schallschutz und den Messergebnissen bei der

Errichtung der Offshore-Windparks, z. B. über eine Internet-Plattform. Das BSH, dem die Daten der einzelnen Bauvorhaben auf See vorliegen, wies auf die Schwierigkeit einer zeitnahen Zusammenführung von Daten an einer zentralen Stelle aufgrund der vielen Akteure eines Projekts hin. In der Privatwirtschaft unterliegen Projektdaten zudem dem Betriebsgeheimnis. Das PTJ merkte an, dass die Schlussberichte der öffentlich geförderten Projekte auf der Webseite der Technischen Informationsbibliothek der Universität Hannover – <http://www.tib.uni-hannover.de/> – unter dem Förderkennzeichen, dem Projekttitel, dem Namen oder der Institution verfügbar sind.

### **Kontroverse Diskussionen mit offenen Fragen**

In den kontroversen Diskussionen des Podiums- und des Publikums blieben v. a. vor dem Hintergrund des zukünftig verstärkten Ausbaus der Windparks auf See noch einige Fragen offen. Es bestanden unterschiedliche Meinungen, z. B. bei juristischen Fragen des Aspektes der Störung. Es wurden jedoch auch Chancen für den Unterwasserschallschutz in der Zukunft gesehen z. B. durch den ganzheitlichen Ansatz der MSRL. Beim Bau von Offshore-Windparks regten die TeilnehmerInn, an neue Erkenntnisse einzubeziehen, d. h. ein „lernendes System“ zu etablieren, das sich ständig verbessert.

### **Literaturverzeichnis**

*Anmerkung: Zugangsdatum zu allen Internetquellen: Dezember 2012*

- BSH (2012): Leitsätze für die Anwendung der Eingriffsregelung innerhalb der ausschließlichen Wirtschaftszone und auf dem Festlandsockel im Rahmen von § 58 Abs. 1 Satz 2 BNatSchG. S. 1. Bundesamt für Schifffahrt und Hydrographie (BSH). [[http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/Windparks/Grundlagen/Leitsaetze\\_Eingriffsregelung.pdf](http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/Windparks/Grundlagen/Leitsaetze_Eingriffsregelung.pdf)]
- EC (2012): Marine Strategy Framework Directive: Descriptor 11: Energy incl. Underwater Noise. European Commission (EC). [[http://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-11/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-11/index_en.htm)]
- OSPAR (2010a): Quality status report 2010: 9 other human uses and impacts. The Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic (OSPAR-Convention). [[http://qsr2010.ospar.org/en/ch09\\_11.html](http://qsr2010.ospar.org/en/ch09_11.html)]
- OSPAR (2010b): Quality status report 2010: 9 other human uses and impacts. The Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic (OSPAR-Convention). S. 103. [[http://qsr2010.ospar.org/en/media/chapter\\_pdf/QSR\\_Ch09\\_EN.pdf](http://qsr2010.ospar.org/en/media/chapter_pdf/QSR_Ch09_EN.pdf)]
- SOUTHALL, B. L., BOWLES, A. E., ELLISON, W. T., FINNERAN, J. J., GENTRY, R. L., GREENE, C. R. JR., KASTAK, D., KETTEN, D. R., MILLER, J. H., NACHTIGALL, P. E., RICHARDSON, W. J., THOMAS, J. A. & TYACK, P. L. (2007): Marine mammal noise exposure criteria: Initial scientific recommendations; in: Aquatic Mammals, 33; 2007; 411 – 521.
- UBA (2011): Information Unterwasserlärm – Empfehlung von Lärmschutzwerten bei der Errichtung von Offshore-Windenergieanlagen (OWEA). Dessau-Roßlau. S. 3 Umweltbundesamt (UBA). [<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4118.pdf>]
- UNIVERSITÄT HANNOVER (2012): Webseite der Technischen Informationsbibliothek der Universität Hannover. [<http://www.tib.uni-hannover.de/>]

VAN DER GRAAF AJ, AINSLIE MA, ANDRÉ M, BRENSING K, DALEN J, DEKELING RPA, ROBINSON S, TASKER ML, THOMSEN F, WERNER S (2012). European Marine Strategy Framework Directive - Good Environmental Status (MSFD GES): Report of the Technical Subgroup on Underwater noise and other forms of energy. [[http://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/MSFD\\_reportTSG\\_Noise.pdf](http://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/MSFD_reportTSG_Noise.pdf)]

## Rechtsquellen

*Anmerkung: Zugangsdatum zu allen Internetquellen: Dezember 2012*

Bundesnaturschutzgesetz vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 6. Februar 2012 (BGBl. I S. 148) geändert worden ist) (BNatSchG) ([http://www.gesetze-im-internet.de/bnatschg\\_2009/BJNR254210009.html](http://www.gesetze-im-internet.de/bnatschg_2009/BJNR254210009.html))

Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (ABl. L 206 vom 22.7.1992, S. 7), zuletzt geändert durch Richtlinie 2006/105/EG (ABl. L 363 20.12.2006, S. 368) (FFH-Richtlinie) (RL 92/43/EWG). [<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/de/consleg/1992/L/01992L0043-20070101-de.pdf>]

Richtlinie 2008/56/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juni 2008 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie) (RL 2008/56/EG). ABl. L 164 vom 25.6.2008, S. 19–40 [<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:164:0019:0040:de:PDF>]



## Zusammenfassung der Tagungsergebnisse

Zusammengestellt von: LAURA KLEIN, DEUTSCHE UMWELTHILFE E.V.  
SVEN KOSCHINSKI, MEERESZOOLOGIE  
KARIN LÜDEMANN, WISSENSCHAFTSBÜRO HAMBURG  
ULRICH STÖCKER, DEUTSCHE UMWELTHILFE E.V.

Mehr Klimaschutz durch eine rasche Energiewende ist dringend notwendig. Aber nur ihre naturverträgliche Umsetzung, auch bei der Offshore-Windkraftnutzung, kann eine zukunftsfähige Lösung sein. Beim Bau von Offshore-Windparks entsteht derzeit noch zu viel Lärm bei den Rammarbeiten mit vielen Tausend Schlägen pro Fundament. Dieser Unterwasserlärm hat vielfältige negative Auswirkungen auf Meeressäuger (Schweinswale, Kegelrobben, Seehunde), Fische, Wirbellose und Bodenlebewesen (benthische Lebensgemeinschaften), von Störung und Vertreibung bis hin zu Verletzungen und Tod. Vor allem die geschützten und insbesondere in der Ostsee vom Aussterben bedrohten Schweinswale, die sich primär akustisch orientieren, sind von dem enormen Lärm der impulsartigen Schallsignale betroffen.

In einem konstruktiven Dialog diskutierten rund 200 nationale und internationale TeilnehmerInnen auf der Fachtagung „Zwischen Naturschutz und Energiewende: Herausforderung Schallschutz beim Bau von Offshore-Windparks“ (25.-26.09.2012) in der Britischen Botschaft in Berlin neben den für den Lärmschutz relevanten biologischen Grundlagen über effektive Techniken zur Lärminderung sowie über politische und genehmigungsrechtliche Rahmenbedingungen. Diese vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) mit Mitteln des BMU geförderte Tagung wurde von der Deutschen Umwelthilfe e.V. (DUH) in Zusammenarbeit mit den Diplom-Biologen Karin Lüdemann und Sven Koschinski durchgeführt. Die Fachleute aus Offshore-Windindustrie, Wissenschaft, Technik, Umwelt- und Naturschutzverbänden, Behörden und Politik waren sich weitgehend einig, dass der bislang erzielte Fortschritt in der Entwicklung von Unterwasserschallschutz vor allem auf die Einführung eines Grenzwertes (160 dB SEL / 190 dB SPL<sub>peak-peak</sub>) zurückzuführen ist. Dieser Grenzwert wird heute von allen beteiligten Akteuren akzeptiert. Die Werte werden seit 2008/2009 für den Bau von Offshore-Windkraftanlagen in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) durch das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) verbindlich vorgegeben, sie werden derzeit jedoch z. T. immer noch überschritten. Die anlässlich der Tagung diskutierten Schallminderungs- und Schallvermeidungskonzepte befinden sich in unterschiedlichen Entwicklungsstadien und ihr Schallminderungspotential variiert stark. Unternehmen stellten auf der Tagung vielversprechende, z. T. schon erfolgreich eingesetzte Konzepte für Schallminderungsverfahren für geräuscharmes Bauen vor, allen voran den „großen Blasenschleier“, mit dem derzeit die meisten Erfahrungen im praktischen Einsatz vorliegen. Ein mittlerweile breites Angebot weiterer Techniken, wie z. B. andere Blasenschleierkonzepte (kleiner, gestufter und geführter Blasenschleier oder kleiner Blasenschleier mit vertikalen Düsen-schläuchen) und Schallschutzvarianten, die einen unterschiedlich konstruierten Schallschutzmantel (*IHC Noise Mitigation System*, *BEKA-Schale*) um den Rammpfahl legen, oder Kofferdamm-Applikationen und Hydroschalldämpfer, lässt hoffen, dass die Errichtung von Offshore-Windenergieanlagen zukünftig lärmärmer und damit naturverträglicher umgesetzt wird, als dies in der Vergangenheit vielfach der Fall war. Großes Potential zur Schallvermeidung bieten auch alternative, schallarme Fundamentkonzepte: gebohrte oder schwimmende Fundamente, Schwergewichtsfundamente, die durch ihr hohes Eigengewicht am Meeresboden verankert oder Buckelfundamente, die als überdimensionale „Eimer“ (sog. Caissons) durch

Unterdruck im Boden festgesaugt werden. Diese Fundamenttypen benötigen keine Impulsrammung, es entsteht somit kein Rammschall. Sobald diese schallarmen Gründungsvarianten auch wirtschaftlich sind, könnten sie den Lärm verringern und den Schall noch deutlicher unter die heute gültigen Grenzwerte senken, als dies bei der derzeit gängigen Rammtechnik möglich ist. Für einige Akteure hat der große Blasenschleier den in Deutschland gebräuchlichen und von BSH als Genehmigungsbehörde für die AWZ in seinen Genehmigungen regelmäßig beauftragten „Stand der Technik“ bereits erreicht, für andere steht dieser zumindest kurz bevor. Auch wurde vertreten, dass einige der derzeit erprobten und eingesetzten Schallminderungsverfahren sich seit einiger Zeit im Bereich des internationalen Standards der „besten verfügbaren Techniken“ (engl. best available techniques, BATs) bewegen. Die Veranstaltung trug zur Annäherung der unterschiedlichen Positionen in dieser Debatte bei.

Gemeinsam mit anderen Umwelt- und Naturschutzverbänden forderte die DUH auf der Tagung den sofortigen verbindlichen Einsatz von Technologien, die geeignet sind, den Grenzwert für Unterwasserschallimmissionen einzuhalten. Insbesondere in der Nordsee ist eine große Zahl an Offshore-Windparks geplant. Daher setzen sich die Verbände für eine zeitliche und räumliche Koordinierung der Bauaktivitäten auf See ein. Auch muss die geballte (kumulative) Wirkung vieler Tausend Rammschläge und der gleichzeitige Bau an verschiedenen Orten auf die Meerestiere erforscht und in Schutzkonzepte integriert werden. Ähnliches gilt für die zusätzlichen Schalleinträge durch andere Nutzungen und Gefährdungen. Darüber hinaus wurde auf der Tagung gefordert, die Auswirkungen von Unterwasserschall durch den Bau von Offshore-Windparks auf Fische, Wirbellose und Bodenlebewesen verstärkt zu erforschen. Hier kann vor allem die Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) mit ihrem ökosystemorientierten Ansatz einen Beitrag leisten. Sie hat u. a. zum Ziel, dass sich die Einleitung von Energie, einschließlich Unterwasserlärm, bis 2020 in einem Rahmen bewegt, der sich nicht nachteilig auf die Meeresumwelt auswirkt (Deskriptor 11 der MSRL).

Die TeilnehmerInnen waren sich einig, dass besonders geschützte Meerestiere, wie der Schweinswal oder gefährdete Fischarten, durch den Bau der Windparks in keinem Fall geschädigt, d. h. verletzt oder getötet werden dürfen. Auf welche Weise nationales und europäisches Naturschutzrecht im Hinblick auf mögliche Störeffekte eingehalten und umgesetzt werden muss, wurde jedoch kontrovers diskutiert. Dazu gehörte u. a. der Vorschlag zur Einführung eines zusätzlichen Grenzwertes für die Vermeidung schallinduzierter Störungen sowie die Berücksichtigung von Fischen und Bodenlebewesen beim Unterwasserschallschutz.

Auch die aktuelle Rolle der Politik und politische Handlungsoptionen wurden ausführlich erörtert sowie mögliche Verbesserungen und zukünftige Maßnahmen vorgeschlagen. So wurde beispielsweise der transparente Zugang zu einer zentralen und benutzerfreundlichen Datensammlung zum Thema Schallschutz und den Messergebnissen bei der Errichtung der Offshore-Windparks, z. B. über eine Internet-Plattform, von TeilnehmerInnen gefordert. Auch eine kontinuierliche Evaluierung durch neue wissenschaftliche Erkenntnisse und Transparenz im Genehmigungs- und Errichtungsprozess des Baus von Offshore-Windparks wurden als sinnvoll erachtet. Während der gesamten Tagung herrschte eine dialogorientierte Gesprächs- und Diskussionsatmosphäre. Trotz zum Teil unterschiedlicher Positionen und Interessenlagen diskutierten die Akteure stets konstruktiv miteinander. Alle Beteiligten waren ernsthaft bestrebt, tragfähige Lösungen für einen naturverträglichen Ausbau der Offshore-Windenergie im Hinblick auf einen notwendigen und wirksamen Schallschutz bei der Errichtung der Anlagen zu finden.

## **Ausblick: Entwicklungsperspektiven, Handlungsoptionen, Forschungsbedarf**

Zusammengestellt von: LAURA KLEIN, DEUTSCHE UMWELTHILFE E.V.  
SVEN KOSCHINSKI, MEERESZOOLOGIE  
KARIN LÜDEMANN, WISSENSCHAFTSBÜRO HAMBURG  
ULRICH STÖCKER, DEUTSCHE UMWELTHILFE E.V.

### **Akteure gehen aufeinander zu**

Auf der Fachtagung „Zwischen Naturschutz und Energiewende: Herausforderung *Schallschutz* beim Bau von Offshore-Windparks“ (25.-26.09.2012) in der Britischen Botschaft in Berlin fanden die TeilnehmerInnen in konstruktiv geführten Diskussionen und Gesprächen trotz oft divergierender Meinungen und Positionen auch Gemeinsamkeiten. Einig war man sich in der Notwendigkeit eines wirksamen Unterwasserschallschutzes beim Bau von Offshore-Windenergieanlagen.

Ein zentrales Anliegen und Ziel der Tagung war es, den unterschiedlichen Positionen bei der Problematik des Unterwasserschallschutzes ein Forum für einen Dialog über technische, politische und rechtliche Lösungswege zu bieten. Keinesfalls sollten dabei in Frage gestellt werden, dass bei der Umsetzung der Energiewende geltende Naturschutzstandards eingehalten werden. Die TeilnehmerInnen regten beim Bau von Offshore-Windparks ein lernendes System an, das sich am ständig wachsenden Erkenntnisstand bei der Erforschung der Auswirkungen von Unterwasserschall auf Meerestiere orientiert. Der Dialog aller Akteure sollte fortgesetzt werden, die Bereitschaft zu Kompromissen auf Seiten der Offshore-Branche und des Naturschutzes sollte sich aber an den naturschutzfachlichen und -rechtlichen Anforderungen des Arten- und Gebietsschutzes orientieren.

Die Entwicklung von naturverträglichen Lösungen für die Genehmigungspraxis im Hinblick auf einen wirksamen Unterwasserschallschutz ist ein sukzessiver Prozess. In diesem Prozess müssen unter Beachtung naturschutzrechtlicher und -fachlicher Vorgaben verschiedenen Interessen gegeneinander abgewogen und eine Fülle stetig neuer Erkenntnisse angemessen verarbeitet werden. Dies hat die Tagung allen Beteiligten deutlich vor Augen geführt. Die Politik und die Wissenschaftsförderung sollten sich mit den ihnen zur Verfügung stehenden Mitteln dafür einsetzen, die derzeit noch bestehenden Wissenslücken in Sachen Unterwasserschallschutz rasch und möglichst vollständig zu schließen. Liegen neue wissenschaftliche Erkenntnisse vor, können Genehmigungen in aller Regel zwar nicht gänzlich widerrufen werden, entsprechende Auflagen, durch die die neuen Erkenntnisse berücksichtigt werden, können von der Genehmigungsbehörde aber auch nachträglich angeordnet werden. Aus Sicht des Naturschutzes ist dies spätestens immer dann erforderlich, wenn die Verletzung naturschutzrechtlicher Anforderungen droht.

### **Optimierung beim Schallschutz**

VertreterInnen der Offshore-Windbranche präsentierten auf der Tagung eine Vielzahl von Minderungsverfahren für Unterwasserschall bei Impulsrammungen sowie alternative schallarme Gründungsvarianten für Offshore-Windenergieanlagen. Der Schallschutz bietet heute bereits vielfältige technische Lösungen, mit denen unter bestimmten Bedingungen der gel-

tende Grenzwert eingehalten werden kann. Da manche der Verfahren z. T. noch keine „Serienreife“ unter Offshore-Bedingungen erreicht haben und vorhandene Techniken noch nicht unter den unterschiedlichen Offshore-Bedingungen eingesetzt wurden, besteht auch zukünftig noch Handlungsbedarf, vor allem im Hinblick auf den politischen Willen zur Förderung entsprechender Forschungsprojekte. Insbesondere die auf der Tagung vorgestellten alternativen Gründungskonzepte zeigen großes Potential, impulshaften Unterwasserschall beim Bau von Offshore-Windparks weitgehend oder sogar gänzlich zu vermeiden. TeilnehmerInnen forderten die Politik auf, wirtschaftliche Anreize zu schaffen, damit sich die Auftraggeber/Betreiber für schallarme Gründungsvarianten entscheiden. Durch das sichere Einhalten des verbindlichen Grenzwertes (160 dB SEL / 190 dB SPL<sub>peak-peak</sub>) durch technische Schallschutzmaßnahmen bei gleichzeitigem Einsatz zusätzlicher Minderungsmaßnahmen (Vergrämung, Ramp-Up-Prozedur etc.) oder durch Verwendung alternativer schallarmer Gründungsvarianten kann die Errichtung der Offshore-Windenergie-Anlagen weit naturverträglicher umgesetzt werden, als es bislang der Fall war. Effiziente Schallschutztechnologien sowie das rechtliche Umsetzungsinstrumentarium in Deutschland bieten den am Entwicklungsprozess beteiligten Firmen sehr gute Chancen, europa- und möglicherweise sogar weltweit eine Vorreiterrolle in Sachen Unterwasserschallschutz beim Bau von Offshore-Windkraftanlagen einzunehmen.

Die TagungsteilnehmerInnen waren sich nicht einig, ob der Große Blasenschleier, eines der Schallminderungsverfahren bei der Impulsrammung beim Bau von Offshore-Windparks, bereits den „Stand der Technik“ erreicht hat. Andere Schallschutztechnologien wurden z. T. ebenfalls als kurz vor dem Erreichen des Stands der Technik eingestuft. Es wurde vertreten, dass einige Schallschutztechnologien bereits den internationalen Standard „best available techniques (BATs)“ erreicht haben. Neue Mess- und Forschungsergebnisse bei den im Jahr 2013 geplanten Offshore-Windparks mit verschiedenen Pfahlgründungen (Monopile, Tripod, Jacket) und Schallschutztechnologien an unterschiedlichen Standorten werden die Entwicklung beschleunigen, standortunabhängig einen Stand der Technik für Schallminderungsverfahren zu erreichen.

### **Erforschung und Regelung von schallinduzierter Störung**

Die TeilnehmerInnen waren sich weitgehend einig, dass der aktuell geltende Grenzwert Meerestiere, besonders die streng geschützten Schweinswale, zwar vor Tod, Verletzung, nicht jedoch ausreichend vor schallbedingten Störungen schützt. Einige Akteure schlugen vor, den bestehenden Grenzwert nach unten zu korrigieren, insbesondere im Hinblick auf die Betroffenheit von Mutter-Kalb-Paaren. Naturschutzverbände forderten, einen eigenen Grenzwert für den Störung auslösenden Impulsschall festzulegen, um vor allem in Schutzgebieten und in den für die Reproduktion der lokalen Schweinswalpopulationen bedeutsamen Gebieten während besonders sensibler Zeiten erhebliche Störungen zu verhindern.

Auf der Tagung bestand aber auch Einigkeit darüber, dass die Effekte schallbedingter Störungen (Verhaltensänderungen, Stress etc.) bei Schweinswalen auf individueller und vor allem auf Populationsebene weiter erforscht werden müssen. Baubegleitend sollte ermittelt werden, wie die verschiedenen Schallschutzmaßnahmen an unterschiedlichen Standorten die Reichweite von schallbedingten Störungen beeinflussen. Diese Forschungsergebnisse sollten in eine Überprüfung des geltenden Grenzwertes, der Vorgaben des Genehmigungs-

und Errichtungsprozesses und in die Entscheidung über eine mögliche Einführung neuer Schallschutzmaßnahmen bzw. Schallgrenzwerte einfließen.

### **Forschungsbedarf: Wie wirkt Unterwasserschall auf Fische, Benthos, Wirbellose und Schweinswale?**

Während in Deutschland bisher hauptsächlich Meeressäuger im Fokus der Erforschung der Auswirkungen von Unterwasserlärm auf Meerestiere standen, betrachten andere Länder, so z. B. die USA, neben marinen Säugetieren die Auswirkungen von Unterwasserschall auf weitere Meerestiere, z. B. auf Fische. In Deutschland haben sich bislang erst wenige Forschungsvorhaben mit dieser Tiergruppe befasst, diese Untersuchungen betreffen jedoch vorwiegend die Auswirkungen von Rammschall. In noch geringerem Umfang sind bislang die Auswirkung von Unterwasserschall auf Bodenlebewesen (benthische Lebensgemeinschaften) und Wirbellose erforscht. Bei der Ermittlung der Auswirkungen von Rammschall auf andere Meerestiere und deren Schutzanforderungen besteht daher dringender Forschungsbedarf. Dies gilt aber auch für die Ermittlung der Todesursachen von gestrandeten Schweinswalen. Naturschützer forderten, die eingestellten pathologischen Untersuchungen von tot gefundenen Schweinswalen wieder aufzunehmen. Die Fachbehörden BfN, UBA und BSH unterstützten den Appell der Umwelt- und Naturschutzverbände und sagten zu, sich im Rahmen ihrer Zuständigkeiten um die Schaffung der Voraussetzungen für eine Wiederaufnahme der Untersuchungen zu bemühen.

### **Erforschung von kumulativen Effekten**

Bei der Errichtung von Offshore-Windenergieanlagen werden zunehmend Pfahlgründungen mit größerem Durchmesser verwendet. Bedingt durch die mit dieser Entwicklung einhergehende Zunahme der emittierten Schallpegel wird es zukünftig wohl immer schwerer, in diesen Fällen den geltenden Grenzwert einzuhalten. Nicht nur aufgrund der größeren Pfahldurchmesser, sondern vor allem im Hinblick auf das derzeit erkennbare enorme Ausmaß des geplanten Ausbaus der Offshore-Windenergie ist es essentiell, zu untersuchen, wie sich kumulative Schalleffekte auf marine Säugetiere, Fische und benthische Lebensgemeinschaften auswirken. Es besteht Forschungsbedarf, vor allem hinsichtlich der Frage, unter welchen Bedingungen Verhaltensreaktionen oder Verletzungen bei Meeressäugern durch multiple (kumulierende) Schallimpulse verursacht werden. Dies ist besonders im Hinblick auf die Auswirkungen auf Mutter-Kalb-Paare von Schweinswalen sowie auf Populationsebene wichtig.

Die hier geforderte weitergehende Erforschung kumulativer Effekte gliedert sich in vier Aspekte. Untersucht werden sollte erstens die Auswirkung der Mehrfachbeschallung, die sich zu einigen Tausend Rammschlägen für die Gründung einer Offshore-Windenergie-Anlage aufaddiert. Zweitens stellt sich bei mehreren benachbarten Rammstellen die Frage, wie sich die von parallelen Rammarbeiten ausgehenden kumulativen Schalleffekte auf die Meeresfauna auswirken. Hier ist auch eine Zusammenarbeit und Koordination mit europäischen Nachbarstaaten sinnvoll. Drittens besteht Forschungsbedarf hinsichtlich der kumulativen Schalleffekte, die von den unterschiedlichen lärmintensiven Nutzungen im Meer ausgehen, wie z. B. Schifffahrt, Sprengungen, Gesteinsabbau sowie seismische und militärische Aktivitäten. Hierzu sollte eine Normierung bzw. Standardisierung bei der Erfassung von Unterwasserschall und eine öffentlich zugängliche zentrale Datenbank zu verschiedenen lärmintensi-

ven marinen Aktivitäten eingeführt werden. Viertens muss die Überlagerung mit anderen Gefährdungs- und Nutzungsfaktoren, wie z. B. Fischerei, Ölförderung und Schadstoffbelastung, in bestehende Schutzkonzepte für die einzelnen marinen Arten integriert werden. Naturschutzrechtliche Vorgaben müssen dabei eingehalten werden. Für die hier aufgeführten kumulativen Effekte müssen Erfassungsmethoden entwickelt und angewendet werden. Für eine naturverträgliche Nutzung müssen die (Bau)Aktivitäten auf See zeitlich und räumlich koordiniert werden. Die Umsetzung der MSRL mit ihrem ökosystemorientierten Ansatz kann hier einen wesentlichen Beitrag leisten, z. B. durch die Erstellung und Verbreitung einer Unterwasserlärmkarte.

### **Aktiv nach Lösungen suchen – Verantwortung wahrnehmen**

Um den konstruktiven Dialog der beteiligten Akteure im Bereich Schallschutz beim Bau von Offshore-Windenergie-Anlagen lebendig zu halten, sollte die Politik Lösungs- und Umsetzungswege aufzeigen und fördern. Die VeranstalterInnen der Fachtagung, die DUH in Zusammenarbeit mit den Diplom-Biologen Karin Lüdemann und Sven Koschinski, werden sich weiter für den naturverträglichen Ausbau der Offshore-Windenergie und die Herausforderung *Schallschutz* engagieren.

## Anhänge

## Anhang I: Begleitende Ausstellung von Schallschutztechnologien

Begleitend zur Tagung stellten FirmenvertreterInnen Schallminderungsverfahren für Impulsrammung und schallarme Gründungsvarianten für den Bau von Offshore-Windenergie-Anlagen in den Tagungsräumlichkeiten aus. Ähnlich wie bei einer wissenschaftlichen Postersession standen Firmenvertreter in den Pausen bei ihren Informationsständen im Foyer der Tagung und informierten interessierte Tagungsgäste über ihre Schallschutztechnologien. Die Ausstellung präsentierte das Spektrum der vielfältigen Schallschutztechnologien. Ein Großteil der Aussteller präsentiert ihre Technologie auch mit einem Vortrag im Rahmen der Tagung. Nicht alle am Markt präsenten Technologien waren vertreten.

Folgende Anbieter von Schallschutztechnologien beteiligten sich auf Einladung der Veranstalter an der begleitenden Präsentation:

### Minderungsverfahren von Unterwasserschall bei Impulsrammung:

<b>Unternehmen</b>	<b>vorgestellte Technologie</b>
MENCK GmbH	Kleiner Blasenschleier
Firma Bernhard Weyres	BEKA Schale und Blasenschleier
Lo-Noise Aps	Kofferdamm
OffNoise-Solutions GmbH	Hydroschalldämpfer
IHC Merwede B.V. (NL)	IHC Noise Mitigation System
Hydrotechnik Lübeck	Großer Blasenschleier

### Schallarme Gründungsvarianten:

<b>Unternehmen</b>	<b>vorgestellte Technologie</b>
Hochtief Solutions AG	gebohrte Fundamente
STRABAG Offshore Wind	Schwerkraftfundamente
Overdick GmbH & Co.KG	Bucketfundamente
Großmann Ingenieur Consult GmbH (GICON)	schwimmende Fundamente
Ballast Nedam Offshore B.V. (NL)	gebohrte Fundamente



## Anhang II: Programm der Tagung

### Zwischen Naturschutz und Energiewende: Herausforderung *Schallschutz* beim Bau von Offshore-Windparks 25. und 26. September 2012, Britische Botschaft in Berlin

#### Dienstag, 25. September 2012

Moderation: *Ulrich Stöcker*, Deutsche Umwelthilfe e.V.

- 11:00 **Begrüßung**  
*Dr. Alfred Herberg*, Bundesamt für Naturschutz
- 11:20 **Einführung**  
**Der naturverträgliche Ausbau der Offshore- Windenergie**  
*Michael Spielmann*, Deutsche Umwelthilfe e.V.

- 11:40 **Nur gestört oder schon verletzt?** – Die Auswirkungen von Unterwasserschall auf unterschiedliche Fitnessmerkmale von Meeressäugetieren  
*Dr. Klaus Lucke*, Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies (NL)
- 12:00 **Verhaltensreaktionen, Maskierungseffekte und Verletzungen** – Der Einfluss von Unterwasserschall auf das (Über)Leben von Fischen  
*Dr. Christina Müller-Blenkle*, Biologische Beratung und Gutachten
- 12:20 **Experience from the application of underwater sound criteria for cumulative sound exposure**  
*Dr. John Stadler*, NOAA, National Marine Fisheries Service (USA)
- 12:40 **Diskussion mit den ReferentInnen**

Moderation: *Dr. Peter Ahmels*, Deutsche Umwelthilfe e.V.

- 14:20 **Schallminimierung beim Bau von Offshore- Windparks** – Überblick über Minderungsverfahren von Unterwasserschall bei Impulsrammung und schallarme Gründungsvarianten  
*Dipl. Biol. Sven Koschinski*, Meereszoologie  
*Dipl. Biol. Karin Lüdemann*, Wissenschaftsbüro Hamburg
- 14:40 **Vorstellung Kleiner Blasenschleier**  
*Dr.-Ing. Ulrich Steinhagen*, MENCK GmbH

14:55 **Vorstellung BEKA Schale als Schallminderungsverfahren für Impulsrammung im Vergleich zu Blasenschleiern**

*Bernhard Weyres, Firma Bernhard Weyres*

15:10 **Vorstellung Kofferdamm**

*Kurt E. Thomsen, Lo-Noise Aps*

15:25 **Vorstellung Hydroschalldämpfer**

*Dr.-Ing. Karl-Heinz Elmer, OffNoise-Solutions GmbH*

15:40 **Diskussion mit den ReferentInnen**

17:00 **Vorstellung gebohrte Fundamente**

*Dr. Christof Gipperich, Hochtief Solutions AG*

17:15 **Vorstellung Schwerkraftfundamente**

*Dr. Holger Wahrmund, STRABAG Offshore Wind*

17:30 **Vorstellung Bucketfundamente**

*Ekkehard Overdick, Overdick GmbH & Co.KG*

17:45 **Diskussion mit den Referenten**

Moderation: *Hanne May, Journalistin*

18:45 **Impuls für die Podiumsdebatte**

**Die Rolle der Verbände beim Schallschutz, ihre Forderungen und die politischen Gestaltungsmöglichkeiten**

*Dr. Karsten Brensing, Whale & Dolphin Conservation Society*

19:00 **Podiumsdebatte mit:**

- *Dr. Karsten Brensing, Whale & Dolphin Conservation Society*
- *Christian Dahlke, Bundesamt für Seeschiff- fahrt und Hydrographie*
- *Dr. Alfred Herberg, Bundesamt für Natur- schutz*
- *MdB Bärbel Höhn, Fraktion Bündnis 90/ Die Grünen*
- *Rudolf Ley, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit*
- *MdB Ingbert Liebing, Fraktion CDU/CSU*
- *Dr. Ursula Prall, Offshore Forum Windenergie*
- *Michael Spielmann, Deutsche Umwelthilfe e.V.*

## Mittwoch, 26. September 2012

Moderation: *Ulrich Stöcker*, Deutsche Umwelthilfe e.V.

- 9:00 **Begrüßung**  
*Ulrich Stöcker*, Deutsche Umwelthilfe e.V.
- 9:05 **Die Ausbauziele der Bundesregierung bei der Offshore-Windkraftnutzung**  
*Dr. Torsten Bischoff*, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
- 9:25 **Der Bau von Offshore-Windenergieanlagen**  
Anforderungen des deutschen und europäischen Umweltrechts  
*Prof. Dr. Alexander Proelß*, Universität Trier
- 9:45 **Der Genehmigungsprozess von Offshore- Windenergieanlagen** – Naturschutzrelevante Anforderungen und Änderungen durch die neue Seeanlagenverordnung  
*Christian Dahlke*, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
- 10:05 **Diskussion mit den Referenten**

- 11:00 **Ist der Große Blasenschleier nun Stand der Technik?** – Aktuelle Forschungsergebnisse und Erfahrungen aus der Praxis  
*Jürgen Hepper*, Trianel Windkraftwerk Borkum GmbH & Co KG
- 11:20 **Schallschutz in der Praxis** – Welche naturschutzfachlichen Anforderungen sind erfüllt, was bleibt zu tun?  
*Thomas Merck*, Bundesamt für Naturschutz
- 11:40 **Diskussion mit den Referenten**

Moderation: *Dr. Peter Ahmels*, Deutsche Umwelthilfe e.V.

- 12:00 **Podiumsdebatte: Naturverträglicher Ausbau der Offshore-Windenergie durch innovative Lösungen beim Schallschutz?** – Rechtliche, planerische und technische Anforderungen
- *Christian Dahlke*, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
  - *Jürgen Hepper*, Trianel Windkraftwerk Borkum GmbH & Co KG
  - *Bob Jung*, IHC Merwede B.V.
  - *Thomas Merck*, Bundesamt für Naturschutz
  - *Prof. Dr. Alexander Proelß*, Universität Trier
  - *Tobias Verfuß*, Projektträger Jülich
  - *Stefanie Werner*, Umweltbundesamt
- 13:15 **Bilanz und Verabschiedung**  
*Ulrich Stöcker*, Deutsche Umwelthilfe e.V.
- 13:30 **Ende der Veranstaltung**

### Anhang III: ReferentInnen und ModeratorInnen

Tab. 1: Liste der ReferentInnen, AusstellerInnen und ModeratorInnen der Schallschutz-Tagung

<b>Titel</b>	<b>Vorname</b>	<b>Name</b>	<b>Institution</b>
Dr.	Peter	Ahmels	Deutsche Umwelthilfe (DUH)
Dr.	Torsten	Bischoff	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)
Dr.	Karsten	Brening	The Whale and Dolphin Conservation Society (WDSCS)
	Christian	Dahlke	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)
Dr.	Karl-Heinz	Elmer	OffNoise-Solutions GmbH
Dr.	Christof	Gipperich	HOCHTIEF Solutions AG
	Cay	Grunau	Hydrotechnik Lübeck
	Jürgen	Hepper	Trianel Windkraftwerk Borkum GmbH & Co KG
Dr.	Alfred	Herberg	Bundesamt für Naturschutz (BfN)
MdB	Bärbel	Höhn	Deutscher Bundestag
	Bob	Jung	IHC Merwede B. V.
	Sven	Koschinski	Meereszoologie
	Rudolf	Ley	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)
MdB	Ingbert	Liebing	Deutscher Bundestag
Dr.	Klaus	Lucke	Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies (IMARES)
	Karin	Lüdemann	Wissenschaftsbüro Hamburg
	Hanne	May	Journalistin
	Thomas	Merck	Bundesamt für Naturschutz (BfN)
Dr.	Christina	Müller-Blenkle	Biologische Beratung und Gutachten
	Ekkehard	Overdick	Overdick GmbH & Co.KG
Dr.	Ursula	Prall	Offshore-Forum Windenergie GbR (OFW)
Prof. Dr.	Alexander	Proelß	Universität Trier
	Burkhard	Schuldt	Großmann Ingenieur Consult GmbH (GICON) / Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH (IfAÖ)
	Michael	Spielmann	Deutsche Umwelthilfe (DUH)

<b>Titel</b>	<b>Vorname</b>	<b>Name</b>	<b>Institution</b>
Dr.	John	Stadler	NOAA, National Marine Fisheries Service (NMFS), Northwest Region
Dr.	Ulrich	Steinhagen	MENCK GmbH
	Ulrich	Stöcker	Deutsche Umwelthilfe (DUH)
	Kurt E.	Thomsen	Lo-Noise Aps
	Edwin	van de Brug	Ballast Nedam Offshore B.V.
	Tobias	Verfuß	Projektträger Jülich (PTJ)
Dr.	Holger	Wahrmund	Ed. Züblin AG / STRABAG Offshore Wind GmbH
	Stefanie	Werner	Umweltbundesamt (UBA)
	Bernhard	Weyres	Firma Bernhard Weyres

## Anhang IV: TeilnehmerInnen

**Tab. 2:** Liste der TeilnehmerInnen der Schallschutz-Tagung

<b>Titel</b>	<b>Vorname</b>	<b>Name</b>	<b>Institution</b>
	Carolin	Abromeit	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
Dr.	Peter	Ahmels	Deutsche Umwelthilfe e.V.
	Frank	Aischmann	ARD-Hauptstadtstudio
	Sourmaya	Alimam	Deutscher Bundestag
	Kathrin	Ammermann	Bundesamt für Naturschutz
	Marius	Backhaus	Stiftung OFFSHORE-WINDENERGIE
	Heidi Amelie	Banse	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
	Tim-Fabian	Bartels	Walhalla und Praetoria Verlag GmbH & Co. KG
Dr.	Christof	Baum	Institut für Marine Ressourcen
	Anika	Beiersdorf	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
Dr.	Michael A.	Bellmann	Institut für technische und angewandte Physik GmbH
	Katja	Birr-Pedersen	DONG Energy Wind Power A/S
Dr.	Torsten	Bischoff	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
	Julia	Bjorneboe	DONG Energy Wind Power
	Kristin	Blasche	DONG Energy Renewables Germany GmbH
	Florian	Boeck	Technische Universität Berlin
Dr.	Maria	Boethling	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
Dr.	Karsten	Brensing	The Whale and Dolphin Conservation Society (WDACS)
	Maria	Briede	ARSU GmbH
	Benedikt	Bruns	Technische Universität Braunschweig
	Anna	Burghardt	LinklatersLLP
	Christian	Dahlke	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
	Rieke Carlotta	Dahms	ENOVA-Energieanlagen GmbH
	Hans-Peter	Damian	Umweltbundesamt

<b>Titel</b>	<b>Vorname</b>	<b>Name</b>	<b>Institution</b>
	Michael	Dauwe	
	Jan	Degenhardt	E.ON Climate & Renewable Central Europe GmbH
	Ansgar	Diederichs	BioConsult SH
	Andrea	Dohnalek-Droste	PNE Wind AG
	Larissa	Donges	Deutsche Umwelthilfe e.V.
	Sergej	Drechsel	Iberdrola Renovables Deutschland GmbH
	Petra	Düwel	ENOVA-Energieanlagen GmbH
Dr.	Torsten	Ehrke	Deutscher Bundestag
	Yvonne	Eis	ERM GmbH
Dr.	Karl-Heinz	Elmer	OffNoise-Solutions GmbH
	Wolfgang	Els	HOCHTIEF Solutions AG
	Werner	Evers	HYDROTECHNIK LÜBECK
	Nadja	Fahlke	Deutsche Umwelthilfe e.V.
	Ulrike	Fokken	
	Thomas	Gäbert	Atlas Copco Kompressoren und Drucklufttechnik GmbH
	Joscha	Gartelmann	Energiekontor
Dr.	Jörg	Gattermann	Technische Universität Braunschweig
	Monika	Gause-Forth	VCD
Dr.	Christof	Gipperich	HOCHTIEF Solutions AG
	Sophia	Göppel	Deutsche Umwelthilfe e.V.
	Tobias	Griesshaber	RWE Innogy GmbH
Dr.	Tanja	Grießmann	Leibniz Universität Hannover
	Angelika	Grohmann-Wöhrle	Tennet Offshore GmbH
	Cay	Grunau	HYDROTECHNIK LÜBECK
	Judith	Grünert	Deutsche Umwelthilfe e.V.
	Lars	Gutow	Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung

<b>Titel</b>	<b>Vorname</b>	<b>Name</b>	<b>Institution</b>
	Michael	Hadamczik	Deutsche Umwelthilfe e.V.
	Roland	Hagendorff	Projektierungsgesellschaft für regenerative Energiesysteme mbH
	Sophie	Hansen	BioConsult SH
Dr.	Ulf	Hauke	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
	Hubertus	Hebbelmann	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz
	Wilhelm	Hegenbart	MENCK GmbH
	Alexander	Heilmann	HGL DYNAMICS GmbH
	Kristof	Heitmann	Technische Universität Hamburg-Harburg
	Thomas	Hellmund	Project Resources Continental
Dr.	Oliver	Hendrischke	Bundesamt für Naturschutz
	Jürgen	Hepper	Trianel Windkraftwerk Borkum GmbH & Co KG.
Dr.	Heike	Herata	Umweltbundesamt
Dr.	Alfred	Herberg	Bundesamt für Naturschutz
	Manon	Hering	Deutsche Umwelthilfe e.V.
	Jacqueline	Hilbert	Umweltbundesamt
	Joachim	Hoffmann	ALAUDA
	Bärbel	Höhn	Deutscher Bundestag, MdB
	Steffen	Holzmann	Deutsche Umwelthilfe e.V.
	Thoralf	Hoth	Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH
	Ronny	Iffländer	HOCHTIEF Solutions AG
Dr.	Benjamin	Jäger	Müller-BBM GmbH
	Bob	Jung	IHC Hydrohammer B.V.
	Jürgen	Kaiser	BARD Holding GmbH
	Wenke	Karnatz	RWE Innogy GmbH
Dr.	Carolin	Kieß	Bundesamt für Naturschutz
	Laura	Klein	Deutsche Umwelthilfe e.V.



<b>Titel</b>	<b>Vorname</b>	<b>Name</b>	<b>Institution</b>
	Karin	Kloske	Vattenfall
	Wolfgang M.	Köhn	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
	Mareike	Kolb	E.ON Climate & Renewables Central Europe GmbH
	Sven	Koschinski	Meereszoologie
	Melanie	Kotzea	Deutsche Umwelthilfe e.V.
	Philipp	Krämer	datadiving GmbH
	Liam	Kreutschmann	
	Thomas	Krey	Universität Rostock
	Leif	Kuchenbuch	E.ON
	Christian	Kuhn	Technische Universität Braunschweig
Dr.	Matthias	Kussin	RWE AG
	Elke	Kwapis	WindMW GmbH
	Martin	Leniger	E.ON Climate & Renewables Central Europe GmbH
	Rudolf	Ley	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
	Ingbert	Liebing	Deutscher Bundestag, MdB
	Alexander	Liebschner	Bundesamt für Naturschutz
	Sara	Lines	Britische Botschaft Berlin
	Tristan	Lippert	Technische Universität Hamburg-Harburg
	Stephan	Lippert	Technische Universität Hamburg-Harburg
	Stefanie	Lorenz	wpd offshore solutions GmbH
	Jens	Lüdeke	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
	Karin	Lüdemann	Wissenschaftsbüro Hamburg
	Stefan	Marx	CONTROS Systems & Solutions GmbH
	Carlo Michael	Maßmann	
	Benjamin	Matlock	RWE Innogy GmbH
	Hanne	May	Journalistin

<b>Titel</b>	<b>Vorname</b>	<b>Name</b>	<b>Institution</b>
Dr.	Karin	Meißner	DZMB - Senckenberg Institut
	Thomas	Merck	Bundesamt für Naturschutz
	Claudia	Meyer	
	Marwan	Migesel	Windkraftunion (WKU)
	Sascha	Moritz	Bundesamt für Naturschutz
	Mirjam	Müller	Umweltbundesamt
Dr.	Christina	Müller-Blenkle	Biologische Beratung und Gutachten
	Georg	Nehls	BioConsult SH
Dr.	Thomas	Neumann	DEWI GmbH
	Signe	Nielsen	RWE Innogy GmbH
	Sinah	Oberdieck	Deutsche Umwelthilfe e. V.
	Wolf von	Osten	
	E.M.	Ouwendijk	Deutsche Naturschutzakademie e.V.
	Ekkehard	Overdick	Overdick GmbH & Co.KG
	Judith	Paeper	DIW Berlin
	Thomas	Pahlke	Overspeed GmbH & Co. KG
Dr.	Carsten	Pape	Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik
	Johannes	Pastor	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
	Rena	Paziorek	DONG Energy Renewables Germany GmbH
	Angelika	Perner	Bundes-Netzagentur
	Christopher	Peter	Deutscher Bundestag
	Birte	Petersen	Deutsche Umwelthilfe e.V.
Dr.	Eva	Philipp	Vattenfall
	Sonja	Pittelkow	ENOVA-Energieanlagen GmbH
	Jean	Poignon	
Dr.	Ursula	Prall	Offshore-Forum Windenergie GbR
Prof. Dr.	Alexander	Proelß	Universität Trier

<b>Titel</b>	<b>Vorname</b>	<b>Name</b>	<b>Institution</b>
	Michael	Przygode	
	Nils	Raab	MENCK GmbH
	Antje	Radecke	Projekträger Jülich
	Simona	Rens	
Dr.	Petra	Ringeltaube	Windkraftunion (WKU)
	Martin-Oliver	Ros	E.ON Climate & Renewables Central Europe GmbH
	Martin	Rosch	Fa. Kaeser Kompressoren AG
Dr.	Gerd	Rosenkranz	Deutsche Umwelthilfe e.V.
Dr.	Hans-Ulrich	Rösner	WWF Deutschland
	Marcel	Ruhnau	Technische Universität Hamburg-Harburg
	Jörg	Rustemeier	Leibniz Universität Hannover
	Hanno	Salecker	Umweltbundesamt
	Silvia	Salomon	Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein
	David	Scharte	Tennet Offshore GmbH
	Anne	Schemien	British Embassy
	Andrea	Schmidt	Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Mittleres Mecklenburg
	Christian	Schulz	
	Hans-Jürgen	Schütte	GSM e.V.
	Michael	Spielmann	Deutsche Umwelthilfe e.V.
Dr.	John	Stadler	NOAA, National Marine Fisheries Service (NMFS), Northwest Region
	Justin	Stam	IHC Hydrohammer B.V.
	Philipp	Stein	Technische Universität Braunschweig
Dr.	Frithjof	Stein	Universität Hamburg
Dr.	Ulrich	Steinhagen	MENCK GmbH
Dr.	Matthias	Steitz	Bundesamt für Naturschutz

<b>Titel</b>	<b>Vorname</b>	<b>Name</b>	<b>Institution</b>
	Michael	Stellet	Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Ländliche Räume Schleswig-Holstein
	Ulrich	Stöcker	Deutsche Umwelthilfe e.V.
	Stefanie	Sudhaus	BUND e.V.
	Suleika	Suntken	Deutsche Umwelthilfe e.V.
	Isabelle	Thater	Arbeitsgemeinschaft Deutscher Waldbesitzerverbände e.V.
	Kurt E.	Thomsen	Lo-Noise Aps
	Dieter	Todeskino	IBL Umweltplanung GmbH
	Sebastian	Triebel	Iberdrola Renovables Deutschland GmbH
	Thorsten	Uelsmann	MENCK GmbH
	Richard	van Aurich	Seaway Heavy Lifting
	Edwin	van de Brug	Ballast Nedam Offshore B.V.
	Tobias	Verfuß	Projekträger Jülich
	Henk van	Vessem	IHC Offshore Systems
	Yvonne Ruth	von Barby	Deutscher Bundestag
Dr.	Henning	von Nordheim	Bundesamt für Naturschutz
	Ulrike	Voß	Deutsche Umwelthilfe e.V.
	Mathias	Voß	Tauchsportlandesverband Schleswig-Holstein
Dr.	Holger	Wahrmund	Ed. Züblin AG / STRABAG Offshore Wind GmbH
	Stefanie	Werner	Umweltbundesamt
	Bernhard	Weyres	Firma Bernhard Weyres
	Elith	Wittrock	ARSU GmbH
	Frank	Wolf	Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH
Dr.	Nina	Wolff	Deutsche Umwelthilfe e.V.
	Laura	Wollheim	BioConsult SH
	Albert	Wotke	Deutsche Umwelthilfe e.V.
	Nadja	Ziebarth	BUND e.V.
	Peter	Ziegler	Iberdrola Renovables Deutschland GmbH

<b>Titel</b>	<b>Vorname</b>	<b>Name</b>	<b>Institution</b>
	Georg	Zinßer	STRABAG Offshore Wind GmbH

## Anhang V: Information Unterwasserlärm: Empfehlung von Lärmschutzwerten bei der Errichtung von Offshore-Windenergieanlagen (OWEA)

UMWELTBUNDESAMT

Mai 2011

### Errichtung von OWEA und Lärmentwicklung

Bei der Errichtung mit der derzeit gebräuchlichen Methode des Rammens wird der einzelne Pfahl mit einem hydraulischen Hammer mit 2000 bis 3000 Schlägen je nach Gründungsstruktur (Monopile, Jacket, Tripod) in das Sediment getrieben. In der Nordsee wurden bei der Rammung von Stahlmonopiles im Windpark Horns Reef Schalldruckpegel an der Quelle (Ramme) von 235 dB gemessen (Tougaard et al. 2009). Der Trend geht in Richtung immer größerer und leistungsfähigerer Anlagen, der Quellschallpegel erhöht sich mit zunehmendem Durchmesser der Gründungsstrukturen.

### Wirkung von Lärm auf Meeressäuger

Ein funktionierendes und gesundes Gehör ist von vitaler Bedeutung für marine Säuger. Die freigesetzten Schallpegel von akutem Lärm durch impulsartige Signale, wie sie durch die Rammung von Gründungsstrukturen für OWEA produziert und in die Luft sowie in den Wasserkörper abgegeben werden, haben auf weite Distanzen das Potenzial, marine Säuger sowie andere Meereslebewesen zu stören und in einem gewissen Radius physisch zu schädigen (Madsen et al. 2006). Unmittelbar an der Rammstelle ist mit schweren Verletzungen der Tiere zu rechnen, wenn keine Lärminderungsmaßnahmen getroffen werden (Thompson et al. 2006). Die Lebensbedingungen mariner Säuger (das sind in der Deutschen Bucht und in der westlichen Ostsee im Wesentlichen Schweinswale (*Phocoena phocoena*), Seehunde (*Phoca vitulina*) und Kegelrobben (*Halichoerus grypus*)) können damit negativ beeinflusst werden. Dies gilt besonders für den Schweinswal, der zur Kommunikation, Orientierung, Nahrungssuche und Feindvermeidung auf hydroakustische Signale angewiesen ist. Unterwasserlärm kann weiterhin Auswirkungen auf Fische und Invertebraten haben. Für die betroffenen Arten in deutschen Meeressgewässern können aufgrund unzureichender Erkenntnisse derzeit noch keine adäquaten Lärmschutzwerte abgeleitet werden.

Eine Aussage über das biologische Schädigungspotenzial eines Schallsignals lässt sich anhand der Anstiegszeit des Signals, der Zeitintervalle zwischen den Signalen, die Anzahl der Impulse und weiterer Parameter treffen. Zum Schutz vor Gewebeverletzungen durch impulsartige Lärmsignale wird in der aktuellen Literatur die Anwendung eines dualen Kriteriums empfohlen, welches sich aus dem Schallexpositionspegel (SEL<sup>15</sup>), der die empfangene Schallenergie abbildet, und dem Spitzenschalldruckpegel (SPL<sup>16</sup>), also der maximalen Schalldruckamplitude, zusammensetzt (Southall et al. 2007, Popper et al. 2006). Dabei ist der SPL unabhängig von dem Zeitraum zu betrachten, in dem ein Tier einem Schallimpuls ausgesetzt ist. Der SPL-Wert trifft allein eine Aussage darüber, ob oberhalb des festgelegten Schalldruckwertes eine Verletzung zu erwarten ist. Der SEL-Wert steht hingegen für die ge-

---

<sup>15</sup> SEL: Einheit dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$

<sup>16</sup> SPL: Einheit dB re 1  $\mu\text{Pa}$

samte Schallenergie, die den biologischen Empfänger über die Dauer eines Schallsignals erreicht und fungiert damit als Metrik, um verschiedene Zeitintervalle und Energieverteilungen innerhalb von Einzelimpulsen integrativ abzubilden.

Der Schweinswal ist eine kleine Zahnwalart, die im hochfrequenten Bereich hört und kommuniziert. Lucke et al. (2009) stellten anhand von Untersuchungen an einem Schweinswal fest, dass bereits bei einem SEL von 164 dB mit einem damit verbundenen SPL von 199 dB<sup>17</sup> eine temporäre Hörschwellenverschiebung (TTS), also ein schallinduziertes akustisches Trauma, für mehr als einen Tag auftrat. Eine solche temporäre Hörschwellenverschiebung wird in einschlägigen Referenzen als Beginn einer physischen Verletzung gewertet (ICES 2010). Neue Ergebnisse von Kujawa & Liberman (2009) verweisen auf langfristige irreversible Auswirkungen durch TTS. Auch wenn sich nach dem Erleben einer TTS die normalen Hörschwellenfunktionen wieder einstellen – langfristig kann sie zur neuronalen Degeneration der synaptischen Kontakte zwischen Haarzellen und Nervengewebe im Alter führen.

### **Empfehlungen: Festlegung von Lärmschutzwerten für Säuger und Monitoring**

Das UBA empfiehlt die Anwendung eines dualen Lärmschutz-Kriteriums. Schweinswale sollten keinen Lärmpegeln ausgesetzt werden, die zu der auditorischen Beeinträchtigung im Sinne einer TTS führen können. In einer Entfernung von 750 Metern von der Schallquelle dürfen ein Einzelereignis-Schallexpositionspegel (SEL) von 160 dB und ein Spitzenschalldruckpegel (SPL<sub>peak-peak</sub>) von 190 dB nicht überschritten werden, wenn Schäden an Schweinswalen nach derzeitigem Stand des Wissens ausgeschlossen werden sollen. Die Einhaltung dieser Auflagen sollte durch Messungen belegt werden.

Durch geeignete Maßnahmen ist sicherzustellen, dass sich im Nahbereich der Rammstelle (bis 750 m Entfernung) keine marinen Säugetiere aufhalten. Dabei kann der momentan praktizierte Einsatz von akustischen Vergrämern, und hierbei insbesondere von „Acoustic Harassment Devices“ (AHDs), die ein Breitbandsignal von über 185 dB erzeugen, nur als Interimsmaßnahme verstanden werden, bis effektiver Schallschutz verfügbar ist. Effektstudien haben gezeigt, dass AHDs zu Langzeitvertreibungen von Walen aus ihrem Habitat führten (Gordon & Northridge 2002).

### **Weitere Aspekte und Forschungsbedarf**

Die genannten Werte gelten für ein Einzelereignis, nicht für gemittelte Werte. Darin enthalten sind Sicherheitsabschläge, um der kumulativen Wirkung einer Mehrfachbeschallung und der anzunehmenden individuellen Variabilität in der akustischen Belastbarkeit Rechnung zu tragen. Erste modellhafte Berechnungen auf Basis von Southall et al. (2007) zeigen, dass ein Schweinswal im Falle einer Fluchtbewegung bei einem empfangenen SEL von 160 dB in 750 Metern zur Rammstelle und einer angenommenen Schwimmgeschwindigkeit von 6,2 Metern pro Sekunde durch die kumulative Schallbelastung, die beim Rammen einer Tripodkonstruktion unter den Gegebenheiten von „alpha ventus“ freigesetzt wird, einem kumulativen Schallexpositionspegel von 162,5 dB ausgesetzt wird. Betrachtet man erwachsene Seehunde, er-

---

<sup>17</sup> Durch Lucke et. al wurden der Spitzenschalldruckpegel von 199 dB als „peak-peak-Wert“ gemessen, der entsprechende „0-peak-Wert“ ist um 5 bis 6 dB geringer (pers. Kommunikation K. Lucke)

höht sich aufgrund der geringeren Schwimmgeschwindigkeit dieser Wert auf 163,4 dB, vgl. Abb.2 (Modellierung durch P. Lepper, Loughborough University, persönliche Kommunikation). Diese Szenarien belegen aus Sicht des UBA, dass der vom UBA empfohlene Lärmschutzwert nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand ausreicht, um eine TTS verhindern zu können.

Ist allerdings ein Mutter-Kalb-Paar mit einer angenommenen Fluchtgeschwindigkeit von 1,5 Metern pro Sekunde betroffen, erhöht sich die kumulative Schallbelastung auf 189,5 dB. Diesem Sachverhalt wird das duale Lärmschutz-Kriterium nicht gerecht.

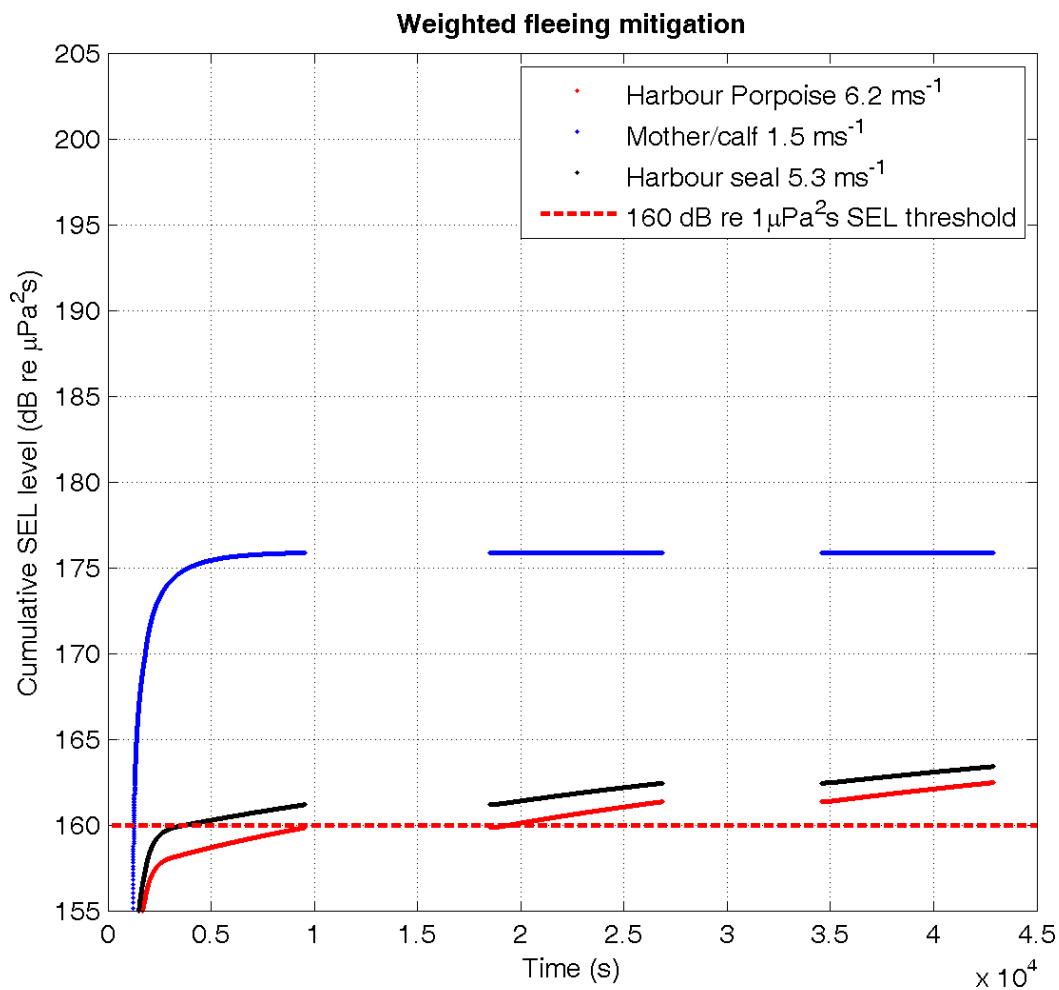


Abbildung: Modellerte Berechnung der kumulativen Schallbelastung für a) adulten Schweinswal, b) Mutter-Kalb-Paar (Schweinswale) und c) Seehund während der Rammung eines Tripods (Szenario: Flucht aus dem Gebiet mit vorherigem Einsatz von akustischen Vergrämern unter den Gegebenheiten von „alpha ventus“), (P. Lepper, Loughborough University, 2011)

Das angewandte Modell befindet sich in der Weiterentwicklung, um in Zukunft mit wachsendem Wissensstand auch Aspekte wie Ermüdung der Tiere und damit einhergehende Abnahme der Schwimmgeschwindigkeit oder Erholungszeit des Gehörs mit einbeziehen zu können. Weiterhin decken die derzeitigen Lärmschutzwerte nicht den Sachverhalt von Ver-



haltensänderungen ab, welche das Potenzial bergen, Folgen auf Populationsebene zu bewirken. Sie können eine Vertreibung aus dem ursprünglichen Lebensraum bewirken und dadurch beispielsweise die Reproduktion behindern. So wurde ein weitflächiges Fluchtverhalten von Schweinswalen in einer Entfernung von über 20 km (Tougaard et al. 2009) beobachtet. In Fällen von Genehmigungen, die biologisch besonders wichtige Reproduktions- und Aufzuchtgebiete tangieren, empfiehlt das UBA daher, fallbezogen die Festlegung von Zeitfenstern für Rammarbeiten zu prüfen. Außerdem sollte mit zunehmendem Erkenntnisgewinn bezüglich der multiplen Schadwirkung vieler Rammschläge geprüft werden, ob vorsorglichere Werte abgeleitet und empfohlen werden müssen.

### **Stand der Technik für Schallminderungsmaßnahmen erforderlich**

Um die empfohlenen Lärmschutzwerte mittelfristig zu erreichen und der physischen Gefährdung mariner Säuger zu begegnen, ist die Erprobung der Wirksamkeit bis angedachter und in der Entwicklung befindlicher Schutz- und Minderungsmaßnahmen im Rahmen von Pilotprojekten bei der Errichtung von OWEA dringend erforderlich. Dies gilt besonders für die Weiterentwicklung alternativer Einbringungsmethoden, z. B. Verbohrung, und Maßnahmen zur Schallminderung bei Rammarbeiten, z. B. durch Einsatz von Luftblasenschleiern, Hydro-Schall-Dämpfern oder entwässer- und teleskopierbaren Kofferdämmen. Besonders das letztgenannte System verspricht ein hohes Lärminderungspotenzial.

### **Literaturverzeichnis**

- Gordon J. & Northridge S. 2002. Potential impacts of Acoustic Deterrent Devices on Scottish Marine Wildlife. Scottish Natural Heritage Commissioned Report F01AA404.
- ICES 2010. Report of the Working Group on Marine Mammal Ecology (WGMME). ICES CM 2010/ACOM:24.
- Kastelein R.A., Vaughan A.D., Schoonenman N.M., Verboom N.M. & de Haan W.C. 2000. The effect of acoustic alarms on the behaviour of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in a floating pen. *Marine Mammal Science*, 16: 46-64.
- Kujawa S.G. & Liberman, M.C. (2009). Adding insult to injury: cochlear nerve degeneration after "temporary" noise-induced hearing loss. *J Neurosci* 29:14077-14085.
- Lucke K., Lepper, P.A., Blanchet, M.-A. & Siebert, U. 2009. Temporary shift in masked hearing thresholds in a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) after exposure to seismic airgun stimuli. *J. Acoust. Soc. Am.*, Vol. 125(6): 4060-4070.
- Madsen P.T., Wahlberg M., Tougaard J., Lucke K., Tyack P. 2006. Wind turbine underwater noise and marine mammals: implications of current knowledge and data needs. *Marine Ecology Progress Series*, 309 279-295.
- Nedwell J.R., Parvin S.J., Edwards B., Workman R., Brooker A.G. & Kynoch J.E. 2007. Measurement and interpretation of underwater noise during construction and operation of offshore windfarms in UK waters, Report for COWRIE, Newbury, UK. 85pp. Available from [http://www.offshorewindfarms.co.uk/Pages/Publications/Archieve/Soundscape/Mesurement\\_and\\_interp6efeec16/](http://www.offshorewindfarms.co.uk/Pages/Publications/Archieve/Soundscape/Mesurement_and_interp6efeec16/)
- Popper A.N., Carlson T.J., Hawkins A.D., Southall B.L. & Gentry R.L. 2006. Interim criteria for injury of fish exposed to pile driving operations: a white paper 15pp. Available from

[http://www.wsdot.wa.gov/NR/rdonlyres/84A6313A-9297-42C9-BFA6-750A691E1DB3/0/BA\\_PileDrivingInterimCriteria.pdf](http://www.wsdot.wa.gov/NR/rdonlyres/84A6313A-9297-42C9-BFA6-750A691E1DB3/0/BA_PileDrivingInterimCriteria.pdf).

- Southall B.L., Bowles, A.E., Ellison, W.T., Finneran, J.J., Gentry, R.L., Greene, C.R. Jr., Kastak, D., Ketten, D.R., Miller, J.H., Nachtigall, P.E., Richardson, W.J., Thomas, J.A. & Tyack, P.L. 2007. Marine mammal noise exposure criteria: Initial scientific recommendations. *Aquatic Mammals*, 33: 411 – 521.
- Thompson F., Lüdemann K., Kafemann R. & Piper W. 2006. Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish, biota, Hamburg, Germany on behalf of COWRIE Ltd, Newbury, UK. 62pp. Available from [http://www.offshorewindfarms.co.uk/Pages/Publications/Archive/Soundscape/New\\_underwater\\_noise\\_re3812e1e/](http://www.offshorewindfarms.co.uk/Pages/Publications/Archive/Soundscape/New_underwater_noise_re3812e1e/)
- Tougaard J., Carstensen J., Teilmann J., Skov H. & Rasmussen P. 2009. Pile driving zone of responsiveness extends beyond 20 km for harbor porpoises (*Phocoena phocoena* (L.)). *Journal of the Acoustical Society of America*, 126(1): 11-14

## Anhang VI: Verbändestellungnahme zum Lärmschutz bei der Errichtung von Offshore-Windenergieanlagen

NATURSCHUTZBUND DEUTSCHLAND E.V., WHALE & DOLPHIN CONSERVATION SOCIETY, WORLD WIDE FUND FOR NATURE, GREENPEACE, BUND FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ DEUTSCHLAND E.V., DEUTSCHE UMWELTHILFE E. V., DEUTSCHER NATURSCHUTZRING, DACHVERBAND DER DEUTSCHEN NATUR- UND UMWELTSCHUTZVERBÄNDE E.V., INTERNATIONAL FUND FOR ANIMAL WELFARE

Juni 2011

Die unterzeichnenden Umweltverbände betrachten die Nutzung der Offshore-Windkraft als ein wichtiges Element bei der Erzeugung regenerativer Energie und als einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz.

Gleichwohl bringt der Ausbau der Offshore-Windenergie ernst zu nehmende Risiken für die Meeresnatur und -umwelt mit sich. Das gilt für die erforderlichen Baumaßnahmen – auf die sich dieses Positionspapier bezieht - aber auch für den Betrieb, die Wartung, den Rückbau und die Netzanbindung. Betroffen sind je nach Gründungsvariante und Technik Vögel, Meeressäuger, Fische und benthische Lebensgemeinschaften. Hinzu kommen Risiken durch die kumulative Wirkung weiterer anthropogener Belastungen.

Um den Ausbau der Offshore-Windkraft mit dem deutschen und europäischen Arten- und Naturschutzrecht in Einklang zu bringen, ist es dringend erforderlich, technische Schallschutzkonzepte und alternative Gründungsverfahren weiter zu entwickeln und verbindlich einzusetzen. Dabei sind die Genehmigungsbehörden, die Industrie und die Wissenschaft gemeinsam in der Verantwortung. Für die unterzeichnenden Umweltverbände stellt die Impulsrammung auch in Verbindung mit allen verfügbaren Schallschutztechniken lediglich eine Übergangslösung dar, bis naturverträgliche, schallarme Gründungsverfahren verfügbar sind.

Beim Verfahren der Impulsrammung (Pile-Driving) kommt es zu einem intensiven Energieeintrag ins Meer. Während die Wärmeabgabe auf die nähere Umgebung beschränkt bleibt, können Unterwasserschall und Bodenpartikelbewegung über viele Kilometer hinweg Wirkungen auf Organismen haben. Die Schallauswirkungen können bei Tieren von Vertreibung, Meideverhalten, Störung der Kommunikation (Maskierung) bis zu körperlichen Verletzungen und Tod reichen.

Beobachtungen im Testfeld „Alpha Ventus“ 2009 zeigten, dass während der ungedämpften Rammarbeiten alle Schweinswale aus einem Radius von bis zu 20 Kilometer um die Baustelle vertrieben wurden. Diese Beobachtung deckt sich mit Untersuchungen in anderen Ländern. Insbesondere in sensiblen Gebieten und in der Zeit der Paarung und Jungenaufzucht (Mai-August) sind durch Vertreibung und Störung negative Folgen für einzelne Individuen, aber auch auf Populationsebene nicht auszuschließen.

Das Umweltbundesamt (UBA) hat einen Lärmschutzwert festgelegt, der vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) und Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) in den Verfahren als verbindlich berücksichtigt wird. Außerhalb von 750m um die Rammstelle darf ein Schallereignispegel (SEL) von 160 *dB re1µPa* und ein Spitzenschalldruckpegel von 190 *dB re1µPa* nicht überschritten werden. Dieser Lärmschutzwert beruht auf Untersuchungen der Wirkung eines einzelnen Schallimpulses auf das Gehör von Schweinswalen. Bei 164 *dB re1µPa SEL* wurde eine zeitweise Verschiebung der Hörschwelle (TTS) bei Schweinswalen

festgestellt. Diese Schwerhörigkeit kann für eine Tierart, die vollständig auf ein funktionierendes Gehör angewiesen ist, fatale Folgen haben.

Aus zahlreichen Untersuchungen ist bekannt, dass die Wirkung von Schall auch von der Expositionszeit abhängt. Da es technisch nicht möglich ist, einen Pfahl mit einem einzelnen Schlag in den Boden zu rammen, muss der Lärmschutzwert an die Anzahl der Schläge angepasst werden. In dem aktuellen Gutachten der Firma ITAP zu den Rammarbeiten bei „BARD Offshore 1“ wurde deutlich, dass bei ungedämpfter Rammung der Grenzwert sogar noch in 5000m Entfernung zur Schallquelle überschritten wird.

Die nachstehenden Forderungen beruhen unter anderem auf den Empfehlungen von ASCOBANS<sup>18</sup> und ICES<sup>19</sup> und beziehen sich unmittelbar auf das aktuelle Gründungsverfahren der Impulsrammung. Einen aktuellen Überblick schallminimierender Maßnahmen liefert eine Studie des BfN aus dem Juli 2011<sup>20</sup>.

### **Forderungen der Umweltverbände zur Reduzierung der Lärmemission beim Bau von Offshore-WEA:**

1. Auf die derzeitige schallintensive Rammtechnik ist mittelfristig zu verzichten. Schallarme Alternativen wie zum Beispiel Bohr-, Fräs- oder Einschwemmtechniken sind in den nächsten zwei Jahren zum Stand der Technik zu entwickeln und schnellstmöglich anzuwenden.
2. Der 160 dB-Lärmschutzwert darf nicht überschritten werden und muss perspektivisch an die Anzahl der Schallimpulse (Rammschläge) angepasst werden. Dabei sind weitere Baustellen und anthropogene Lärmquellen im Umkreis zu berücksichtigen.
3. Bei Rammarbeiten, die bis zur Entwicklung von alternativen Gründungsverfahren durchgeführt werden, ist die Intensität des Unterwasserschalls durch alle zur Verfügung stehenden technischen Schallminderungsmaßnahmen weitestgehend zu senken. Ungedämpfte Rammarbeiten sind generell zu untersagen, der Lärmschutzwert ist einzuhalten. Dies muss auch für die vor Mai 2008 genehmigten Projekte gelten.
4. Die aktive akustische Vergrämung minimiert das Risiko für Meeressäuger, ist aber gleichzeitig ein schallintensiver Eingriff. Daher ist sie bis zur Anwendung schallarmer Gründungsverfahren als Übergangstechnik verbindlich anzuwenden. Das verbindlich durchzuführende visuelle und akustische Begleitmonitoring muss sicherstellen, dass keine Schweinswale im Gefährdungsbereich des Baugebiets sind. Unterbrechungen einzelner Rammabschnitte sind auf maximal 30 Minuten zu beschränken.

---

<sup>18</sup> ASCOBANS ist das Abkommen zur Erhaltung der Kleinwale in der Nord- und Ostsee, des Nordostatlantiks und der Irischen See. Das multinationale Abkommen wurde 1994 im Rahmen der Bonner Konvention geschlossen. Deutschland ist eines von 10 Mitgliedstaaten. Die Resolution Nummer 2 des 6th MoP (2009) beschäftigt sich mit Thema Unterwasserschall beim Bau von Offshore Windkraft und gibt Empfehlungen für die naturverträgliche Umsetzung. [http://www.ascobans.org/pdf/mops/MOP6\\_2009-2\\_UnderwaterNoise.pdf](http://www.ascobans.org/pdf/mops/MOP6_2009-2_UnderwaterNoise.pdf)

<sup>19</sup> ICES (International Council for the Exploration of the Sea) ist der Internationale Rat für Meeresforschung und wurde bereits im Jahre 1902 in Kopenhagen gegründet. Derzeit hat der Rat 20 Mitgliedstaaten. Die Institution gilt als der wissenschaftliche Berater der Europäischen Kommission zu Meeresfragen. [http://www.ices.dk/reports/ACOM/2010/WGMME/wgmme\\_final\\_2010.pdf](http://www.ices.dk/reports/ACOM/2010/WGMME/wgmme_final_2010.pdf)

<sup>20</sup> [http://www.bfn.de/habitatmare/de/downloads/berichte/BfN-Studie\\_Bauschallminderung\\_Juli-2011.pdf](http://www.bfn.de/habitatmare/de/downloads/berichte/BfN-Studie_Bauschallminderung_Juli-2011.pdf)

5. Alle schallintensiven Bauarbeiten sind zeitlich und räumlich durch die Genehmigungsbehörde zu koordinieren, damit Ausweichbewegungen mobiler Tiergruppen möglich sind. Maßgeblich ist, dass Schweinswale innerhalb der deutschen Meeresgewässer jederzeit störungsarme/-freie Gebiete zur Nahrungssuche, Fortpflanzung und Jungenaufzucht vorfinden. Schallausschlusszeiten für besonders sensible Gebiete (mit hoher Individuendichte, hohem Anteil Mutter-Kalbpaare) sind zu etablieren. Darüber hinaus ist diese Freigabe mit den Nachbarländern abzustimmen.
6. Alle Bauvorhaben müssen durch ein unabhängiges naturschutzfachliches Effektmonitoring ergänzt werden.
7. All diese Maßnahmen müssen durch intensive Forschungsprogramme begleitet und weiter entwickelt werden. Dazu gehört auch die Evaluierung des Einflusses von Partikelbewegung auf in Bodennähe lebende Organismen.
8. Den Umweltverbänden ist auch bei komplexen Verwaltungszuständigkeiten ein unkomplizierter Zugang zu allen relevanten Umweltdaten einzuräumen.
9. Alle Bauanträge müssen von vornherein eine umfängliche Darlegung der Schallvermeidungs- und Schallminimierungskonzepte des Antragstellers enthalten.

## Anhang VII: Vermeidung von Unterwasserschall bei der Rammung von Offshore-Anlagen

STIFTUNG OFFSHORE-WINDENERGIE

April 2012

Die Nutzung von Windenergie aus Offshore-Kraftwerken ist ein wesentlicher Eckpfeiler der Energiewende. Bis 2030 sollen ca. 25 Gigawatt installierte Offshore-Leistung in deutschen Gewässern errichtet werden. Die Industrie und die öffentliche Hand mobilisieren Milliardenbeträge für die Entwicklung und Errichtung von Offshore-Windparks sowie der Netz- und Hafeninfrastruktur.

Mit *alpha ventus* und *Baltic I* wurden in den letzten Jahren die ersten Offshore-Windparks errichtet. *BARD Offshore 1* und *Borkum West II* befinden sich in Bau.

Seit Jahresbeginn werden die Offshore-Aktivitäten weiter intensiviert. Die erste Ausbaustufe der AG Betreiber\* umfasst ca. 3.000 Megawatt. Die zweite Ausbaustufe (3.500 Megawatt) steht kurzfristig zur Investitionsentscheidung an. Ein Großteil der Projekte soll bis Ende 2015/2016 abgeschlossen sein. Diese Vorhaben dürfen in ihrer Planungs- und Investitionssicherheit nicht gefährdet werden.

**Auch beim Kraftwerksbau auf See genießen Natur- und Umweltschutz höchste Priorität. Aktuell steht die Minimierung des Rammschalls an erster Stelle. Bis zuverlässige Systeme entwickelt sind, müssen allerdings Übergangsregelungen gefunden werden, um die erzielten Erfolge nicht zu gefährden.**

**Das heißt in der Praxis: Wird trotz Anwendung verfügbarer Schallminderungsmaßnahmen der Zielwert von 160 dB (SEL) nicht erreicht, darf es zu keinem Baustopp und zu keinen Bauausschlussfenstern mit Rammverboten kommen!**

### Sachverhalt / Sachstand

Bei der Rammung von Fundamenten für die Windenergieanlagen und Umspannstationen auf See kommt es zu Hydroschallemissionen. Diese können die in den Regionen lebenden Schweinswale in ihrem Verhalten und ihrer Lebensweise beeinträchtigen. Derzeit beträgt der Schallpegel in 750 m Entfernung von der Geräuschquelle bei ungedämmter Rammung (Quellpegel) ca. 175 bis über 180 dB<sub>(SEL)</sub> (Spitzenwerte bis zu 200 dB<sub>(Lpeak)</sub>).

In der Vergangenheit sind unterschiedliche Technologien zur Schallminderung an Echtzeitevorbau getestet worden (kleiner und großer Blasenschleier). Hierbei konnten bereits Reduzierungen bis max. 15 dB<sub>(SEL)</sub> erzielt werden.

Darüber hinaus haben die Betreiber ein gemeinschaftlich eigens entwickeltes und BMU-gefördertes Forschungsprojekt (ESRa/Evaluation von Systemen zur Rammschallminderung an einem Offshore- Testpfahl) durchgeführt. Die verschiedenen Anwendungssysteme (IHC-NMS, BEKA-Schalen, Hydroschalldämpfer, geführter kleiner Blasenschleier, Menck Feuerwehrschräume) ergaben eine um die Umgebungseinflüsse korrigierte Schallminderung von 7 bis 9 dB<sub>(SEL)</sub>.

Die vorliegenden Ergebnisse und Erfahrungen sind Annäherungswerte und damit nicht generell auf andere Offshore-Windparks übertragbar. Mit den derzeit verfügbaren Technologien können zwar Schallminderungen von 10 bis 15 dB<sub>(SEL)</sub> für die nächsten ein bis zwei Jahre als

- je nach ausgewählter Gründungsvariante, Hammersystem und Bodenverhältnisse - gesichert angenommen werden. Dies bedeutet aber auch, dass die Einhaltung des Zielwertes von 160 dB<sub>(SEL)</sub> mangels Stand der Technik nicht sichergestellt ist und nicht durchgehend wird erreicht werden können.

Zudem hängt die absolute Schallhöhe von der eingesetzten Rammenergie, den Pfahldimensionen und den Umgebungsbedingungen (Baugrund) ab. Auch ist davon auszugehen, dass Tragfähigkeit und Festigkeit der Fundamentpfähle direkt mit der Ramm- sowie der Schallintensität korrelieren. Weiterhin ist nicht geklärt, wie die Schallausbreitung sowohl im Wasser als auch durch den Baugrund zu beiden Teilen reduziert werden kann. Gerade bei der Schallausbreitung durch den Baugrund besteht intensiver Forschungsbedarf.

### Handlungsbedarf

In den Genehmigungen der meisten Offshore-Vorhaben (1. und 2. Ausbaustufe) ist ein *anzustrebender Richtwert von 160 dB<sub>(SEL)</sub>* vorgesehen. Demgegenüber steht der gegebene Umstand *nicht vorhandener technischer Lösungen (Stand der Technik)* zur Geräuschminimierung auf exakt diesen Wert.

Die Betreiber von Offshore-Windparks und -Konverterstationen tun alles dafür, die derzeit verfügbaren Schallminderungstechnologien trotz erheblichen Mehraufwandes einzusetzen und somit einen signifikanten Beitrag zur Schallminimierung zu leisten. Es wird keine einzige Gründungskonstruktion ohne Schallminderungsmaßnahme errichtet und es wird ein intensives Monitoring der Auswirkungen auf marine Säuger betrieben.

Ein Überschreiten im Einzelfall darf jedoch keine Gefährdung des Baufortschritts bedeuten. Fest steht: Die geplanten Investitionen und begonnenen Bauprojekte können zum jetzigen Zeitpunkt bei einer zwingenden Einhaltung von 160 dB<sub>(SEL)</sub> nur schwer oder gar nicht realisiert werden. Nachträgliche Auflagen würden zu unverhältnismäßigen und nicht tragbaren Belastungen führen. In der Folge würden sämtliche Offshore-Vorhaben gefährdet werden.

Für Offshore-Anlagen mit einer unbedingten Netzanbindungszusage muss ein Verfahren entwickelt werden, das eine Übergangsregelung möglich macht. Andernfalls wären die Grundpfeiler der Investitionsentscheidung ihrer Basis entzogen. Eine solche Übergangsregelung sollte bei einer künftigen behördlichen Schallschutzstrategie Berücksichtigung finden.

Ein zentral gesteuerter Evaluierungsprozess sollte bei den bis Ende 2016 umgesetzten Bauvorhaben

- grundsätzliche technologische Eignung der jeweils gewählten Schallminderungsmaßnahme,
- standortbezogene Anwendbarkeit zur Übernahme als „Stand der Technik“ sowie
- Auswirkungen auf das Verhalten der Schweinswale während und nach der Rammphase

wissenschaftlich untersuchen. Hierfür ist eine systematische Datensammlung und Ergebnisauswertung sowie umfassende Empirie erforderlich. Ergänzend sollte bis zur Entwicklung zuverlässiger Schallminderungssysteme die weiträumige Detektierung und vorlaufende Vergrämung durch gezielte Schallemissionen als primäre Maßnahme eingesetzt werden. Eine Vergrämung vor Beginn der Rammarbeiten ist ebenfalls in jedem zur Verwirklichung anstehenden Vorhaben vorgesehen.

## Ausblick

Um die Offshore-Ausbauziele von 10 Gigawatt zum Jahr 2020 einhalten zu können und das Engagement im Meeresumweltschutz zu intensivieren, wird die Branche weiterhin kontinuierlich an belastbaren Lösungen arbeiten, um sie einer schnellen Einsetzbarkeit zuzuführen.

Bis ein Stand der Technik erreicht ist, mit dem der Wert von 160 dB<sub>(SEL)</sub> in 750m Entfernung von der Schallquelle mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit eingehalten werden kann, sollten Schallminderungssysteme als integraler Bestandteil von Gründungskonstruktionen sowie der Errichtungslogistik bei deren Vergabe berücksichtigt werden. Das Schallschutzkonzept sollte somit frühzeitig abgestimmt sein, aber spätestens während der Vergabephase der Fundamenterrichtung freigegeben werden und zwar vor der 2. BSH-Freigabe. Aus Gründen der Bauablaufplanung ist es nicht möglich, spätere bzw. kurzfristige Auflagen im Umsetzungsprozess zu berücksichtigen.

Bis neue und anwendbare Erkenntnisse vorliegen, sollten Offshore-Anlagen in einer Kombination aus Schallminderung, Vergrämung und Monitoring zum Schutz der Meeressäuger realisiert und umgesetzt werden können - ohne dass der Baufortschritt bei Nichteinhaltung des Zielwertes gefährdet wird.

Hierbei können auch Alternativen zu geramten Fundamenten hilfreich sein. Dies erfordert, dass zum Beispiel Schwerkrafftamente kurzfristig ins Genehmigungsverfahren aufgenommen werden und in der Realisierungsvorbereitung rechtzeitig Berücksichtigung finden können.

Auch sollten innerhalb von F&E-Aktivitäten (z. B. 2. deutsches Testfeld) Bohrverfahren und andere Anwendungssysteme (sog. suction buckets/Saugglocken) entwickelt und erprobt werden.

**Die aufgezeigten Punkte stellen aus unserer Sicht ein geeignetes Maßnahmenpaket unter Beteiligung der Offshore-Betreiber sowie der relevanten Behörden dar, um die Großbauvorhaben so ökologisch und ökonomisch wirksam wie möglich umzusetzen. Für die Umsetzung der Offshore-Vorhaben wurden bereits erhebliche finanzielle Mittel aufgebracht und logistische Voraussetzungen geschaffen. Da das Einrammen von Gründungspfählen nach dem derzeitigen Stand der Technik die einzig verfügbare Methode darstellt, die Offshore- Windenergieanlagen standsicher im Meeresboden zu verankern, sind die genannten Übergangsregelungen zwingend notwendig.**

**Für die weitere gemeinschaftliche Aufgabe zur Entwicklung von Schallminderungssystemen sind die Offshore-Betreiber bereit, alles erdenklich und geeignete zu tun, um sich an diesem iterativen Prozess zu beteiligen. Deswegen strebt die Stiftung OFFSHORE Windenergie die Einrichtung einer zentralen Koordinationsstelle an, die diesen Prozess in technischer, naturschutzfachlicher, rechtlicher und ökonomischer Hinsicht begleitet und moderiert. Ziel dessen muss die Prüfung der Wirksamkeit zur Übernahme als Stand der Technik und zugleich ein ökologisches Echtzeit-Monitoring der aktiven Offshore-Windparks in ihren Bauphasen sein.**

**Die Offshore-Betreiber sind grundsätzlich bereit, sich an F&E-Vorhaben zu beteiligen. Für die Erprobung von Schallminderungssystemen oder alternativer Gründungskonstruktionen könnten in geeigneten Fällen Einzelstandorte in den Bauprojekten zur Verfügung gestellt werden.**



Hamburg, den 5. April 2012

gez. Jörg Kuhbier, Stiftung OFFSHORE Windenergie  
gez. Jürgen Kaiser, BARD Engineering GmbH  
gez. Michael Erler, DONG Energy Renewables Germany GmbH  
gez. Stefan Thiele, EnBW Erneuerbare Energien GmbH  
gez. Sven Utermöhlen, E.ON Climate & Renewables Central Europe GmbH  
gez. Dr. Jörg Buddenberg, EWE ENERGIE AG und Sprecher der AG Betreiber\*  
gez. Jürgen Blume, IBERDROLA Renovables Deutschland GmbH  
gez. Prof. Dr. Martin Skiba, RWE Innogy GmbH  
gez. Christian Vogt, SWM Stadtwerke München GmbH  
gez. Klaus Horstick, Trianel Windkraftwerk Borkum GmbH & Co. KG  
gez. Georg Friedrichs, Vattenfall Europe Windkraft GmbH und stellv. Sprecher der AG Betreiber<sup>21</sup>  
gez. Jens Assheuer, WindMW GmbH

*in Kooperation mit*

gez. Guido Fricke, TenneT Offshore GmbH  
gez. Dr. Lorenz Müller, 50Hertz Transmission GmbH

---

<sup>21</sup> Die AG Betreiber ist eine Arbeitsgruppe der Stiftung Offshore Windenergie und vereint diejenigen Unternehmen, die dauerhaft Offshore-Windparks in Deutschland betreiben wollen und entsprechende Investitionsentscheidungen getroffen haben. Die vertretenen Unternehmen verfügen über detaillierte Einsicht in die aktuellen Entwicklungen der Offshore-Branche und betreiben gemeinsam heute einen Großteil der weltweit installierten Offshore-Windkraftkapazitäten.