



Konzept für den Schutz der Schweinswale vor Schallbelastungen bei der Errichtung von Offshore-Windparks in der deutschen Nordsee (Schallschutzkonzept)

Gliederung

1. *Einleitung*
2. *Umfang, Eingrenzung und Fortschreibungen des Schallschutzkonzeptes*
3. *Ökologie und Schutzstatus des Schweinswals in der deutschen Nordsee*
4. *Gründungstechniken für Offshore-Windparks, Schallemissionen und Schallminderungstechniken*
5. *Auswirkungen von Impulsschallereignissen auf Schweinswale*
6. *Exkurs Störungen*
7. *Leitlinien des Schallschutzkonzeptes*
 - 7.1. *Beste verfügbare Technik*
 - 7.2. *Artenschutz: Verletzungs- und Tötungsverbot*
 - 7.3. *Artenschutz: Störungsverbot*
 - 7.4. *Gebietsschutz*
 - 7.5. *Altgenehmigungen*
 - 7.6. *Änderungsanträge*

1. Einleitung

Mit dem Energiekonzept 2010 und den Beschlüssen zur Energiewende im Juni 2011 hat die Bundesregierung erstmals eine umfassende Strategie für den Ausbau der erneuerbaren Energien in den kommenden Jahrzehnten vorgelegt. Bis 2020 soll ihr Anteil an der Stromversorgung auf mindestens 35 Prozent steigen, bis 2050 sollen sie zum Hauptpfeiler der Energieversorgung werden, flankiert durch große Fortschritte bei der Verbesserung der Energieeffizienz. Die Windenergie ist die tragende Säule der Stromversorgung der Zukunft. Insbesondere die Offshore-Windenergie verfügt dabei angesichts der gezeigten hohen Auslastung der bereits installierten Anlagen über große Zukunftspotenziale.

Die Entwicklung der Offshore-Windenergie liegt derzeit jedoch deutlich hinter den ursprünglichen Erwartungen zurück. Um den weiteren Ausbau zu ermöglichen hat die Bundesregierung eine Vielzahl von Maßnahmen ergriffen. Dazu gehören die Übernahme der Netzanbindung durch die Übertragungsnetzbetreiber, das KfW-



Kreditprogramm, das Stauchungsmodell sowie die Regelung der bis dahin unklaren Haftungsfragen bei Verzögerungen des Netzausbaus und Netzunterbrechungen. Derzeit wird der Offshore-Netzentwicklungsplan 2013 (O-NEP), in dem die Maßnahmen des Bundesfachplanes Offshore zur Anbindung der Windparks priorisiert werden, entwickelt. Der O-NEP wird jährlich aktualisiert und bildet eine wesentliche Rahmenbedingung für den schrittweisen Ausbau der Offshore-Windenergie.

Mit dem hiermit vorgelegten Konzept für den Schutz der Schweinswale vor Schallbelastungen bei der Errichtung von Offshore-Windparks (OWP) in der Nordsee (im Weiteren kurz: Schallschutzkonzept) soll bezüglich der naturschutzrechtlichen Anforderungen an die Errichtung von OWP zusätzliche Klarheit geschaffen werden. Dies erfolgt auch mit Blick auf das Ziel der Bundesregierung, dass die Errichtung und Nutzung erneuerbarer Energien nicht zu Lasten der biologischen Vielfalt gehen sollen (vgl. Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt 2007). Das Schallschutzkonzept trägt damit dem Vorsorgeprinzip Rechnung.

Basis für das Schallschutzkonzept ist der Kenntnisstand zu den Auswirkungen der Offshore-Windenergienutzung auf Schweinswale. Es beruht insbesondere auf den neuen und präziseren Erkenntnissen der ökologischen Begleitforschung bei der Errichtung und dem Betrieb der ersten OWP. Um bestehende Wissenslücken in Bezug auf die möglichen Auswirkungen der Offshore-Windenergie auf die Meeresumwelt zu schließen, wurden vom BMU umfangreiche Fördermittel für die ökologische Begleitforschung zur Verfügung gestellt. In den Jahren 2001 bis 2012 wurden in diesem Bereich mehr als 40 Einzelprojekte mit einem Fördervolumen von über 27 Mio. € realisiert. Es hat sich dabei insbesondere gezeigt, dass der beim Rammen der OWP-Fundamente entstehende Unterwasserlärm erhebliche Auswirkungen auf Meeressäuger haben kann. Individuen können geschädigt werden oder ganze Populationen können erheblich beeinträchtigt werden, so dass hier naturschutzrechtliche Beschränkungen zu berücksichtigen sind.

Das Schallschutzkonzept berücksichtigt die spezifischen nationalen Verhältnisse beim Ausbau der Offshorewindenergie. Aus naturschutz- und schifffahrtsrechtlichen, und touristischen Gründen können in Deutschland in der Nordsee Offshore-Windparks nur in großer Entfernung zur Küste und entsprechend tiefem Wasser errichtet werden, was sich unmittelbar auf den Umfang der Schallimmissionen auswirkt.

Durch dieses Konzept zur Beurteilung der ökologischen Auswirkungen im Bereich Unterwasserschall bei der Errichtung von Offshore-Windparks soll für alle Beteiligten künftig zusätzliche Sicherheit bei der Auslegung der unbestimmten Rechtsbegriffe aus den einschlägigen Naturschutznormen („Verletzung“ und „erhebliche Störung“ im Sinne der artenschutzrechtlichen Zugriffsverbote, „erhebliche Beeinträchtigung“ im Sinne des Gebietsschutzes) geschaffen werden. Damit soll den Errichtern von OWP möglichst frühzeitig in ihren sehr langen Planungsprozessen eine Orientierung



für den Umgang mit diesen Normen in der Errichtungsphase aufgezeigt werden. Dadurch wird ermöglicht, dass erforderliche organisatorische oder technische Maßnahmen zum Schallschutz bereits frühzeitig in die Planungsprozesse integriert und dadurch Kosten minimiert werden können. Das Konzept ersetzt oder verändert keine naturschutzrechtlichen Anforderungen oder Verfahrensschritte wie z.B. den einer FFH-VP, sondern will Hilfestellung zur Auslegung der Anforderungen des Schweinswalschutzes anbieten.

Das Konzept soll ab 1. Dezember 2013 als Grundlage für die Beurteilung von bis dahin noch nicht genehmigten Projekten gelten. Damit soll angesichts der bisher noch begrenzten Auswirkungen aus der ersten Errichtungsphase der Offshore-Windenergie und im Sinne der Planungssicherheit eine ausgewogene Balance zwischen dem Schutz der Schweinswale und der Entwicklung der Offshore-Windenergie hergestellt werden.

Das Konzept wurde mit den Vertretern der Offshore-Windkraft und den Naturschutzverbänden zweimal und mit den Küstenländern einmal in der Zeit zwischen November 2012 und Juni 2013 konsultiert. Auf der Grundlage der eingegangenen Kommentare wurde es zum aktuellen Stand weiterentwickelt.

2. Umfang, Eingrenzung und Fortschreibung des Schallschutzkonzeptes

In diesem Schallschutzkonzept wird für die Bewertung der Unterwasserschallbelastung auf Meeressäuger der Schweinswal als Leitart betrachtet, da für andere Meeressäuger oder insbesondere andere Artengruppen (z.B. Fische) bisher keine ausreichenden wissenschaftlichen Erkenntnisse zur Schallproblematik vorliegen, die die Entwicklung eines Schallschutzkonzepts für diese anderen Arten ausreichend untermauern könnten.

Das Konzept berücksichtigt nur die deutsche Ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ) der Nordsee, für die der Bund eine unmittelbare Zuständigkeit besitzt. Die geographische Beschränkung auf die Nordsee ist erforderlich, da derzeit für die deutsche Ostsee keine vergleichbare Datenlage zu Vorkommen und Verbreitung von Schweinswalen verfügbar ist. Ohne diese Erkenntnisse fehlt jedoch die nötige fachliche Basis für eine entsprechende konzeptionelle Einordnung in ein Schallschutzkonzept, welches Gültigkeit für die Ostsee beanspruchen soll und kann. Eine Übertragung auf die Ostsee ist daher nicht möglich.

Ferner wird im Rahmen dieses Konzepts nur die Schallentwicklung und Lärmbelastung bei der Errichtung der Fundamente der Offshore-Windparks (Windenergieanlagen, Umspannstationen) sowie der Konverterstationen berücksichtigt. Das Konzept geht auf die kumulativen Effekte durch die Mehrfachbeschallung aufgrund eines Rammvorgangs mit in der Regel mehr als tausend Schlägen sowie die kumula-



tiven Effekte aufgrund mehrerer im gleichen Zeitraum betriebenen Baustellen ein. Andere Schallquellen, die zu Lärmbelastungen führen oder führen können, wie Betriebsgeräusche von Offshore-Windenergieanlagen, Schiffslärm, zivile und militärische Sonare und seismische Erkundungen werden auf Grund mangelnder Verfügbarkeit von Daten in diesem Schallschutzkonzept jedoch weder direkt noch als kumulativer Effekt betrachtet. Die entsprechenden kumulativen Effekte durch solche und mögliche weitere Schallquellen müssen jedoch, soweit bekannt, einzelfallbezogen im Rahmen der vorhabenbezogenen FFH-Verträglichkeitsprüfungen nach § 34 Abs. 1 BNatSchG wie bei allen Projekten auch bei Offshore-Windenergieanlagen berücksichtigt werden.

Die vollständige Berücksichtigung der marinen Gewässer in Deutschland mit ihrem gesamten Artenspektrum und die Berücksichtigung der Gesamtheit der Schallquellen und möglicher Lärmbelastungen wird im europäischen Kontext (Meeresstrategie-Rahmen-Richtlinie) adressiert.

Der wissenschaftliche Kenntnisstand zu den hier relevanten Themen wie Lärmauswirkungen auf die Schweinswale, Schallausbreitung im Meer und den Gründungstechniken stützt sich auf den aktuellen Kenntnisstand, der vor allem auf die Erfahrungen bei der Errichtung von OWP in den letzten Jahren und auf entsprechende, durch das Bundesumweltministerium geförderten Forschungsvorhaben zurückgeht. Es ist aber davon auszugehen, dass sich der Wissenstand in den nächsten Jahren weiter verbessert. Daher ist es unverzichtbar, dieses Schallschutzkonzept regelmäßig zu überprüfen und an den aktuellen Wissensstand anzupassen.

Im Folgenden wird nach einer Beschreibung der Ökologie und des Schutzstatus des Schweinswals in der Nordsee, der Stand der Gründungstechniken sowie der Schallminderungsmaßnahmen erläutert. Im Anschluss werden die Auswirkungen von Impulsschall auf die Schweinswale dargestellt. Die Konventionsvorschläge für die in diesem Kontext zu konkretisierenden Rechtsbegriffe des Naturschutzrechts werden im letzten Teil erarbeitet.

3. Ökologie und Schutzstatus des Schweinswals

Der Bestand der Schweinswale in den deutschen Meeresgewässern der Nordsee unterliegt jährweise starken Bestandsschwankungen und wird mit 55.000 Tieren angegeben. Schweinswale kommen ganzjährig in der deutschen Nordsee vor, zeigen aber jahreszeitenabhängige Schwerpunkte in ihrer räumlichen Verteilung (GILLES ET AL. 2008, 2009 a). Im Frühjahr finden sich Schwerpunkte vor der Niedersächsischen Küste im Bereich des Borkum Riffgrunds sowie ein weiterer Schwerpunkt im Bereich des Sylter Außenriffs. Mit den Erfassungskampagnen von 2002 – 2006 erreicht der Gesamtbestand dabei 55.000 Tiere (n=55.048). Bei weiterhin flächigem Vorkommen verbleibt in den Sommermonaten bzw. der Hauptfortpflanzungszeit nur das Sylter Außenriff als ausgeprägtes Schwerpunktgebiet. In diesen





Monaten beträgt der Bestand in der deutschen Nordsee 50.000 Individuen ($n=49.687$). Bei der aktuellsten flächendeckenden Erfassung im Juni/Juli 2009 wurden mit 54.227 Tieren (95%-Konfidenzintervall 30.079 – 104.186, Variationskoeffizient (VK) = 0,32) keine signifikant abweichenden Bestände ermittelt (GILLES ET AL. 2010). Im Herbst sinkt der Schweinswalbestand auf 15.394 Individuen (VK 0,33) und weist keine erkennbaren Verbreitungsschwerpunkte auf. Für den Winter sind die bisher vorliegenden Daten nicht ausreichend, um eine Bestandsschätzung vorzunehmen, offenbar verlässt aber ein Großteil der Tiere die deutschen Meeresbereiche.

Die Schweinswale der deutschen Nordsee gehören zur Subpopulation der zentralen und südlichen Nordsee (EVANS, P. G.H. & J. TEILMANN (EDTS.) (2009), INTERNATIONAL WHALING COMMISSION. 2000). Daher und aufgrund der beschriebenen hohen jahreszeitlichen Dynamik ist der gesamte Schweinswalbestand der deutschen Nordsee als lokale Population anzusehen, die sich nicht weiter unterteilen lässt.

Nach aktuellen Erkenntnissen hat ein weibliches Tier während seines Lebens (meist 8 bis 10 Jahre, selten mehr als 12 Jahre) ca. 4 bis 6 Kälber. In der Nordsee finden Geburten von Schweinswalen im Zeitraum von Mai bis Juli statt (nach einer ca. 10 bis 11-monatigen Tragzeit). Unmittelbar im Anschluss bis Anfang August erfolgt die erneute Paarung. Die Jungtiere werden vom Zeitpunkt der Geburt an ca. 8 bis 10 Monate gesäugt. Die Schweinswale befinden sich somit ganzjährig in der Fortpflanzungs- und Aufzuchtzeit.

Innerhalb der ganzjährigen Fortpflanzungs- und Aufzuchtzeit existiert ein besonders sensibler Zeitraum von Mai bis August in der Nordsee, in dem Störungen ein besonders hohes Potenzial haben, zu einer Verschlechterung des Erhaltungszustandes der lokalen Population zu führen, da der Reproduktionserfolg unmittelbar betroffen ist. Er schließt die letzten Wochen vor der Geburt, die Geburt selbst, die Phase der Herausbildung einer stabilen Mutter-Kalb-Bindung und die parallele Paarungsphase ein.

Schweinswale sind in der Roten Liste Deutschlands (2009) als stark gefährdet eingestuft.

Der Schweinswal ist eine Art von gemeinschaftlichem Interesse. Er steht sowohl im Anhang II (als eine nicht prioritäre Art, für die Natura 2000-Gebiete auszuweisen sind) als auch im Anhang IV der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-RL), der die Arten enthält, für die ein strenges Schutzsystem nach Art. 12 ff. einzurichten ist. Für ihn gelten im deutschen Naturschutzrecht sowohl die Regelungen des Gebietschutzes der §§ 32 ff. BNatSchG und des Artenschutzes § 44 ff. BNatSchG (streng geschützte Art).

Der Erhaltungszustand für den Schweinswal in der Atlantischen Biogeographischen Region (Nordsee) wird im FFH-Bericht der Bundesregierung 2013 mit „ungünstig-



unzureichend“ eingeschätzt (vgl. auch BUNDESREGIERUNG 2007).

Nach der Berner Konvention und deren Anlage II gehören Schweinswale zu den streng zu schützenden Arten. Unter dem Dach der Bonner Konvention wurde zum Schutz der Kleinwale (dazu gehören die Schweinswale) ein spezielles Regionalabkommen zur Erhaltung der Kleinwale in der Nord- und Ostsee, des Nordostatlantiks und der Irischen See (ASCOBANS) abgeschlossen. Darin verpflichten sich die Vertragsparteien in umfassender Weise zum Schutz und zur Hege.

Der Schweinswal steht auf den Listen bedrohter und zurückgehender Arten und Biotope des Übereinkommens zum Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks (OSPAR) und der Kommission des Übereinkommens zum Schutz der Ostsee (HELCOM).

4. Gründungstechniken für Offshore-Windparks, Schallemissionen und Schallminderungstechniken

4.1. Gründungstechnik

Bei der Gründung von Offshore-Windenergieanlagen (OWEA) können drei Fundamenttypenklassen unterschieden werden: Gründungskonstruktionen, die im Meeresboden mit Pfählen oder anderen Haltekonstruktionen verankert werden, auf dem Meeresboden abgestellte Fundamente und schwimmfähige Konstruktionen. Die Eignung eines Fundamenttyps hängt maßgeblich von der Wassertiefe, den Bodenverhältnissen, dem Anlagen- und Errichtungskonzept sowie den für die Herstellung der Unterkonstruktion anfallenden Kosten ab.

4.1.1. Rammung von Pfahlgründungen

Bisher werden OWEA in der Nord- und Ostsee vorwiegend auf Pfahlgründungen bzw. auf Tragstrukturen errichtet, die mit Pfählen im Meeresboden verankert sind. Je nach konstruktiver Ausführung lassen sich große Stahlrohre („Monopiles“) sowie aufgelöste Fundamentstrukturen (Jackets, Tripods, Tripiles) unterscheiden. Alle Pfahlgründungsvarianten besitzen eine hohe Marktreife. Die Einbringung von Pfahlgründungen in den Meeresboden erfolgt in der Regel mit Hilfe hydraulischer Schlagrammen (Impulsrammverfahren) oder – unter bestimmten Voraussetzungen – durch den Einsatz sog. „Vibrationsrammen“, mit deren Hilfe der Pfahl in den Boden eingerüttelt wird.

a) Impulsrammverfahren

Die Errichtungszeit je Fundament variiert stark in Abhängigkeit von dem Fundamenttyp und anderen Faktoren. Der reine Rammvorgang (Netto-Rammzeit) dauert bei Monopiles i. d. R. zwischen 30 und 100 Minuten. Bei aufgelösten Fundamentstrukturen sind etwa 30-60 Minuten pro Pfahl



zu veranschlagen, d. h. insgesamt zwischen 90 und 240 Minuten. Die beim Rammen entstehenden hohen impulshaften Schallemissionen werden als problematisch für Schweinswale angesehen.

b) Vibrationsrammverfahren

Bei locker und mittelfest gelagerten Sandböden können die Gründungspfähle unter bestimmten Voraussetzungen mit Hilfe von Vibrationsrammen in den Meeresboden eingebracht werden. Messungen zeigen, dass die beim Vibrationsrammverfahren entstehenden Schallpegel deutlich unter denen der Rammung liegen. Anders als bei impulshaften Rammen wird beim Einrütteln ein Dauerschall emittiert.

Allerdings unterliegt dieses Einbringungsverfahren technischen Restriktionen. Bei der Installation von Tripod- oder Jacketfundamenten bleibt die Vibrationsrammung i. d. R. auf die oberen 8 bis 12 m beschränkt, da eine weitere Einrüttlung des Pfahls die Erbringung eines aufwändigen Standsicherheitsnachweises in Form einer dynamischen Pfahlprobelastung erfordern würde. Um die Standfestigkeit abzusichern, werden die auf den oberen Metern vorgerüttelten Gründungspfähle mit Hilfe des Impulsrammverfahrens auf Endtiefe gebracht. Monopiles können – wie Versuche beim dänischen Windpark Anholt zeigen – mit Hilfe des Vibrationsrammverfahrens unter bestimmten Prämissen bis auf Endtiefe gebracht werden. Voraussetzung ist in diesem Fall die Erbringung eines Nachweises, dass die Bettungseigenschaften des Bodens nicht nachteilig verändert werden und die Standsicherheit gegeben ist. Da hierzu bislang keine gesicherten Erkenntnisse vorliegen, kommt das Verfahren bei der Installation von Offshore-Windparks in den deutschen Meeresgebieten bislang nicht zur Anwendung.

4.1.2. Bohrverfahren

Für die Errichtung von Pfahlgründungen kommen grundsätzlich auch Bohrverfahren in Betracht. Sie stellen insbesondere bei schwierigen Bodenverhältnissen, bei denen keine Schlagrammung möglich ist, eine geeignete Alternative dar. Bohrverfahren eignen sich für Wassertiefen bis zu 80 Metern. Herzstück des Verfahrens ist eine vertikal geführte Maschine, an deren unterem Ende sich ein Bohrkopf mit einer schwenkbaren Fräswalze befindet. Mit diesem Verfahren können Pfähle mit Durchmesser von bis zu 10 Metern und mit beliebig großen Wandstärken errichtet werden. Die Bohrtechnik kam bereits bei der Errichtung einzelner OWEA bei schwierigen Untergrundverhältnissen in Kombination mit dem Rammverfahren zum Einsatz (z.B. OWP Barrow, UK). Im Hinblick auf eine mögliche Serienanwendung besitzt sie allerdings noch keine ausreichende Marktreife. Optimierte Konzepte mit einem schnelleren Vortrieb und höherer Wittertoleranz sind derzeit Gegenstand von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben.

Neben der technischen Umsetzbarkeit im Offshore-Bereich ist auch die wirtschaftliche Eignung noch nachzuweisen.





Anders als bei impulshaften Rammungen, werden bei Bohrverfahren Dauerschallemissionen auftreten. Es ist zu erwarten, dass die emittierten Schallpegel sehr deutlich unter denen von Rammverfahren liegen werden. Daher stellt diese Errichtungstechnik eine schallarme Gründungsvariante dar.

4.1.3. Saugeimergründungen (suction bucket/suction can)

Fundamente für Offshore-Installationen können mit Hilfe sog. „Saugeimer“ (suction buckets oder suction cans) schallarm im Meeresboden verankert werden. Der Saugeimer wird hierfür in den Meeresboden eingezogen. Dieses Gründungskonzept eignet sich für die Installation von Tragstrukturen auf sandigen Böden in Wassertiefen bis zu 60 Metern.

Obwohl bereits mehrere Umspannstationen sowie Hilfsplattformen für die Öl- und Gasförderung auf Saugeimer-Gründungen installiert wurden, spielen diese für die Errichtung von Offshore-Windparks bisher praktisch keine Rolle.

Bis zur Marktreife als Gründungstechnologie für Offshore-Windenergieanlagen sind weitere umfangreiche Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen notwendig. Das Saugeimerfundament stellt perspektivisch eine schallarme Gründungsvariante dar.

4.1.4. Schwerkraftfundamente

Bei dem Fundamenttyp handelt es sich um Beton- oder Stahlkonstruktionen, die auf dem Meeresboden abgestellt werden. Durch die erforderliche Baugrube, die Standfläche der Schwerkraftfundamente und den Kolkschutz werden vergleichsweise große Flächen des Meeresbodens beansprucht.

Schwerkraftfundamente wurden bislang für die Errichtung von Offshore-Windparks in flacheren Meeresbereichen verwendet (z.B. OWP Nysted, OWP Lillegrund) und besitzen für diese Standorte eine hohe Marktreife. Das Gründungskonzept wird prinzipiell auch für die Installation von OWEA in 30 bis 40 Metern Wassertiefe als geeignet angesehen, jedoch besteht hierfür zunächst noch weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf. Neben der technischen Eignung muss auch die wirtschaftliche Eignung dieses Fundamenttyps noch belegt werden.

Bei der Errichtung von Schwerkraftfundamenten kommt es zwar nicht zu hohen Schallemissionen, jedoch werden insbesondere bei Vorkommen von geschützten Biotopen Probleme durch die hohe Flächeninanspruchnahme gesehen.

4.1.5. Schwimmende Fundamente

Schwimmende Fundamente eignen sich insbesondere für die Installation von Offshore-Windparks in größeren Wassertiefen (> 50 Meter). Es liegen verschiedene Konzepte vor, die jedoch noch kaum erprobt sind. Prototypen für Schwimmfundamentkonstruktionen werden u. a. seit 2009 in Norwegen ("Hywind") und seit 2011 in Portugal ("Windfloat") getestet. Bis zur Marktreife von schwimmenden Fundamenten erscheinen allerdings noch große Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen notwendig. Für die deutschen Meeresgebiete kommen schwimmende Grün-



dungskonzepte wegen der relativ flach abfallenden Küstenlinie sowie der überwiegenden Wassertiefen bis 50 Meter nur eingeschränkt in Frage.

Bei der Installation treten keine umfänglichen Schallemissionen auf, sodass es sich um eine schallarme Gründungsvariante handelt.

Resümee zu den Gründungstechniken

Bei den in den nächsten Jahren zu realisierenden OWP sind überwiegend die erprobten Pfahlgründungen mit den dazu notwendigen Rammungen zu erwarten. Ein alternativer Stand der Technik steht bezüglich der Gründungstechniken für OWEA derzeit noch nicht zur Verfügung. Innovative Konzepte zur schallarmen Gründungen müssen in parallelen Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen weiterentwickelt und kontinuierlich an einen Stand der Technik herangeführt werden. Auch wenn ein Verfahren den „Stand der Technik“ erreicht haben sollte, sollen im Sinne einer Diversifizierung der möglichen Techniken andere Systeme weiter erforscht und entwickelt werden.

4.2. Schallemissionen

Die Einbringung der Gründungspfähle erfolgt weit überwiegend mit Hilfe hydraulischer Schlagrammen. Hierbei wird die Energie des Hammers auf das Rammgut übertragen, wobei ein Teil der Energie als Schall entweder direkt vom Rammgut oder indirekt über den Meeresboden in das Wasser abgegeben wird.

Die indirekte Übertragung des Schalls über den Meeresboden in die Wassersäule ist noch nicht vollständig erforscht. Die vom Rammgut in die Meeresumwelt abgegebene Energie in Form von impulshaltigem Schall stellt die maßgebliche Größe für dieses Schallschutzkonzept dar.

Die grundsätzlichen Prinzipien der Schallausbreitung unter Wasser sind bekannt. In der Praxis stoßen Prognosen jedoch schnell an Grenzen, da örtliche Parameter die Schallausbreitung stark beeinflussen können. Wesentlich sind u. a. die Wassertiefe, der Meeresuntergrund, das Relief des Meeresbodens. Es können zusätzlich Reflexionen, Überlagerungen und Auslöschungen auftreten. Es gibt derzeit für die deutsche Nordsee kein räumlich aufgelöstes Modell der Schallausbreitung. Die Entwicklung und Validierung eines solchen Modell ist Gegenstand eines vom Bundesumweltministerium geförderten Forschungsprojekts (BORA, <http://www.bora.mub.tuhh.de/>). Derzeit wird deshalb vereinfachend mit Standardwerten zur Schallausbreitung gerechnet, was jedoch mit entsprechenden Prognoseunsicherheiten einhergeht. Dabei steigt die Prognoseunsicherheit mit zunehmender Entfernung an.

4.3. Schallminderungsmaßnahmen

Die durch das Rammen der Gründungspfähle verursachten Schallemissionen können durch technische Maßnahmen verringert, jedoch in der Regel nicht vermieden werden. Es kann zwischen primären Schallminderungsmaßnahmen, durch die sich



eine Verringerung des entstehenden Schalls erreichen lässt, und sekundären Schallminderungsmaßnahmen, die darauf abzielen, die Ausbreitung des entstandenen Schalls einzuschränken bzw. zu verhindern, unterschieden werden. Die in den Genehmigungen vorgeschriebene zeitlich vorgelagerte Vergrämung (seal scarer, pinger) stellt dagegen keine Schallminderungs- sondern eine Schutzmaßnahme dar.

4.3.1. Primäre Schallminderungsmaßnahmen

Zu den primären Schallminderungsmaßnahmen zählen die Verminderung der Schlagenergie und die Verlängerung der Kontaktzeit zwischen dem Hydraulikhammer und dem Rammpfahl, die sog. „Impulsdauerverlängerung“. Meistens beginnen Rammungen mit verminderter Schlagenergie, sogenannter „soft start“, der wie eine Vergrämungsmaßnahme auf Meeressäuger wirken soll. Bei der Impulsdauerverlängerung beruht das Prinzip der Schallminderung darauf, dass durch das Einlegen einer „weichen“ Zwischenlage (z. B. eines Stahlseils) zwischen Hammer und Rammgut eine Verlängerung der Kontaktzeit eine Reduzierung der „Energiespitzen“ des Schlagimpulses bewirkt wird. Die Wirksamkeit ist nachgewiesen worden, es besteht aber noch ein erheblicher Forschungsbedarf.

4.3.2. Sekundäre Schallminderungsmaßnahmen

Wesentlich größere Bedeutung und Wirksamkeit weisen die sekundären Schallminderungsmaßnahmen auf. Auf diesen Bereich konzentrieren sich deshalb die Forschungsvorhaben des Bundesumweltministeriums. Gegenwärtig werden folgende Schallminderungsmaßnahmen eingesetzt oder befinden sich in der Entwicklung und Erprobung:

- Blasenschleier
 - Kleiner Blasenschleier
 - Großer Blasenschleier
- Hüllrohr
- Hydroschalldämpfer
- Kofferdamm

a) Blasenschleier

Die derzeit gebräuchlichste Schallminderungsmaßnahme in Deutschland stellen Blasenschleier verschiedener konstruktiver Ausführung dar. Bei den Blasenschleiern wird Druckluft in perforierte Rohr- oder Schlauchsysteme eingeleitet, die auf dem Meeresboden verlegt bzw. im Wasserkörper angeordnet sind. Die aus den Öffnungen aufsteigenden Blasen bilden im Idealfall einen geschlossenen Vorhang, der über die gesamte Wassersäule reicht. Die Schallminderung hängt u. a. von der Menge der eingesetzten Druckluft, der Dichte des Blasenvorhangs und der Größe der Blasen ab.

In Deutschland werden derzeit folgende konstruktive Ausführungen von Blasenschleiern eingesetzt bzw. erprobt:





- „Großer Blasenschleier“: mit Hilfe eines in einem relativ weiten Abstand um den Ort der Schallentstehung verlegten Schlauch- oder Rohrsystems am Meeresboden werden aufsteigende Blasen erzeugt,
- „Kleiner Blasenschleier“: über eine Anzahl übereinander unmittelbar um den Rammpfahl bzw. die Gründungsstruktur angeordnete Ringe mit kleinen Durchmessern werden aufsteigende Blasen erzeugt, und
- „Geführter Blasenschleier“: die Luftblasen steigen entlang einer Membran oder einer Wand empor und werden dadurch von Strömungseinflüssen entkoppelt.

Blasenschleier wurden in den vergangenen Jahrzehnten u. a. zur Schallminderung bei Hafen- oder Brückenbauarbeiten eingesetzt. Für die Errichtung von Offshore-Windenergieanlagen liegen bislang erst einige Erfahrungen vor. Wichtige Erkenntnisse konnten dabei im Rahmen von BMU-geförderten Forschungsvorhaben gewonnen werden.

Die Wirksamkeit eines „Großer Blasenschleiers“ bei der Rammung einer Pfahlgründung im Offshore-Bereich wurde erstmals 2008 im Zuge der Errichtung der Forschungsplattform FINO 3 evaluiert. Hierbei konnte eine Dämpfungswirkung von 7 bis 12 dB re 1 μ Pa (SEL) bzw. bis zu 14 dB re 1 μ Pa (SPL) erreicht werden (GRIEBMANN ET AL. 2010).

Bei der Errichtung des Offshore-Windparks „Borkum West II“ im Jahr 2012 wurde ein technisch optimierter, für den Serieneinsatz geeigneter „Großer Blasenschleier“ erstmals unter realen Baubedingungen erprobt und evaluiert (PEHLKE ET. AL. 2013). Das Herzstück des Schallschutzsystems bildete ein automatisiert verlegbarer Düsen-schlauch, der bei 31 von 40 Tripod-Fundamenten erfolgreich eingesetzt wurde. Die Messergebnisse zeigen, dass mit einem einreihigen ringförmigen „Großen Blasenschleier“ bei Wassertiefen um die 30 m eine Dämpfungswirkung von 9 bis 13 dB re 1 μ Pa (SEL) bzw. 10 bis 17 dB re 1 μ Pa (SPL) erzielt werden kann. Im Mittel lag die Dämpfungswirkung bei 11 dB re 1 μ Pa (SEL) bzw. 14 dB re 1 μ Pa (SPL). Durchgeführte Tests mit einer doppelreihigen Konfiguration weisen auf ein höheres Minderungspotenzial hin. Mit Hilfe des verwendeten Schallschutzsystems konnte der behördlich definierte Schallschutz-Grenzwert am Standort Borkum West II bei 12 von 40 Fundamenten eingehalten werden. Durch die Verminderung der Hydroschallemissionen wurde in diesen Fällen eine deutliche Reduzierung der Störwirkung auf Schweinswale um bis zu 90 % erreicht (PEHLKE ET. AL. 2013).

Die Einhaltung der Schallschutzgrenzwerte kann jedoch derzeit nicht garantiert werden, da unter anderen Standortbedingungen, bei größeren Wassertiefen, ungünstigen Wetterbedingungen und größeren Pfählen die bisher erreichte Schallreduktion teilweise nicht ausreichend ist.



Im Fokus laufender Forschungs- und Entwicklungsvorhaben des BMU stehen die Verbesserung der Wirksamkeit, die Minimierung des Zeitbedarfs für die Auslegung und Einholung der Schlauch- bzw. Rohrsysteme sowie die Entwicklung dauerbeständiger Materialien und robuster technischer Komponenten.

b) Hüllrohre

Mit Hüllrohren wird das Rammgut akustisch möglichst weitgehend vom Wasserkörper entkoppelt. Hüllrohre eignen sich für die Errichtung von Monopiles. Einzelne Konzepte erlauben auch eine Anwendung bei aufgelösten Gründungsstrukturen. Vom Design her können sie doppelwandig oder als einwandige Variante mit einer über die gesamte Pfahlänge vorhandenen Isolierung (Luft, Schaumstoffe, Blasenschleier) ausgestaltet sein.

Bei der operativen Handhabung von Hüllrohren im Errichtungsprozess lassen sich verschiedene Konzepte unterscheiden:

- Das Hüllrohr wird mit Hilfe eines Krans über den bereits auf den Meeresboden abgesetzten Rammpfahl gestülpt und nach Beendigung der Rammung auf die Errichtereinheit zurückgehoben.
- Der Rammpfahl wird bereits auf der Errichtereinheit in das Hüllrohr eingeschoben, zusammen mit diesem auf dem Meeresboden abgesetzt und nach Beendigung der Rammung zurückgehoben.
- Von der Errichtereinheit wird ein Hüllrohr mechanisch auf den Meeresboden abgesenkt, in das der Rammpfahl eingeführt wird. Nach der Rammung wird das Hüllrohr wieder hochgefahren und die Errichtereinheit zum nächsten Rammort versetzt.
- An der Errichtereinheit ist ein aus zwei Hälften bestehendes Hüllrohr angebracht, das nach Absetzen des Rammpfahls mechanisch geschlossen und nach Beendigung der Rammung wieder geöffnet wird.
- Die Gründungspfähle bestehen aus einem Innen- und einem Außenrohr. Nach der Rammung des Innenrohrs („Rohr-in-Rohr-Rammung“), das als Verankerung des Außenrohrs im Boden dient, wird die Anlage auf dem Außenrohr errichtet.

Die Praxistauglichkeit der Hüllrohrtechnologie wurde bei der Errichtung des Offshore-Windparks „Riffgat“ demonstriert. Die Rammung der 30 Monopile-Fundamente erfolgte mit einem 30 m langen, im Durchmesser 10 m breiten doppelwandigen Stahlrohr mit innen liegendem Blasenschleier.

Der Einsatz von Hüllrohren als Minimierungsmaßnahme ist an bestimmte Voraussetzungen seitens der Logistik geknüpft, da ausreichende Kapazitäten für die Lagerung des Hüllrohrs sowie ein entsprechend ausgelegter Kran vorgehalten werden müssen.

Weiterer Entwicklungsbedarf wird in Hinblick auf den Einsatz in größeren Wassertiefen sowie der experimentellen Optimierung gesehen.



c) Hydroschalldämpfer

Als „Hydroschalldämpfer“ werden mit Luft gefüllte ballonförmige Körper mit einer dünnen, hochelastischen Hülle bezeichnet, die in einer netzartigen Struktur befestigt werden. Das ringförmige Netz wird über den Rammpfahl gestülpt und bis zum Meeresboden abgesenkt. Hierdurch soll eine weitgehende Abschirmung der Lärmquelle von der Umgebung erreicht werden. Anders als bei Blasenschleiern können beim Hydroschalldämpfer-Konzept die Form, Größe, Anzahl und Anordnung der „künstlichen Luftblasen“ genau vorbestimmt werden. Auf diese Weise lässt sich die Dämpfungswirkung gezielt auf den für den Rammschall relevanten Frequenzbereich abstimmen.

Nachdem im Rahmen des ESRa-Projekts (WILKE ET AL. 2012) die prinzipielle Eignung bestätigt werden konnte, wurde im August 2012 ein HSD-Prototyp beim Offshore-Windpark „London Array“ erprobt. Für das System wurde eine Dämpfungswirkung von 8 bis 12 dB re 1 μ Pa (SEL) bzw. 8 bis 14 dB re 1 μ Pa (SPL) ermittelt. Die Schallminderungsmethode „Hydroschalldämpfer“ ist vom Entwicklungsstand her als ein viel versprechender, aber wenig erprobter Ansatz zu charakterisieren. Die Entwicklung eines für den Serieneinsatz geeigneten Konzepts steht derzeit im Fokus laufender Forschungsaktivitäten.

d) Kofferdamm

Als „Kofferdamm“ wird im Allgemeinen eine Vorrichtung bezeichnet, mit deren Hilfe ein trocken zugänglicher Bereich auf dem Grund eines Gewässers geschaffen wird. Ein Kofferdamm kann bspw. als Stahlrohr ausgeführt sein, das auf dem Gewässergrund abgesetzt und mit Hilfe von Pumpen entwässert wird. In dem trocken gelegten Bereich können dann Bauarbeiten - wie z.B. die Rammung eines Pfahls - ausgeführt werden. Hierbei lässt sich durch die Entkopplung des Rammgutes vom Wasserkörper eine beträchtliche Schallreduktion erzielen. Bei einem Versuch mit einem Testpfahl, der im Dezember 2011 in der dänischen Beltsee bei einer Wassertiefe von ca. 20 m stattfand, wurde für das Kofferdammprinzip ein Dämpfungspotenzial von 22 dB (SEL) bzw. 18 dB (SPL) ermittelt. Eine Konzeptstudie sieht vor, einen teleskopisch ausfahrbaren Kofferdamm zu entwickeln, der auch für die Errichtung von OWEA-Fundamenten in größeren Wassertiefen geeignet ist. Gegenwärtig liegen hierfür jedoch noch keine Erfahrungswerte vor.

4.4 Forschung und Entwicklung

Um die Problematik der Auswirkungen von bauinduzierten Schallemissionen auf Schweinswale zu überwinden, fördert das BMU im Rahmen des Zukunftsinvestitionsprogramms, des 5. und 6. Energieforschungsprogramms sowie des UFOPLAN vielfältig Projekte mit den folgenden Schwerpunkten:

- Erfassung der Auswirkungen von Schallemissionen auf Schweinswale
- (Neu-)Entwicklung und Erprobung schallarmer Gründungsvarianten





- (Neu-)Entwicklung und Erprobung von Entwicklung effizienter, praktikabler und wirtschaftlicher Schallminimierungsmaßnahmen

Daneben wurden und werden umfangreiche Projekte zur Erarbeitung der schalltechnischen Grundlagen sowie zur Schallausbreitungsmodellierung gefördert sowie zur Evaluierung von Vergrämungsmethoden.

Insbesondere Projekte zu schallarmen Gründungsvarianten sowie zu Schallminimierungstechniken wurden zumeist unter Beteiligung der Wirtschaft und Industrie durchgeführt. Um die vielfältigen in Entwicklung und Erprobung befindlichen Gründungs- und Schallminimierungsmaßnahmen zeitnah in einen Stand der Technik zu überführen ist auch weiterhin eine engagierte Beteiligung von Seiten der Offshore-Branche, z.B. bei der Entwicklung sowie bei der Anwendung und Optimierung in konkreten Offshore-Projekten, erforderlich. Das Bundesumweltministerium möchte diesen Schritt unterstützen. Entsprechend der aktuellen Bekanntmachung über die Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbare Energien vom 13.12.2011 (<http://www.erneuerbare-energien.de/die-themen/forschung/foerderbekanntmachung/>) stehen die oben genannten Förderungsschwerpunkte daher weiterhin im Fokus der Forschungsförderung des Bundesumweltministeriums.

Fazit

Nach derzeitigem Stand der Technik ist die Rammtechnologie bei der Gründung von OWP nicht verzichtbar, auch wenn sich innovative schallarme bzw. schallmindernde Technologien teilweise schon fortgeschritten in der Entwicklung befinden. Derzeit ist jedoch noch kein Stand der Technik erreicht, der die Einhaltung des Grenzwerts von einem Schallereignispegel (LE) von 160 dB re 1 μ Pa² s bzw. Spitzenschalldruckpegel (L_{peak-peak}) von 190 dB re 1 μ Pa (in 750 m Entfernung) unabhängig vom Pfahldurchmesser garantiert. U.a. durch die Forschungsförderung des BMU wird die Verbesserung von Schallschutztechnologien weiter vorangetrieben. Es ist aber derzeit aufgrund dieses technologischen Stands unverzichtbar, sich in diesem Schallschutzkonzept mit den Folgen der Auswirkungen von Impulsschallereignissen aufgrund von Rammaktivitäten bei der Errichtung von OWP auseinander zu setzen.

5. Auswirkungen von Impulsschallereignissen auf Schweinswale

Schweinswale können durch impulshaften Schall eine zeitweise oder dauerhafte Schädigung ihres Gehörs erfahren. Einerseits kann eine zeitlich begrenzte Anhebung der Hörschwelle, d. h. eine zeitweise Herabsetzung der Hörempfindlichkeit ausgelöst werden (temporäre Hörschwellenverschiebung, TTS). Andererseits kann es zu einer dauerhaften Anhebung der Hörschwelle (permanente Hörschwellenverschiebung, PTS) bis hin zur vollständigen Taubheit kommen. Die Anhebung der Hörschwelle kann dabei auf bestimmte Frequenzbereiche begrenzt sein oder über



die gesamte Hörkurve hinweg auftreten. Eine Schädigung des Hörvermögens ist als Verletzung im Sinne des § 44 Abs. 1 BNatSchG zu betrachten. Verletzungen im Sinne des artenschutzrechtlichen Zugriffsverbots ist die Beeinträchtigung der körperlichen Unversehrtheit oder Beschädigung der Gesundheit eines Tieres. Dies erfasst jede Beeinträchtigung der physischen Integrität.

Nach gegenwärtigem Wissensstand wird bei Schweinswalen eine Hörschwellenverschiebung durch impulshafte Schallereignisse mit einem breitbandigen Einzelereignis-Schalldruckpegel (L_E) oberhalb von 164 dB re $1\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ verbunden mit einem Spitzenpegel ($L_{\text{peak-peak}}$) von 199 dB re $1\mu\text{Pa}$ ausgelöst (Lucke et al. 2009). Der Einzelereignis-Schalldruckpegel (L_E) ist identisch mit dem Schallereignispegel (SEL). Der Spitzenpegel ($L_{\text{peak-peak}}$) ist identisch mit dem Spitzenschalldruckpegel ($SPL_{\text{peak-peak}}$).

Der gegenwärtige Forschungsstand und die resultierenden Grenzwerte von einem Schallereignispegel (L_E) von 160 dB re $1\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ bzw. Spitzenschalldruckpegel ($L_{\text{peak-peak}}$) von 190 dB re $1\mu\text{Pa}$ (in 750 m Entfernung) basieren auf der Wirkung eines akustischen Einzelereignisses. Im Fall einer gerammten Gründungsstruktur sind für jeden Pfahl mehrere tausend Hammerschläge erforderlich (Mehrfachbeschallung bei einer Rammung). Modellierungen der entsprechenden kumulativen Schallbelastung durch diese Form der Mehrfachbeschallung lassen vermuten, dass dieser Grenzwert möglicherweise nicht ausreicht (u. a. AUSTRALIAN GOVERNMENT (2008), FINNERAN & SCHLUNDT (2004), FINNERAN ET AL. (2002)).

Schweinswale reagieren bereits bei einer impulshaften Schallbelastung von deutlich weniger als einem SEL von 164 dB re $1\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ mit einem ausgeprägten Meideverhalten und Verhaltensänderungen, insbesondere sichtbar in Form von Fluchtreaktionen von der Schallquelle weg, die zu einem Verlassen des stark beschallten Raumes führen können (Habitatverlust). Andere Verhaltensänderungen, wie Unterbrechen der Nahrungsaufnahme oder von Ruhephasen, Ver- oder Behinderungen der Kommunikation werden derzeit nicht erfasst. Da nach Beendigung der Schallbelastung der Raum sukzessive wieder genutzt wird, ist diese Störung zeitlich begrenzt (BRANDT ET AL 2011).

Bei Schweinswalen sind in der Nordsee ohne Einsatz von Schallminderungstechniken Fluchtreaktionen und Meideverhalten bis in über 20 km Entfernung von der Rammung nachgewiesen worden (LUCKE ET AL 2010; TOUGAARD ET AL 2006).

Falls es aufgrund einer impulshaften Schallbelastung zu einer Fluchtreaktion kommt, kann das bei Mutter-Kalb-Paaren zu einem Verlust des Kontaktes zum Kalb führen oder die Paarung auf Grund der relativ kurzen Empfängniszeit (jeweils nur wenige Tage) erheblich stören oder erfolglos verlaufen lassen. Wissenschaftlich gesicherte Erkenntnisse zur Höhe des Schalldrucks, der zu den geschilderten Reaktionen führt, liegen bislang nicht vor.



Verhaltens-effekte können dazu führen, dass Schweinswale temporär oder permanent aus ökologisch wichtigen Gebieten vertrieben werden. Schweinswale haben eine hohe Verdauungsrate und müssen im Tagesverlauf häufig Nahrung zu sich nehmen. Wenn ein Schweinswal nur einige Tage keine Nahrung aufnimmt, kann er Hypothermie erleiden und sterben. Auch diesbezüglich liegen keine wissenschaftlich gesicherten Erkenntnisse über die Höhe des Schalldrucks vor, der zu diesen Verhaltensreaktionen führt.

Die impulshaften Schalleinträge, die beim Rammen von Gründungspfählen der Fundamente der Offshore-Windenergieanlagen (OWEA) in den Meeresboden verursacht werden, stellen einzeln betrachtet temporäre Ereignisse dar, die auf die Errichtungsphase der OWP beschränkt sind. Durch die Vielzahl von Anlagen pro Windpark (derzeit Pilotphasen mit bis zu 80 Anlagen) und in Verbindung mit der Anzahl der bereits genehmigten oder im Verfahren befindlichen geplanten OWP ist zu erwarten, dass möglicherweise über einen Zeitraum von rund dreißig Jahren die entsprechenden temporären Schallbelastungen in der deutschen Nordsee auftreten werden. Dieser Zeitraum übersteigt den Zeitraum einer Schweinswalgeneration von ca. 8-10 Jahren bei weitem.

6. Exkurs Störungen

Um die Auswirkungen des Rammschalls, der während der Errichtung von OWP auftritt, angemessen beurteilen zu können, ist der Begriff der Störung von zentraler Bedeutung, da das Bundesnaturschutzgesetz an diesen Begriff anknüpft. Aus diesem Grund wird an dieser Stelle detailliert dargelegt, auf welcher Basis der Störungsbegriff für das hier vorgelegte Schallschutzkonzept entwickelt wurde.

Schall als Störung: Welche Verhaltensänderungen können bei Schweinswalen durch Schall ausgelöst werden?

Schweinswale sind essentiell auf ihr Gehör angewiesen. Schallereignisse rufen bei Schweinswalen unterschiedliche Reaktionen hervor. Oberhalb eines Schwellenwertes wird der Schall zum Lärm und wirkt störend. Lärm ist ein anerkannter Stressfaktor und ruft bei Schweinswalen Stressreaktionen hervor. Der Schwellenwert, von dem an Schall zu Lärm wird, kann für Schweinswale derzeit nicht genau bestimmt werden und variiert zudem in Abhängigkeit von der individuellen Verfassung, der Lebensphase (Jungtier, Aufzucht, Paarung) und der jeweiligen Aktivität des/der Tiere. Neben der Stärke des Lärms spielt auch der Frequenzbereich eine wesentliche Rolle, da die Hörfähigkeit und Lärmempfindlichkeit der Schweinswale frequenzabhängig unterschiedlich ausgeprägt sind.

Es gibt keine wissenschaftlichen Untersuchungen, die eine vollständige Erfassung von Störungen bei marinen Säugetieren zum Ziel hatten. Bisher wurden bei verschiedenen Arten jeweils Erkenntnisse zu einzelnen Aspekten erfasst, die jedoch zu





einem ausreichend belastbaren Gesamtbild zusammengeführt werden können. Folgende Verhaltensmuster von Schweinswalen sind Anhaltspunkte für das Vorliegen einer akustischen Störung:

- gerichtetes Wegschwimmen von der Schallquelle (Ausweichen, Flucht),
- Unterbrechen der Nahrungsaufnahme,
- Unterbrechen der Kommunikation,
- Unterbrechen der Ruhephase.

Daneben kann es zu einer Maskierung der Ortung und Kommunikation (Herabsetzung der Wahrnehmung von akustischen Signalen durch Überlagerung anderer lauter akustischer Signale) kommen (NRC 2005). Dies bewirkt eine Ver- oder Behinderung der

- Nahrungsaufnahme (Ortung der Nahrung),
- Kommunikation untereinander,
- Orientierung.

Was ist erkennbar?

Um Störungen der Schweinswale exakt feststellen zu können, müssten die genannten Auswirkungen individuenbezogen erfasst werden. Dies lässt sich aber nur in wenigen Fällen mit vertretbarem Aufwand beobachten oder messen. Die umfassende Ermittlung der Auswirkungen des Lärms auf Schweinswale stößt somit an Grenzen und lässt sich derzeit nur näherungsweise bestimmen.

Aktuell wird versucht, Auswirkungen des Rammschalls auf Schweinswale mit Hilfe von Schweinswal-Detektoren (PODs) zu erfassen. Mit Hilfe der PODs lassen sich Veränderungen der akustischen Aktivität der Schweinswale kontinuierlich und zeitgenau feststellen und mit den Zeiten schallintensiver Rammungen korrelieren. Diese Veränderungen sind entweder auf Verhaltensänderungen der anwesenden Tiere (z. B. ‚Verstummen‘), auf Änderung der Anzahl anwesender Tiere (Zu- oder Abwanderung) oder auf eine Kombination beider Effekte zurückzuführen. Alle anderen, oben genannten Auswirkungen von Störungen lassen sich mit dieser Methode nicht ermitteln. Diese methodische Begrenzung ist bei der Einordnung der Ergebnisse aus diesen Untersuchungen wichtig..

Nicht nur aufgrund der Unzugänglichkeit von freilebenden Schweinswalen für Untersuchungen im realen Umfeld, sondern vor allem angesichts der Komplexität und Vielzahl der zu betrachtenden Faktoren sind die Konsequenzen schallbedingter Störungen, sowohl für das Einzeltier als auch auf Populationsebene, bei Schweinswalen nur schwer erfassbar.

Zur Veranschaulichung populationsrelevanter Effekte als Folge akustischer Störungen entwickelte der National Research Council (NRC) 2005 das sog. PCAD-Modell (Population Consequences of Acoustic Disturbance Model). Das stufenweise aufge-

baute Modell zeigt für Meeressäuger eine Wirkkette von der Verursacherquelle (Schall) über die Auswirkungen auf das Verhalten des Individuums, die betroffenen Lebensfunktionen, dessen Auswirkungen auf die Vitalitätsrate und den daraus resultierenden Populationseffekt (s. Abbildung 1). Insbesondere die Wirkungen und Verkettungen zwischen den verschiedenen Einzelstufen sind nur unzureichend bekannt.

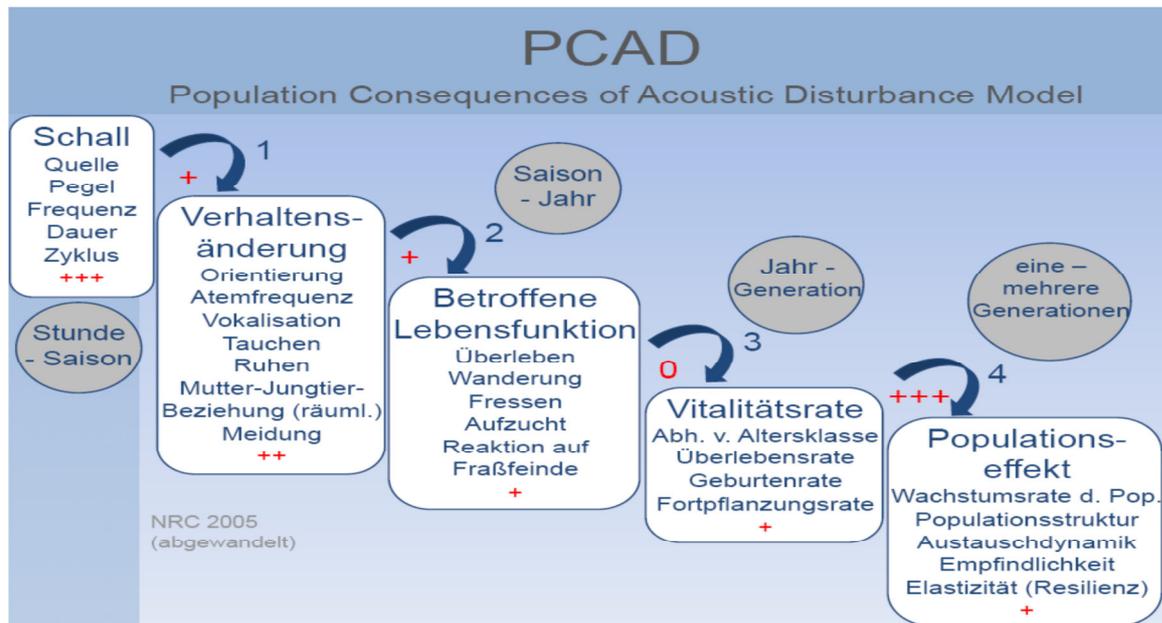


Abbildung 1

Legende: Indikatorkale

- +++ sehr viel bekannt
- ++ relativ viel bekannt
- + einiges bekannt
- o unbekannt

Die Nutzung von PODs zur Erfassung von Auswirkungen des Rammschalls auf Schweinswale stellt derzeit eine praktikable und etablierte Methode zur Beobachtung von Störeffekten dar, wenn dabei berücksichtigt wird, dass nur ein Teil der tatsächlichen Störungen erfasst werden kann.

Wie weit reichen Störungen?

Um zu ermitteln, in welchen Abständen um eine Schallquelle noch mit Störungen zu rechnen ist, ergibt sich u.a. die Notwendigkeit einer Abschätzung der Schallausbreitungscharakteristika. Nach Messungen vom Deutschen Windenergie-Institut (ISD, DEWI, ITAP 2004) kann mit der sog. Thiele-Formel (THIELE 2002 UND THIELE, R. & SCHELLSTEDE, G. 1980)), die für die Anwendung in den sandigen Küstenbereichen von Nord- und Ostsee entwickelt wurde, die Abnahme der Schallpegel bei Vergrößerung des Abstandes zur Schallquelle berechnet werden. In die Berechnung geht allerdings die Frequenz des Schalls ein und entsprechend sind die errechneten Dämpfungswerte ebenfalls frequenzabhängig. Für breitbandigen Rammschall in der



Nordsee ermittelte das DEWI (ISD, DEWI, ITAP 2004) eine Abnahme des Pegels um 4,5 dB je Verdoppelung des Abstandes zur Schallquelle (gilt nicht für den Nahbereich).

Anhand von Messungen des Schallereignispegels während der Rammung des Messmastes für den Offshore-Windpark „Amrumbank West“ konnten ELMER ET AL. (2007) zeigen, dass die Abnahme des Schallpegels mit zunehmendem Abstand zur Schallquelle größer wird und insbesondere bei größeren Distanzen zum Rammort von den prognostizierten Werten deutlich abwich. Auch die Untersuchungen von PEHLKE ET AL. (2013) belegen bei der Verwendung der geometrischen Ausbreitungsdämpfung gemäß Messvorschrift des BSH, sowie der halbempirischen Näherung der Ausbreitungsdämpfung nach THIELE & SCHELLSTEDE (1980) eine Überschätzung der Schallimmissionen bei Rammtätigkeiten in größeren Entfernungen. Daher wird im Folgenden nicht die Thiele-Formel genutzt, sondern eine von ELMER ET AL. abgeleitete Formel, die eine stärkere Ausbreitungsdämpfung in größeren Entfernungen abbildet. Anhand der Messungen des Spitzenschalldruckpegels in verschiedenen Abständen zum Messmast ermittelten sie für den breitbandigen Rammschall (Spitzenpegel) eine entfernungsabhängige Schalldämpfung TL (Transmission Loss) von:

$$(1) \quad TL = (14 + r \cdot 0,0002) \cdot \text{LOG}(r).$$

TL gibt dabei an, um wieviel dB der Schallpegel im Vergleich zu demjenigen in einem Meter Entfernung zum Rammort abgenommen hat, wobei in die Berechnung lediglich die Entfernung r (in Metern) eingeht.

Nach der Rammung des Messmastes „Amrumbank West“ haben Schallmessungen in unterschiedlichen Entfernungen bei der Rammung der Forschungsplattform FINO 3 sowie während der Installation der Fundamente der Offshore-Windparks „Horns Rev II“, „alpha-Ventus“ und „BARD Offshore I“ stattgefunden, die von derselben Autorengruppe durchgeführt wurden (BETKE 2008, GRIEBMANN ET AL. 2010, BETKE & MATUSCHEK 2009). Um zu überprüfen, ob mit der Formel (1) auch die bei den genannten Installationen gemessenen, entfernungsabhängigen Abnahmen der Schallereignispegel (SEL) mit hinreichender Genauigkeit beschrieben werden können, wurden die Messwerte normiert. Im ersten Schritt wurde eine Schallkurve (T 1) errechnet, die der Formel (1) folgt und in 750 m Entfernung zur Schallquelle genau 160 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ (SEL) erreicht. Weiterhin wurden die gemessenen Schallpegel für jedes einzelne Vorhaben soweit normiert, dass jeweils der 750 m am nächsten liegende Messwert auf der im ersten Schritt ermittelten Schallkurve T 1 zu liegen kommt. Lediglich bei den Messungen von „alpha-Ventus“² wurde davon abgewichen, da sowohl in 500 m als auch in 1.500 m Entfernung ein Schallereignispegel (SEL) von 166 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ gemessen worden war. Hier wurden die Einzelwerte um jeweils 6 dB reduziert. So lässt sich mit Hilfe der Formel (1) in ausreichend guter Näherung der entfernungsabhängige Schallereignispegel für Rammereignisse, die den Grenzwert in 750 m Entfernung genau einhalten, abschätzen. Insbesondere



für den hier interessierenden Bereich bis ca. 20 km Entfernung zur Rammstelle ist so eine Prognose möglich.

Allerdings ist, wie bereits unter Punkt 4.2 dargestellt, eine exakte Prognose nicht möglich, weil die Schallausbreitung im Meer unter anderem abhängig ist von Wassertiefe, Wassertemperatur, Geländemorphologie, Wellengang. Aus Praktikabilitätsgründen und mangels exakterer Berechnungsgrundlagen wird im Weiteren dennoch die Elmer-Formel (1) verwendet.

Im Gegensatz zu visuellen Untersuchungen lassen die POD-gestützte Messungen sehr viel detailliertere Aussagen über Flucht- und Meidereaktionen zu. Verschiedene Parameter („Encounter“, Schweinswal positive 10-Minuten pro Tag [PP10min/d], Schweinswal positive Minuten pro Stunde [PPM/h], Wartezeit) lassen sich hinsichtlich der akustischen Aktivität von Schweinswalen analysieren und geben so Hinweise auf Verhalten und/oder Vorkommen der Tiere in der Umgebung der PODs. Die o. g. POD-Untersuchungen bei Horns Rev II zeigten reduzierte PPM/h-Werte, wonach Störwirkungen bis in 17,8 km (gemittelt) Entfernung zur Rammstelle auftraten, bei einer Distanz von 21,2 km (gemittelt) deuten die hier erhöhten Werte laut Autoren sogar auf eine durch den Vertreibungseffekt bedingte Aggregation der Tiere hin (BRANDT ET AL. 2011). Aus den von BETKE (2008) angegebenen Schallpegeln lässt sich mit Hilfe der Gleichung 1 (s. o.) errechnen, dass die entsprechenden Schallereignispegel-Werte (SEL) bei 138 dB re $1\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ bzw. 134 dB re $1\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ lagen. DIE-DRICHS ET AL. (2010) wiesen bei Alpha Ventus anhand der Wartezeiten signifikante Effekte bis in 16,4 km nach, in 21 km Entfernung waren keine signifikanten Auswirkungen mehr zu finden. BETKE & MATUSCHEK (2011) maßen bei 16,4 km einen Schallereignispegel von 140 dB re $1\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ (SEL), für 21 km errechnet sich ein Wert von 134 dB. Aus den o. g. POD-Daten ergibt sich, dass Störungen bereits bei Schallereignispegeln von 138-140 dB re $1\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ (SEL) nachweisbar sind und bei 134 dB re $1\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ zumindest keine Vertreibungseffekte mehr erkennbar sind. Diese Werte liegen deutlich niedriger als die in den Untersuchungen von LUCKE ET AL. (2009) gefundenen Ergebnisse: dort zeigte der untersuchte Schweinswal bei einem Einzelschallereignis von 145 dB re $1\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ (SEL) Schreckreaktion bzw. entsprechendes Meideverhalten in Richtung Schallquelle. LUCKE ET AL. (2009) weisen aber darauf hin, dass das untersuchte Tier in einer schallbelasteten Umgebung lebt und ggf. eine unnatürlich hohe Toleranz gegenüber Unterwasserschall zeigt, der tatsächliche Wert für das Eintreten von Verhaltensreaktionen mag deutlich niedriger liegen. PEHLKE ET AL. (2013, S. 162) ermittelten für die Zeit der Rammstunden eine signifikante Nachweisgrenze der Störung bei 144 dB re $1\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ (SEL) und für die nachfolgenden 24 Stunden eine hoch bis höchst signifikante Störung bei bis zu 140 dB re $1\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ (SEL) (PEHLKE ET AL. (2013, S. 165). Zwischen 135 und 140 dB re $1\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ (SEL) traten hoch signifikante Störungen nur zeitweise auf (PEHLKE ET AL. (2013, S. 165). Auf Basis der o. g. Beobachtungen ist es derzeit nicht möglich, einen exakten Schallgrenzwert für die Störungen festzulegen. Vielmehr wird im Weiteren deshalb vereinfachend davon ausgegangen, dass es bei Einhalten des 160 dB-Grenzwertes



(SEL), gemessen in 750 m Entfernung, in einem Radius von 8 km um die Schallquelle zu Störungen, insbesondere Meide- und Fluchtverhalten kommen wird. Bei Rückrechnung mittels der Gleichung 1 entspräche dies einem angesichts der vorliegenden Studien als plausiblen zu bezeichnenden Schallereignispegel von 140 dB re $1\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ (S_E). Dieser Wert wird auch durch die neuen Ergebnisse und noch nicht abgeschlossenen Auswertungen von NEHLS & DIEDERICHS (2013) bestätigt, die ebenfalls von einem Störradius von 8 km ausgehen.

Sofern der Schallereignispegel (SEL) den Grenzwert von 160 dB re $1\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ in 750 m Entfernung unterschreitet, ist davon auszugehen, dass sich auch der Radius um die Schallquelle, in dem von einer wie oben definierten Störung auszugehen ist, entsprechend verringert. Somit lassen sich unmittelbar aus der gemessenen Schallbelastung die entsprechenden Störradien bis zur akustischen Abschwächung auf ca. 140 dB ableiten. Um diesen Effekt im Rahmen des Schallschutzkonzepts zu verankern, wurden im Einklang mit der oben genannten Herleitung über Gleichung 1 Störradien ermittelt. In Tabelle 1 sind illustrativ die entsprechenden Störradien für zwei weitere Werte (155 dB re $1\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ und 150 dB re $1\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ in 750 m Entfernung) aufgeführt.

Tabelle 1:
Störradien in Abhängigkeit von der Schallbelastung

dB SEL in 750 m Entfernung	Störradien
160	8 km
155	5 km
150	3 km

Die so hergeleiteten Störradien bilden im Folgenden die Grundlage für die Auslegung der einschlägigen naturschutzrechtlichen Bestimmungen im Rahmen des hier vorgelegten Schallschutzkonzepts. Sich überlappende Bereiche von verschiedenen Störradien werden einfach berücksichtigt (nicht kumuliert), da die Störung bereits durch die erste Verlärmung ausgelöst wird.

7. Leitlinien des Schallschutzkonzept

7.1. Beste verfügbare Technik

Es gilt der Grundsatz, dass die jeweils beste verfügbare Technik zu nutzen ist, um die ökologisch verträglichste Variante und somit die Schallbelastungen und sonstigen negativen Auswirkungen auf die Meeresumwelt insgesamt so weit wie möglich zu minimieren. Eine Festschreibung einer spezifischen Gründungstechnologie erfolgt ausdrücklich nicht. Vielmehr soll durch das Schallschutzkonzept und durch die vom



BMU geförderten Forschungsaktivitäten die Entwicklung und der zügige Einsatz von innovativen, schallarmen Techniken angereizt und unterstützt werden.

Da die Rammtechnik derzeit beim Bau der OWP zumindest noch nicht verzichtbar ist, werden im Folgenden die einzelnen naturschutzrechtlichen Vorgaben des Artenschutzes des § 44 Abs. 1 BNatSchG und des Gebietsschutzes der §§ 32 ff. BNatSchG durch entsprechende Beurteilungskonventionen für impulshafte Schalleinträge durch Rammaktivitäten bei der Errichtung von OWP konkretisiert.

7.2. Artenschutz: Verletzungs- und Tötungsverbot

Nach § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG ist es verboten, Schweinswale zu töten oder zu verletzen. Eine Schädigung des Hörvermögens ist als Verletzung im Sinne des § 44 Abs. 1 BNatSchG zu betrachten. Dazu sind die vom UBA empfohlenen und vom BSH verbindlich etablierten Lärmschutzwerte, bestehend aus einem dualen Kriterium eines Schallereignispegel (SEL) von 160 dB re 1 μ Pa² s (ungewichtet) und eines Spitzenschalldruckpegels (SPL_{peak-peak}) von 190 dB re 1 μ Pa in 750 m Entfernung einzuhalten. Für die Bereiche, in denen höhere Schalldrücke auftreten, ist durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen, dass sich zum Zeitpunkt der Schallereignisse hier keine Tiere aufhalten (Vergrämung). Dies ist durch ein im Genehmigungsprozess zu konkretisierendes Monitoring der Schallemissionen und Schweinswale nachzuweisen.

7.3. Artenschutz: Störungsverbot

Nicht jede sondern nur erhebliche Störungen der Population der Schweinswale sind in deren ganzjährigen (s. o. unter 3.) Fortpflanzungs- und Aufzuchtzeit nach § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG verboten. Eine erhebliche Störung liegt vor, wenn sich der Erhaltungszustand der lokalen Population verschlechtert. In der Nordsee entspricht die Bezugsgröße „lokale Population“ dem Gesamtbestand der Schweinswale im deutschen Teil der Nordsee.

Erhaltungszustand von Arten gemäß FFH-Richtlinie

Der Erhaltungszustand wird charakterisiert durch die Gesamtheit der Einflüsse, die sich langfristig auf die Verbreitung und die Größe der Populationen der betreffenden Arten in dem jeweiligen Bezugsraum auswirken können. Der Erhaltungszustand wird als „günstig“ betrachtet, wenn aufgrund der Daten über die Populationsdynamik der Art anzunehmen ist, dass diese Art ein lebensfähiges Element des natürlichen Lebensraumes, dem sie angehört, bildet und langfristig weiterhin bilden wird, und das natürliche Verbreitungsgebiet dieser Art weder abnimmt noch in absehbarer Zeit vermutlich abnehmen wird sowie ein genügend großer Lebensraum vorhanden ist und wahrschein-



lich weiterhin vorhanden sein wird, um langfristig ein Überleben der Populationen dieser Art zu sichern.

Für die Beurteilung des Erhaltungszustandes von Arten der FFH-Richtlinie werden für die nationalen Berichte nach Art. 17 FFH-Richtlinie folgende Kriterien herangezogen:

1. aktuelles natürliches Verbreitungsgebiet (Ausdehnung, Trend)
2. Population (Bestandsgröße, Fortpflanzung, Altersstruktur, Mortalität, Gesundheitszustand)
3. Habitat der Art (Größe und Qualität, inkl. Strukturen und Funktionen)
4. Zukunftsaussichten (im Hinblick auf Population, Verbreitung und Verfügbarkeit von Habitat, inkl. Beeinträchtigungen und Gefährdungen und langfristige Überlebensfähigkeit)

Quellen: BUNDESREGIERUNG 2007; EUROPÄISCHE UNION, DG ENVIRONMENT B2 (2005): DocHab 04-03/03-rev.3 und SACHTELEBEN, J. & M. BEHRENS (2010)

Nicht die Störung eines Einzeltieres ist also artenschutzrechtlich relevant. Vielmehr beinhalten die unten entwickelten Konventionsvorschläge, dass in der Regel erst das zeitliche Zusammentreffen mehrerer Rammstellen mit den zugehörigen Störradien zu populationsrelevanten und damit erheblichen Störungen führt. Nur dann sind sie artenschutzrechtlich relevant. Die Erheblichkeit einer Störung einer lokalen Population ist dabei konzeptionell natürlich u. a. auch verbunden mit der Frage nach dem Anteil der Population der Schweinswale, der in einem zeitlichen Zusammenhang gestört werden darf. Die Konventionsvorschläge unten zielen jedoch auf einen räumlichen Bezug (Anzahl der Störradien, Entfernung vom Schutzgebiet etc.), um damit die Planbarkeit für Genehmigungsbehörde und Errichter handhabbar zu gestalten und damit vollzugsfähig zu machen. Dies ist möglich, da die Verteilungsmuster und Dichten in der deutschen Nordsee grundsätzlich räumlich und zeitlich bekannt sind und sich dementsprechend modellhaft berücksichtigen lassen. Die jeweiligen Schweinswaldichten fließen damit in die Bewertungsmaßstäbe entsprechend ein.

Zur Vereinfachung der Ermittlung der Auswirkungen des Gesamtvorhabens (Errichtung eines OWP) werden die einzelnen Windenergieanlagen des Vorhabens nicht separat betrachtet, sondern der geografische Flächenmittelpunkt des OWP stellt die jeweilige Bezugsbasis für die Berechnung des Störradius dar.

Der unter 3. beschriebene Jahresrhythmus der Fortpflanzungs- und Aufzuchtphasen der Schweinswale führt dazu, dass Störungen während des besonders sensiblen Zeitraums innerhalb der Fortpflanzungszeit (Nordsee: Mai-August) bereits bei einer geringeren Störintensität die Erheblichkeitsschwelle des § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG





erreichen als außerhalb dieses Zeitraums, da der Reproduktionserfolg unmittelbar betroffen ist. Das Störverbot ist daher jahreszeitlich differenziert zu betrachten.

7.3.1. Beurteilungskonvention Störungsverbot außerhalb der besonders sensiblen Zeit

Um populationsrelevante erhebliche Störungen in der deutschen Nordsee jetzt und künftig auszuschließen, müssen insbesondere ausreichend nicht durch Rammschall belastete Flächen für die Schweinswale zur Verfügung stehen. Es wird davon ausgegangen, dass diese jedenfalls immer dann ausreichend vorhanden sind, wenn nicht mehr als 10 Prozent der Fläche der AWZ der deutschen Nordsee sich innerhalb der Störradien der in Errichtung befindlichen OWP befinden und der Grenzwert aus dem Tötungs- und Verletzungsverbot für impulshaften Schall (breitbandiger Schallereignispegel (SEL) von 160 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ bzw. Spitzenschalldruckpegel ($\text{SPL}_{\text{peak-peak}}$) von 190 dB re 1 μPa in 750 m Entfernung vom Ort der Schallentstehung eingehalten wird. Die Lage der einzelnen Schallquellen bleibt hierbei unberücksichtigt. In diesem Fall kann eine erhebliche Störung der lokalen Schweinswalpopulation ausgeschlossen werden.

7.3.2. Beurteilungskonvention Störungsverbot in der besonders sensiblen Zeit

In der deutschen Nordsee ist der Schweinswal im Zeitraum von Mai bis August in seiner sensibelsten Fortpflanzungsphase. Zugleich weist die Population eine deutliche Konzentration in einem Gebiet nordwestlich Sylt aus (Hauptkonzentrationsgebiet). Auch bei Berücksichtigung der zum Teil erheblichen jahresweisen Dichteschwankungen bei den Schweinswalen in der deutschen Nordsee zeigt sich über alle untersuchten Jahre hinweg die herausragende Bedeutung dieses Raumes innerhalb der deutschen AWZ der Nordsee (Abb. 3). Störungen haben in Räumen mit hohen Schweinswaldichten ein höheres populationsbezogenes Störpotential als solche in Räumen mit geringeren Dichten.

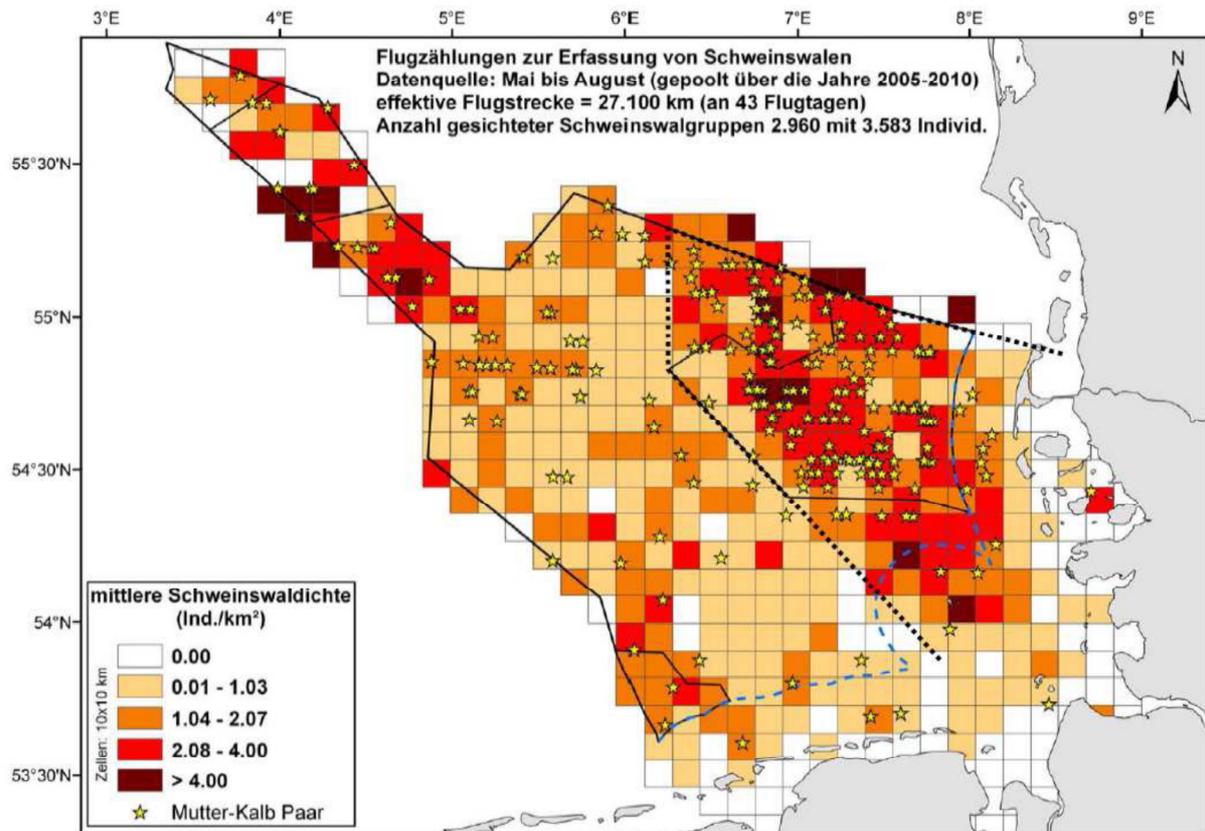


Abbildung 3: Rasterdarstellung der Verteilung von Schweinswalen in der Deutschen Nordsee und Sichtungen von Mutter-Kalb-Paaren (Gilles, unveröff.), FFH-Gebiete in der AWZ sowie Abgrenzung des Hauptkonzentrationsgebiets auf dem Sylter Außenriff (gepunktete, schwarze Linie)

Um dauerhaft ausreichende Ausweichmöglichkeiten für Schweinswale sicherzustellen und um die Störungen für die Population auf das fachlich vertretbare und rechtlich zulässige Maß zu begrenzen, ist es in der besonders sensiblen Phase zusätzlich erforderlich, das Hauptkonzentrationsgebiet von schallintensiven Baumaßnahmen freizuhalten, bei denen sich kumulativ mehr als 1% der Gebietsfläche innerhalb des Störradius befinden. Kumuliert werden die Flächen der Störradien aller Vorhaben, in denen die Bauphase für die Fundamente des Vorhabens bereits begonnen wurde und noch nicht abgeschlossen ist.

Alle ab dem 1. Dezember 2013 zu genehmigenden Vorhaben sollen diesem Konzept unterliegen. Diese können damit bereits zum Genehmigungszeitpunkt ihre Bauablaufplanungen entsprechend gestalten und eine ggfls. anfallende Rammausschlusszeit während der besonders sensiblen Phase berücksichtigen. Für Vorhaben, die bereits genehmigt sind, gelten die Grundsätze des Absatzes 7.5. Altgenehmigungen.

Das Hauptkonzentrationsgebiet ist mit seinen Koordinaten in Anhang 1 dargestellt.



7.4. Gebietsschutz

Alle FFH-Gebiete der deutschen AWZ der Nordsee haben den Schweinswal zum Erhaltungsziel (Tabelle 2). Allerdings ist nur in den FFH-Gebieten „Sylter Außenriff“ und „Doggerbank“ auch die Reproduktion der Schweinswale ein ausdrückliches Erhaltungsziel.

Tabelle 2: Erhaltungsziele

Schutzgebiet	Schweinswal ist Erhaltungsziel	Schweinswalreproduktion ist Erhaltungsziel
Sylter Außenriff	X	X
Borkum Riffgrund	X	-
Doggerbank	X	X

Maßstab für die Beurteilung einer Beeinträchtigung eines Gebiets sind die maßgeblichen Bestandteile des Schutzzwecks bzw. des Erhaltungsziels. Zu schützen sind die Funktionen des Gebiets für den in dem jeweiligen Gebiet vorkommenden Bestand der Schweinswale.

Unter der Prämisse, dass die Rammung von Gründungspfählen für Fundamente von OWEA, die in größerer Entfernung als 8 km zu einem FFH-Gebiet gerammt werden, die unter 7.2 genannten Grenzwerte einhalten und zu keiner sonstigen erheblichen Beeinträchtigung i. S. d. § 34 Abs. 2 BNatSchG führen könnten, ergibt sich für diese Vorhaben keine Notwendigkeit für eine FFH-VP.

FFH-Gebiete dürfen in ihren für die Erhaltungsziele oder den Schutzzweck maßgeblichen Bestandteilen durch Unterwasserschall nicht erheblich beeinträchtigt werden. Eine erhebliche Beeinträchtigung eines FFH-Gebiets wird in der Regel bei einem dauerhaften Verlust von 1 % eines im Gebiet vorkommenden Habitats angenommen (LAMBRECHT ET AL. 2004). Da die von den Rammaktivitäten ausgehende Schallbelastung zeitlich begrenzt ist, ist es aus naturschutzfachlicher Sicht vertretbar, dass hier der zehnfache Wert, also 10 %, als Erheblichkeitsschwelle für den zeitweisen und reversiblen Funktionsverlust der durch die Störradien beschriebenen Fläche definiert wird.

Eine erhebliche Beeinträchtigung des Gebiets ist somit anzunehmen, wenn sich mindestens 10 Prozent der Gebietsfläche innerhalb des Störradius befinden (bei Einhaltung des Grenzwertes des Schallereignispegels (SEL) von 160 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ bzw. Spitzenschalldruckpegels (SPL) von 190 dB re 1 μPa in 750 m Entfernung). Schallereignisse verschiedener Schallquellen sind dabei wie folgt kumuliert zu betrachten. Kumuliert werden die Flächen der Störradien aller Vorhaben, in denen die Bauphase für die Fundamente des Vorhabens bereits begonnen wurde und noch nicht abgeschlossen ist.



FFH-Gebiete, in denen die Reproduktion des Schweinswals ein Erhaltungsziel darstellt (Tabelle 2), benötigen ein erhöhtes Schutzniveau und dürfen in dem oben beschriebenen besonders sensiblen Zeitraum von Mai bis August nicht mit mehr als 1 Prozent der Gebietsfläche durch Störradien überlagert werden (bei Einhaltung des Grenzwertes des Schallereignispegels (SEL) von 160 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ bzw. Spitzenschalldruckpegels ($\text{SPL}_{\text{peak-peak}}$) von 190 dB re 1 μPa) in 750 m Entfernung). Es gilt die gleiche Kumulationsregel wie oben.

7. 5. Altgenehmigungen

Ziel des Schallschutzkonzepts ist es, den künftigen Ausbau der Offshore-Windenergie auf der Grundlage rechtzeitig bekannter Beurteilungsmaßstäbe zum Schutz der Schweinswale zu lenken. Dies kann nur angemessen und erfolgreich umgesetzt werden, wenn diese Beurteilungsmaßstäbe frühzeitig in den Planungsprozess integriert werden können, so dass für die bereits genehmigten Vorhaben dieses Konzept keine Anwendung finden soll. Bisher erteilte Genehmigungen sind bestandskräftig und bleiben von den im Schallschutzkonzept getroffenen Bewertungsmaßstäben unberührt. Gleiches gilt für Projekte, deren Genehmigungen unverändert verlängert werden.

Die rechtlichen Möglichkeiten des BSH zur Berücksichtigung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse nach der Seeanlagenverordnung bleiben davon unberührt. Altgenehmigungen sind in die kumulative Betrachtung gleichzeitig stattfindender Schallereignisse verschiedener Schallquellen mit einzubeziehen.

7. 6. Änderungsanträge

Auf Grund der langen Vorlaufzeiten in der Planung von Offshore-Windparks ist es üblich und häufig notwendig, nach dem Erhalt einer Genehmigung zur Errichtung eines OWP noch Änderungen am Projekt vorzunehmen. Dieses geschieht mit Hilfe von Änderungsanträgen. Änderungsanträge bedürfen in Abhängigkeit von den geplanten Änderungen teilweise einer erneuten Prüfung auf Verträglichkeit.

Für die Anwendung des Schallschutzkonzeptes sind jedoch nur solche Änderungen relevant, die durch eine Änderung des Schallumfangs zusätzliche, vorher noch nicht berücksichtigte Beeinträchtigungen bewirken können. Dies sollte im konkreten Einzelfall geprüft werden.



Quellenverzeichnis und weiterführende Literatur:

AUSTRALIAN GOVERNMENT DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT, WATER, HERITAGE AND THE ARTS (2008): Background paper to EPBC Act Policy Statement 2.1 – Interaction between offshore seismic exploration and whales

BETKE K. (2008): Minderung von Unterwassergeräuschen beim Bau von Offshore WEA – Schallschutzhüllen und andere Verfahren. Präsentation workshop „Forschungsergebnisse der Begleitforschung zur Rammungsschallemission bei der Installation der Forschungsplattform FINO3“ FOWEUM, BSH Hamburg 8. Oktober 2008. online: http://www.offshorewind.de/page/fileadmin/offshore/documents/FOWEUM_Workshops/Workshop_Fino3/Betke-Fino3_08.10.08.pdf

BETKE, K. (2008): Measurement of wind turbine construction noise at Horns Rev II. ITAP-Report for BioConsult SH (11. December 2008)

BETKE, K. & MATUSCHEK, R. (2009): Unterwassergeräusche beim Bau und beim Betrieb des Offshore-Windparks "alpha ventus" - Untersuchungen gemäß StUk3 – Präsentation (http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/Windparks/StUKplus/Vortraege_Workshop/Vortrag_Bethke_Matuschek.pdf)

BETKE, K. & MATUSCHEK, R. (2009): Messungen von Unterwasserschall beim Bau der Umspannplattform im Offshore-Testfeld „alpha ventus“; Zwischenbericht zum STUK3-Monitoring (04.03.2009)

BETKE, K. & MATUSCHEK, R. (2011): Messungen von Unterwasserschall beim Bau der Windenergieanlagen im Offshore-Testfeld „alpha ventus“; Anschlussbericht zum Monitoring nach STUK 3 in der Bauphase

BRANDT, M., A. DIEDERICHS, K. BETKE & G. NEHLS (2011): Responses of harbour porpoises to pile driving at the Horns Rev II offshore wind farm in the Danish North Sea. Mar Ecol Prog Ser. Vol. 421: 205–216.

BUNDESREGIERUNG 2007: Deutscher Bericht über den Zustand von Arten und Lebensräumen nach der EU-Naturschutzrichtlinie (FFH-Richtlinie)

DIEDERICHS, A., M. J. BRANDT; NEHLS; G., LACZNY; M.; HILL; A. & W. PIPER (2010). Auswirkungen des Baus des Offshore-Testfelds „alpha ventus“ auf marine Säugetiere, BioConsult SH Husum, Biola, Hamburg

ELMER, K.-H., BETKE, K. & NEUMANN, T. (2007a): Standardverfahren zur Ermittlung und Bewertung der Belastung der Meeresumwelt durch die Schallimmission von Offshore-Windenergieanlagen: SCHALL2. - Project 0329947 final report. The German Federal Environment Ministry

ELMER, K.-H., BETKE, K. & NEUMANN, T. (2007b): Standardverfahren zur Ermittlung und Bewertung der Belastung der Meeresumwelt durch die Schallimmission von Offshore-Windenergieanlagen: Untersuchung von Schallminderungsmaßnahmen an FINO 2. - Ab-



schlussbericht zum gleichnamigen BMU-Vorhaben (FKZ 03279947). Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin; <http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e01fb07/541606387.pdf>

ELMER, K.-H.; GATTERMANN, J.; FISCHER, J.; BRUNS, B.; KUHN, B. & STRAHLMANN, J. (2011):_ Hydroschalldämpfer zur Reduktion von Unterwasserschall bei Offshore-Gründungen. Pfahlsymposium 2011, 17.-18.02.2011 in Braunschweig, Mitteilungen des Instituts für Grundbau und Bodenmechanik, Technische Universität Braunschweig, Heft 94, 1-19.

EUROPÄISCHE UNION, DG ENVIRONMENT B2 (2005): Bewertung, Monitoring und Berichterstattung des Erhaltungszustands – Vorbereitung des Berichts nach Art. 17 der FFH-Richtlinie für den Zeitraum von 2001 – 2007 (Dochab-04-03/03-rev.3)

EVANS, P. G.H. & J. TEILMANN (EDTS.) (2009): Report of ASCOBANS/HELCOM small Cetacean population structure workshop. Bonn, April 2009
http://www.serviceboard.de/ascobans_neu/files/Report_PopulationStructureWorkshops2007_small.pdf

FINNERAN, J. J., SCHLUNDT, C. E., DEAR, R., CARDER, D. A., AND RIDGWAY, S. H. (2002). "Temporary shift in masked hearing thresholds (MTTS) in odontocetes after exposure to single underwater impulses from a seismic watergun," J. Acoust. Soc. Am. 111(6), 2929–2940.

FINNERAN, J. J. & SCHLUNDT, C. E. (2004): Effects of intensive pure Tones on the behavior of Trained Odontocetes. Technical Report 1913. SPAWAR Systems Center San Diego

GILLES, A. (2008): Characterisation of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) habitat in German waters. – Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
http://eldiss.uni-kiel.de/macau/receive/dissertation_diss_00003429

GILLES, A. ET AL. (2007): MINOS 2 Schlussbericht – Teilvorhaben 2 – „Erfassung der Dichte und Verteilungsmuster von Schweinswalen (*Phocoena phocoena*) in der deutschen Nord- und Ostsee“ http://www.uni-kiel.de/ftzwest/ag7/projekte/mammals/MINOSplus_TP2_final.pdf

GILLES, A. & U. SIEBERT (2008): Schweinswalerfassung im Bereich des niedersächsischen Wattenmeeres im Rahmen eines Monitorings; Forschungs- und Technologiezentrum Westküste der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Büsum
http://cdl.niedersachsen.de/blob/images/C50846946_L20.pdf

GILLES A, SCHEIDAT M, SIEBERT U (2009) Seasonal distribution of harbour porpoises and possible interference of offshore wind farms in the German North Sea. Mar Ecol Prog Ser 383: 295-307

GILLES A, SIEBERT U (2010) Monitoringbericht 2009-2010. Marine Säugetiere und Seevögel in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee. Teilbericht marine Säugetiere - Visuelle Erfassung von Schweinswalen, p 4-34, research report (in German, English summary)





http://www.bfn.de/habitatmare/de/downloads/monitoring/BfN-Monitoring_MarineSaeugetiere_2009-2010.pdf

GRIEBMANN, T., RUSTEMEIER, J., BETKE, K., GABRIEL, J., NEUMANN, T., NEHLS, G., BRANDT, M., DIEDERICH, A. & BACHMANN, J. (2010): Erforschung und Anwendung von Schallminimierungsmaßnahmen beim Rammen des FINO3 - Monopiles. FKZ 0325077-A, 0325077-B, 1-130. 2009. Berlin, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Abschlussbericht zum BMUVorhaben „Schall bei FINO3“, <http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e01fb10/640612849.pdf>

ISD, DEWI, ITAP (2004): Standardverfahren zur Ermittlung und Bewertung der Belastung der Meeresumwelt durch die Schallimmission von Offshore-Windenergieanlagen. Abschlussbericht zum gleichnamigen BMU-Vorhaben (FKZ 0327528A). Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin Abschlussbericht <http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e01fb05/491877994.pdf>

ISD, DEWI, ITAP (2007): Standardverfahren zur Ermittlung und Bewertung der Belastung der Meeresumwelt durch die Schallimmission von Offshore-Windenergieanlagen. Abschlussbericht zum gleichnamigen BMU-Vorhaben (FKZ 0329947A). Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin Abschlussbericht

INTERNATIONAL WHALING COMMISSION. 2000. Report of the Scientific Committee. Annex O. Report of the IWC-ASCOBANS Working Group on Harbour Porpoises. J. Cetacean Res. Manage. (Suppl.) 2:297-305.

LAMBRECHT ET AL. (2004): Ermittlung von erheblichen Beeinträchtigungen im Rahmen der FFH-Verträglichkeitsuntersuchung; F+E-Vorhaben des BMU; Endbericht 2004, 316 S.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2005) "Marine Mammal Populations and Ocean Noise: Determining When Noise Causes Biologically Significant Effects", Committee on Characterizing Biologically Significant Marine Mammal Behavior, National Research Council, The National Academies Press. 142 pp.

NEHLS, G. & DIEDERICH, A. (2013): Berechnung und Bewertung der Störung von Schweinswalen durch Offshore-Rammarbeiten – unveröffentlichte Studie

PEHLKE, H.; NEHLS, G., BELLMANN, M., GERKE, P., DIEDERICH, A., OLDELAND, J., GRUNAU, C., WITTE, S. & ROSE, A. (2013): Entwicklung und Erprobung des Großen Blasenschleiers zur Minderung der Hydroschallemissionen bei Offshore-Rammarbeiten: Hydroschall-OFF BWII. Abschlussbericht zum gleichnamigen BMU-Vorhaben (FKZ 0325309A/B/C); Husum, Juni 2013, <http://hydroschall.de>

SACHTELEBEN, J. & M. BEHRENS (2010): Konzept zum Monitoring des Erhaltungszustandes von Lebensraumtypen und Arten der FFH-Richtlinie in Deutschland. Ergebnisse des F+E-





Vorhabens "Konzeptionelle Umsetzung der EU-Vorgaben zum FFH-Monitoring und Berichtspflichten in Deutschland". - BfN-Skripten 278, 183 Seiten

THIELE R (2002): Ausbreitungsdämpfung. In: Offshore-windmills – sound emissions and marine mammals. Ergebnisprotokoll. FTZ Büsum

THIELE, R. & SCHELLSTEDE, G. (1980): Standardwerte zur Ausbreitungsdämpfung in der Nordsee. FWG-Bericht 1980-7, Forschungsanstalt der Bundeswehr für Wasserschall und Geophysik

TOUGAARD J, CARSTENSEN J, WISZ MS, JESPERSEN M, TEILMANN J, ILSTED BECH N, SKOV H (2006): Harbour Porpoises on Horns Reef - Effects of the Horns Reef Wind Farm. Final Report to Vattenfall A/S. NERI. Roskilde, Denmark. 110 pp.

WILKE, F.; KLOSKE, K. & BELLMANN, M. (2012): Evaluation von Systemen zur Rammschallminderung an einem Offshore-Testpfahl, FKZ 0325307, Hamburg, Abschlussbericht zum BMU-Vorhaben "ESRa"; <http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e01fb13/742096459.pdf>



Abkürzungsverzeichnis

ASCOBANS	Regionalabkommen zur Erhaltung der Kleinwale in der Nord- und Ostsee, des Nordostatlantiks und der Irischen See
AWZ	Ausschließliche Wirtschaftszone
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BSH	Bundesamt Für Seeschifffahrt und Hydrographie
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
dB	Dezibel
DEWI	Deutsches Wind Institut
FFH-RL	Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie
FFH-VP	Verträglichkeitsprüfung nach Art. 6 Abs. 3 der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie
FINO	Forschungsplattformen in Nord- und Ostsee
F&E	Forschungs- und Entwicklungsvorhaben
Helcom	Kommission des Übereinkommens zum Schutz der Ostsee
IWC	International Whaling Commission
L_E	Einzelereignis-Schalldruckpegel
$L_{\text{peak-peak}}$	Spitzenschalldruckpegel
NRC	National Research Council
O-NEP	Offshore-Netzentwicklungsplan
OSPAR	Übereinkommens zum Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks
OWEA	Offshore-Windenergieanlagen
OWP	Offshore-Windpark
Pa	Pascal
PCAD	Population Consequences of Acoustic Disturbance Model
POD	Schweinswal-Detektoren (P orpoise D etectors)
PPM/h	Schweinswal positive Minuten pro Stunde (P orpoise P ositive M inutes/ h our)
PP10min/d	Schweinswal positive 10-Minuten pro Tag (P orpoise P ositive 10 Minutes/ d ay)
PTS	permanente Hörschwellenverschiebung (P ermanent T hreshold S hift)
SEL	Schallereignispegel (sound exposure level)
SPL	Spitzenpegel (sound pressure level)
TL	Transmission Loss
TTS	temporäre Hörschwellenverschiebung (T emporary T hreshold S hift)
VK	Variationskoeffizient

