

Workshop
Offshore-Windenergienutzung
Technik, Naturschutz, Planung

**Möglicher Einfluß der
Offshorewindenergienutzung auf marine
Lebewesen**

K. Lucke; Forschungs- und Technologiezentrum Westküste

Deutsches Windenergie-Institut GmbH
Wilhelmshafen, 27 Juni 2000

"Potentieller Einfluß von akustischen Emissionen auf marine Säugetiere"

Klaus Lucke

Die geplante Verlagerung der Standorte von Windkraftanlagen vom terrestrischen in den marinen Bereich führt unter anderem zu einem Eingriff in den Lebensraum mariner Säugetiere. Die kritische Betrachtung des potentiellen Einflusses eines derartigen Eingriffes kann für den Bereich der Deutschen Bucht sowie der südwestlichen Ostsee (Küstenraum von Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern) auf die folgenden, in diesem Gebiet vorkommenden Wal- und Robbenarten beschränkt werden:

1. Zielarten:

1.1. Wale

Ordnung: Wale (Cetacea)
Unterordnung: Zahnwale (Odontoceti)

1. Art: Schweinswal (*Phocoena phocoena*)

Schweinswale sind vor allem in den küstennahen Gewässern der gemäßigten Breiten auf der nördlichen Hemisphäre verbreitet, so auch in der Nord- und Ostsee. Kombinierte Flug- und Schiffszählungen ergaben 1994 für die Nordsee und angrenzende Gebiete (Ärmelkanal und Irische See) einen Bestand von 352.000 Tieren (Variationskoeffizient: 0,14 / 95%-Vertrauensbereich: 267.000 – 465.000 Tiere), nur auf das Gebiet der Nordsee bezogen einen Bestand von hochgerechnet 271.000 Tieren. Schweinswale sind damit die am häufigsten in der Nordsee vorkommende Walart.

Da die Schweinswale gleichzeitig auch die einzige in deutschen Gewässern heimische Walart darstellen und bei ihnen eine hohe Sensibilität gegenüber technischen Eingriffen in ihren marinen Lebensraum zu erwarten ist, wird diese Art bei der folgenden Betrachtung der Auswirkungen von Windkraftanlagen als Schlüsselart für die marinen Säugetierarten behandelt.

Weitere im deutschen Bereich der Nord- und Ostsee vorkommende, aber dort nicht heimische Zahnwalarten sind:

2. Art: Weißschnauzendelphin (*Lagenorhynchus albirostris*)

Weißschnauzendelphine sind die zweithäufigste Walart in Nord- und Ostsee. Für diese in ihrer Verbreitung auf die kalten bis temperierten Breiten des Nordatlantik beschränkte Art wurde 1994 für die Nordsee und angrenzende Gebiete ein Bestand von ca. 7.800 Tieren ermittelt. Ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich auch auf den deutschen Nordseebereich, sie gelten hier aber nicht als heimisch. In der Ostsee sind sie nur als Irrgäste zu finden.

3. Art: Atlantischer Weißseitendelphin (*Lagenorhynchus acutus*)

Atlantische Weißseitendelphine sind eher auf offener See zu Hause und bilden dort häufig Schulen von mehreren hundert Tieren. Nur im Sommer sind diese Tiere in kleinen Schulen auch im Küstenbereich anzutreffen. Ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich vom nördlichen Nordatlantik bis in die Nordsee hinein. In der Ostsee sind sie ebenfalls nur als seltene Gäste

anzutreffen. Ihr Bestand für die Nordsee und angrenzende Gebiete wird derzeit auf <4.000 Tiere geschätzt.

Nur sporadisch kommen in der Deutschen Bucht und westlichen Ostsee, zusätzlich zu den drei aufgeführten Arten, die folgenden Zahnwalarten vor:

<u>deutscher (lateinischer) Artname</u>	<u>englischer Artname</u>
- Großer Tümmler (<i>Tursiops truncatus</i>)	– Bottlenose Dolphin
- Gemeiner Delphin (<i>Delphinus delphis</i>)	– Common Dolphin
- Rundkopfdelphin (<i>Grampus griseus</i>)	– Risso's Dolphin
- Schwertwal (<i>Orcinus orca</i>)	– Killer Whale
- Langflossen-Grindwal (<i>Globicephala melas</i>)	– Long-finned Pilot Whale

selten:

- Pottwal (<i>Physeter macrocephalus</i>)	– Sperm Whale
---	---------------

Von den in der Nordsee vorkommenden Bartenwalen (Mysticeti) ist nur eine Art in den deutschen Gewässern anzutreffen:

Ordnung:	Wale (Cetacea)
Unterordnung:	Bartenwale (Mysticeti)
Art:	Zwergwal (<i>Balaenoptera acutorostrata</i>)
Der Bestand der Zwergwale wurde 1994 auf ca. 8.400 Tiere hochgerechnet.	

1.2. Robben

Die Robben sind im Bereich der Deutschen Bucht und südwestlichen Ostsee nur mit 3 Arten vertreten. Jede der 3 Robbenarten ist im deutschen Nord- und Ostseeraum anzutreffen, dort aber nicht unbedingt auch beheimatet.

Ordnung:	Raubtiere (Carnivora)
Unterordnung:	Flossenfüßer (Pinnipedia)
Überfamilie:	Hundsrobbenartige (Phocoidea)

1. Art: Seehund (*Phoca vitulina*)

Der Seehund ist über den gesamten deutschen Nordseebereich verbreitet und dort auch heimisch. Seine Liegeplätze sind über das gesamte Wattenmeer – von den Niederlanden bis nach Dänemark - verstreut. Der Bestand wird dort derzeit (1999) mit ca. 15.200 Tieren angegeben.

In der Ostsee reicht die Verbreitung der Seehunde über Skagerrak und Kattegat bis zu ihrer östlichen Verbreitungsgrenze auf Höhe einer Linie etwa von Rügen in Richtung Norden. Ihr südöstlichster Liegeplatz in diesem Bereich ist auf Rødsand (DK) zu finden. Einen isolierten Bestand gibt es darüber hinaus auf Gotland (S). Der Seehund war früher auch im deutschen Ostseeraum beheimatet, verschwand aber aufgrund zu starker Bejagung in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts aus diesem Bereich. Das gleiche gilt auch für die:

2. Art: Kegelrobbe (*Halichoerus grypus*)

Die Verbreitung der Kegelrobbe erstreckt sich in der Ostsee gegenwärtig über den nordöstlichen Bereich, vom Finnischen und Bottnischen Meerbusen bis südlich nach Gotland. Darüber hinaus gibt es noch isolierte Vorkommen an der schwedischen Südküste. Die

Bestandszahlen liegen in diesem Gebiet bei über 5.000 Tieren (mit steigender Tendenz). Im deutschen Nordseebereich existieren zwei Kolonien: eine auf einer Sandbank vor der Insel Amrum, die andere auf Helgoland. Diese Kolonien weisen zusammen eine Größe von ca. 100 Tieren auf.

3. Art: Ringelrobbe (*Phoca hispida*)

Die Ringelrobbe ist im Bottnischen- und Finnischen Meerbusen beheimatet und somit in ihrer Verbreitung in der Ostsee noch stärker auf den nordöstlichen Teil beschränkt als die Kegelrobbe. Ihre Bestandszahlen liegen in der Ostsee mit weit mehr als 5.000 Tieren noch über der Bestandsgröße der Kegelrobbe, ebenfalls mit steigender Tendenz.

1.3. Genereller Unterschied zwischen Walen und Robben

Ein genereller Unterschied zwischen Walen und Robben liegt im Ausmaß ihrer Adaptation an die marine Umwelt. Während die Wale vollständig zu einer aquatischen Lebensweise übergegangen sind (=holaquatisch), verlassen die Robbenarten das Wasser u.a. zum Fellwechsel, Gebären und Säugen (=semiaquatisch). Ihre wichtigste Sinnesmodalität ist nicht wie bei den Walen die Akustik, die im folgenden noch ausführlich erläutert wird, sondern ihr Tastsinn (hochsensible Barthaare) sowie ihr visueller Sinn.

2. Schweinswal (*Phocoena phocoena*) - Schlüsselart

Schweinswale sind mit maximal 1,80 m Länge eine der kleinsten Zahnwalarten. Als eine der nicht sehr tief tauchenden Arten – bisher wurden Tauchtiefen von maximal etwa 300 m nachgewiesen - stellen die Nord- und Ostsee als flaches Schelf- bzw. Randmeer einen geeigneten Lebensraum für diese Spezies dar. Schweinswale gelten als Nahrungsopportunisten und zeigen stellenweise eine Präferenz für bodenlebende Fische.

Sie sind auch bis tief in die Ostsee hinein zu finden, mitunter bis in finnische Gewässer. Dabei weisen sie allerdings ein extremes Gefälle in ihrer Verbreitung in Richtung Osten auf. Während sie in den dänischen Gewässern des Skagerrak, Kattegat und der dänischen Beltsee noch relativ zahlreich anzutreffen sind, verringert sich die Bestandsdichte zur Kieler Bucht hin deutlich. Noch geringer ist ihre Abundanz im Bereich der Mecklenburger Bucht, östlich der Darßer Schwelle werden diese Tiere schließlich nur noch vereinzelt gesehen.

Der Bestand für den Bereich der deutschen Ostseegewässer wird derzeit, basierend auf den Ergebnissen von Flugzählungen zwischen 1994 und 1996, auf unter 1000 Tiere geschätzt. Genetische Untersuchungen an gestrandeten Schweinswalen von der schleswig-holsteinischen Nord- und Ostseeküste haben gezeigt, daß es nur einen sehr geringen genetischen Austausch zwischen den Schweinswalen der dt. Ostsee und Nordsee gibt und es sich somit bei den Tieren der Ostsee wahrscheinlich um eine separate Population handelt. Eine exakte Trennung der Populationen aus der dänischen Beltsee und westlichen Ostsee ist derzeit noch nicht durchführbar. Klarheit über die Populationsgrenzen in diesem Gebiet soll eine weitere genetische Untersuchung liefern, die sich auf Tiere aus dem Bereich der dänischen und deutschen Ostsee beschränkt. Eine genaue Differenzierung der Populationen ist vor allem im Zusammenhang mit Aussagen über die Gefährdung sowie für Maßnahmen zum Bestandsschutz der Tiere von Bedeutung.

Eine Besonderheit der Schweinswale, wie auch einiger anderer Zahnwalarten, ist ihre Fähigkeit zur Echolokation, das heißt: sie erzeugen und empfangen Ultraschallsignale (die

weit über dem von Menschen wahrnehmbaren Frequenzbereich liegen) und analysieren die zurückkommenden Echos. Sie erreichen dabei Frequenzen von über 150 Kilohertz (kHz). Der menschliche Hörbereich, zum Vergleich, liegt zwischen 20 Hertz (Hz) und 20 kHz. Die Schweinswale sind nahezu vollkommen von ihrem akustischen Sinn abhängig. Da akustische Energie im Wasser einer geringeren Abschwächung unterliegt als alle anderen Energieformen, stellt die Echolokation eine optimale Anpassung an den marinen Lebensraum dar. Die Tiere sind in der Lage, sich mit Hilfe der Echolokation in ihrer Umgebung zu orientieren, Hindernisse und Feinde zu vermeiden und vor allem ihre Nahrung zu orten und auch zu charakterisieren. Möglicherweise spielen die Echolokationssignale bei manchen Arten auch eine Rolle in der innerartlichen Kommunikation, worüber allerdings auf dem gegenwärtigen Stand der Forschung für die Schweinswale noch keine klaren Aussagen gemacht werden können.

Da die Sichtweiten unter Wasser in unseren Breiten meistens eher im Bereich von cm bis wenigen Metern liegen, können sich die Tiere im Notfall nicht oder nur sehr begrenzt auf ihren optischen Sinn als Alternative verlassen. Stört oder verletzt man den akustischen Sinn der Tiere, so stellt dies eine gravierende, möglicherweise sogar letale Bedrohung für die Tiere dar.

3. Gefährdungsfaktoren

Die Errichtung sowie der Betrieb von Offshore-Windkraftanlagen beinhalten generell mehrere potentielle Gefährdungsfaktoren für die genannten marinen Säugetierarten (Schlüsselart: Schweinswal).

3.1. Habitatverlust

Als erstes ist in diesem Zusammenhang der mögliche Habitatverlust für die Tiere im Bereich der Windparks zu nennen. Ein derartiger Verlust kann durch die Störung oder Zerstörung der lokalen ökologischen Gegebenheiten hervorgerufen werden. Dies ist vor allem in Zusammenhang mit ungestörten Paarungs- und Aufzuchtgebieten sowie dem Bestand und der Verteilung der Nahrungsorganismen der Tiere von Bedeutung. Für die Ostseepopulation der Schweinswale mit ihrem relativ eng umgrenzten Lebensraum können derartige Veränderungen bereits eine starke Gefährdung darstellen.

Zur Identifizierung eines solchen wichtigen Habitats sollte ein vorgeschaltetes Monitoring im Rahmen einer Umweltverträglichkeitsprüfung erfolgen. Da eine visuelle Überwachung aufgrund der witterungsbedingten Beschränkungen (verlässliche Sichtungen sind nur bis zu einer Windstärke von max. 3 Beaufort zu erzielen) nicht sehr aussichtsreich ist, bietet sich hier in bezug auf die Schweinswale ein akustisches Monitoring mit Hilfe von sogenannten Klickdetektoren an. Mit Hilfe dieser Geräte können die Ultraschallsignale der Schweinswale automatisch registriert und entweder zur permanenten Überwachung eines Gebietes direkt zu einer Empfangsstation übertragen oder aber zur späteren Auswertung aufgezeichnet werden. Die Reichweite dieser Klickdetektoren ist abhängig von der Schallstärke des Echolokationssignales und der Hintergrundgeräusche. Eine zuverlässige Detektion ist mit Hilfe dieser Methode bis zu einer Windstärke von ca. 5 Beaufort durchführbar.

Weitere wichtige Anhaltspunkte über den Aufenthaltsort und die Bewegungen der Tiere können unter Einsatz von Satellitentelemetrie erlangt werden. Zu diesem Zweck werden die Tiere mit einer Geräteeinheit versehen, die unter anderem aus einem Satellitensender sowie einem Fahrtenschreiber besteht. Diese Methodik wird zur Erforschung der Beifangproblematik in der (v.a. dänischen) Stellnetzfisherei bereits erfolgreich eingesetzt.

Bei Schweinswalen, die ohne Verletzungen aus den Stellnetzen befreit werden können, besteht die Möglichkeit, sie zu untersuchen und mit entsprechenden Sendern zu versehen. Diese Methode ist inzwischen soweit entwickelt, daß ein umfassender Einsatz in der dänischen und deutschen Ostsee denkbar wäre. Dabei muß allerdings auf zufällige Beifänge wie in der dänischen Fischerei zurückgegriffen werden, da ein aktives Fangen der Tiere nicht vertretbar wäre.

3.2. Schalleintrag und akustische Empfindlichkeit

Ein weiterer potentieller Gefährdungsfaktor ist durch den direkten und indirekten Schalleintrag der Windkraftanlagen in den Wasserkörper und die damit verbundenen möglichen physiologischen und verhaltensbiologischen Folgen für die Tiere gegeben.

Bei der Betrachtung des Schalleintrages durch die Anlagen muß sowohl der über als auch der unter Wasser befindliche Teil der Anlagen als Schallquelle berücksichtigt werden. Ein indirekter Schalleintrag erfolgt über den Luftweg vom Rotor, Generator etc. ins Wasser, während in der Anlage auftretende Schwingungen über den unter Wasser befindlichen Teil der Masten direkt in den Wasserkörper weitergeleitet werden.

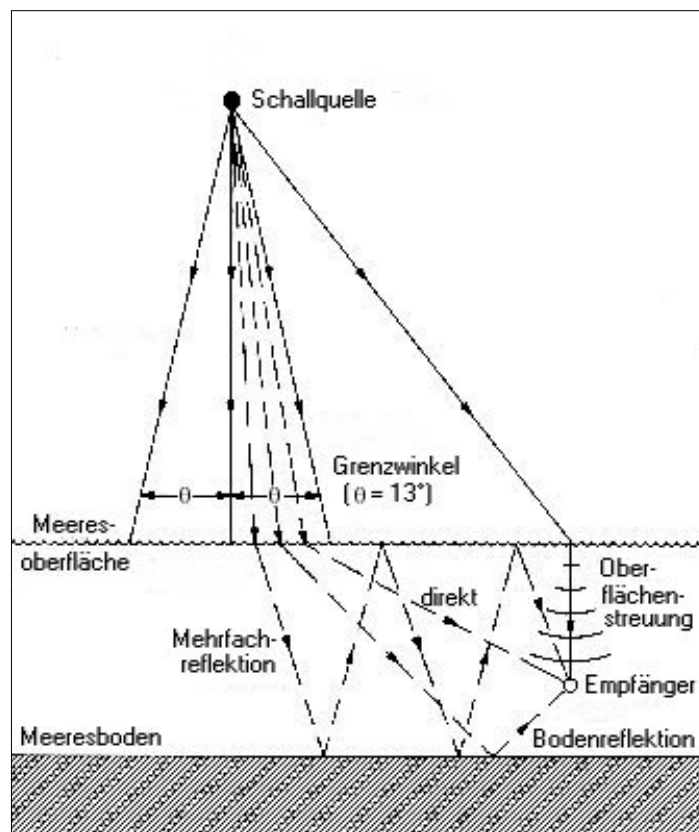


Abb.1: Diagramm der Übertragungswege des Schalls aus der Luft in den Wasserkörper

(nach Richardson et al. 1995).

Die indirekte Übertragung des Schalls aus der Luft in den Wasserkörper ist auf einen Bereich $\theta = 13^\circ$ unter der Schallquelle beschränkt. Die Übertragung hängt darüber hinaus von der Frequenz des jeweiligen Signals ab. Bei einer Windkraftanlage ist die intensivste Schallabstrahlung aus dem Bereich der Gondel (= Schallquelle) zu erwarten. Über Schwingungen, die auf den Mast übertragen werden - somit den direkten Schalleintrag ins Wasser - liegen bisher nur unzureichende Angaben vor. Es handelt sich dabei aber vermutlich um Frequenzen im Körperschallbereich. Eine akustische Wahrnehmung dieser Frequenzen ist außer für Zwergwale für keine der in Frage kommende Arten wahrscheinlich. Die möglichen Auswirkungen von Körperschall auf den Organismus sind bisher noch weitgehend unerforscht.

Der Schalleintrag in den Wasserkörper sowie die Weiterleitung unter Wasser sind von Faktoren wie der Wassertiefe, Wellenbewegung, Bodenbeschaffenheit und den akustischen Charakteristika des Geräusches selbst anhängig. Um die Intensität zu berechnen, mit der ein solches indirekt übertragenes Geräusch unter Wasser empfangen wird, werden spezielle Schallübertragungsmodelle nötig sein, die den Anlagentyp und die jeweiligen topographischen Gegebenheiten berücksichtigen.

Es wird außerdem erforderlich sein, direkte Schallmessungen an den Anlagen durchzuführen, um diese errechneten Werte zu validieren. Dazu sollten zusätzlich zu den bereits für Anlagen an Land vorgeschriebenen Schallmessungen bei Offshore-Windkraftanlagen künftig auch Unterwasserschallmessungen durchgeführt werden müssen. Diese sollten nicht wie bisher über den Frequenzbereich von 0-5 kHz gemittelt, sondern detaillierter erfaßt werden, da nur so Aussagen über eine mögliche Beeinflussung der marinen Säuger möglich sein wird. Um weitere Aussagekraft zu erlangen, müßten derartige Messungen vor Beginn jeglicher Baumaßnahmen sowie im Bau- und Betriebszustand durchgeführt werden.

Weitere Parameter der akustischen Emissionen müssen bekannt sein, um die Auswirkungen auf den Schallempfänger, in diesem Fall ein mariner Säuger, einschätzen zu können. Ausgehend von der grundlegenden akustischen Empfindlichkeit der Tiere sind neben der Schallintensität und Dauer der Signale vor allem die Frequenzbandbreite von Bedeutung (d.h. handelt es sich um breitbandige Geräusche oder sinusförmige Schwingungen, die als Töne wahrnehmbar sind). Letztere Unterscheidung ist von Bedeutung, da die Tiere vermutlich eine unterschiedliche Empfindlichkeit gegenüber diesen Schallqualitäten besitzen.

Der Grad der Beeinflussung eines Tieres durch akustische Signale hängt direkt von seiner Hörempfindlichkeit ab. Ist ein Tier beispielsweise sehr sensibel für Geräusche, so werden die Auswirkungen intensiver akustischer Signale entsprechend größer sein als bei einem weniger empfindlichen Tier.

Für die in Frage kommenden Arten existieren die folgenden Hörempfindlichkeitskurven:

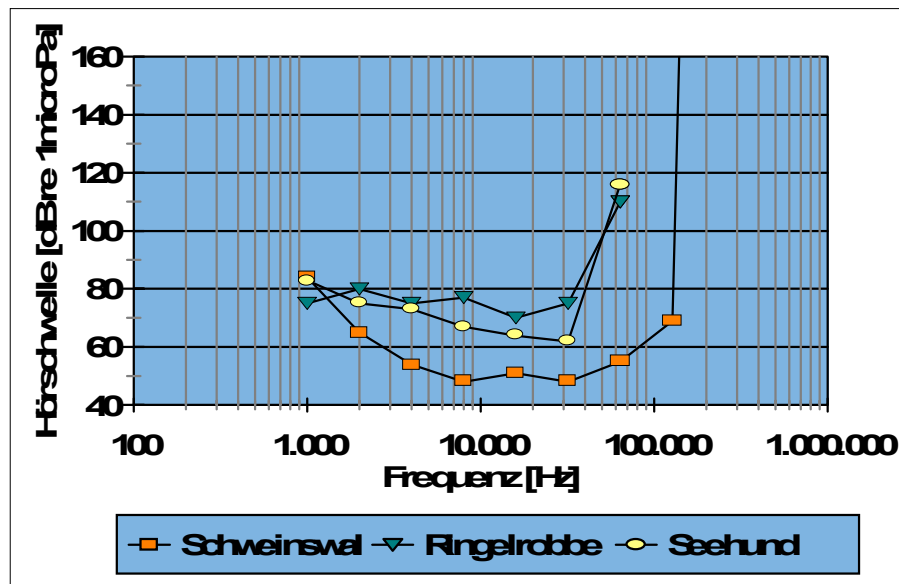


Abb.2: Hörempfindlichkeitskurven (Audiogramme) eines Schweinswales (*Phocoena phocoena*), einer Ringelrobbe (*Halichoerus grypus*) und eines Seehundes (*Phoca vitulina*) [keine exakten Werte].

Auf der x-Achse in Abb.2 ist die Frequenz in einem logarithmischen Maßstab aufgetragen. Auf der y-Achse sind Dezibelwerte angegeben, ein Maß für den Schalldruck eines akustischen Signals. Dezibel ist eine abstrakte Einheit und muß deshalb immer in Bezug zu einem Referenzwert – in der Unterwasserakustik 1 Micropascal, gemessen für einen Schalldruck in 1 m Entfernung zur Schallquelle [re 1µPa @1m] – gesetzt werden. In der Luft liegt der entsprechende Referenzwert bei 20 Micropascal [re 20µPa @1m].

Hervorzuheben ist, daß die Schweinswale eine hohe Hörempfindlichkeit im gesamten Bereich zwischen 1 bis 150 kHz aufweisen. Sie sind deutlich hörempfindlicher als Ringelrobben oder Seehunde.

4. Akustischen Auswirkungen von Windkraftanlagen auf die marine Säugetiere

4.1. Generelle Unterteilung

Man kann akustische Signale in Hinblick auf ihre Wirkung auf die marinen Säuger generell in 4 Zonen unterteilen:

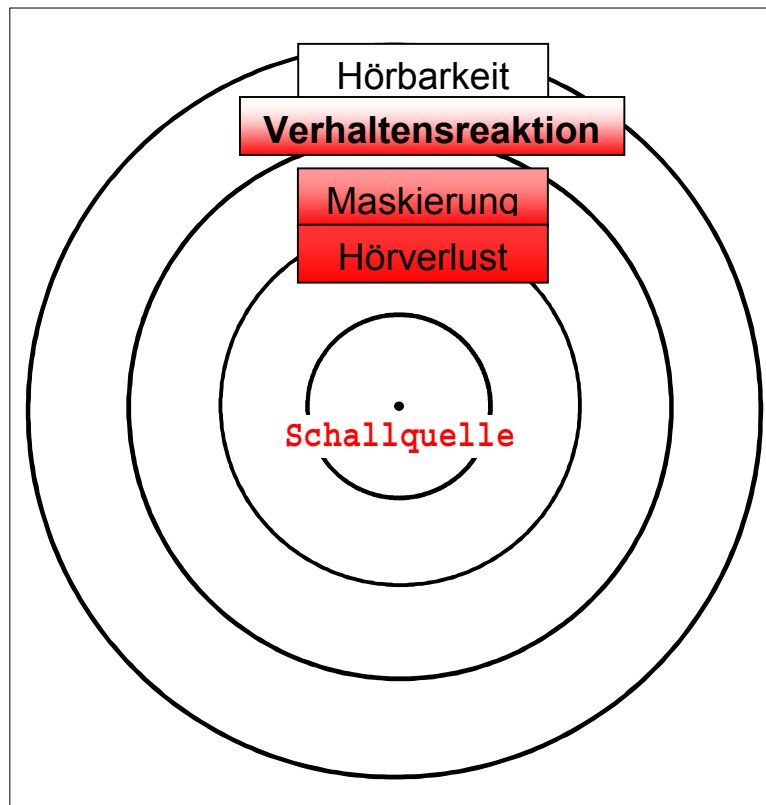


Abb.3: Schematische Darstellung der 4 Einflußzonen akustischer Signale auf marine Säuger.

a) Zone der Hörbarkeit:

In diesem größten Bereich kann ein Tier die von der Schallquelle erzeugten Geräusche hören. Es ist in diesem äußeren Bereich mit keinerlei Beeinträchtigung der Tiere durch die Geräusche zu rechnen.

b) Zone der Verhaltensreaktion:

Eine Zone, in der die Tiere physiologische oder Verhaltensreaktionen zeigen. Diese Zone ist normalerweise kleiner als die Zone der Hörbarkeit, da marine Säuger im allgemeinen nicht auf schwach wahrnehmbare Geräusche reagieren.

Kommt es aufgrund der Geräusche zu einer Unterbrechung oder Verhinderung einer wichtigen Verhaltensweise, so kann dies durchaus signifikante Auswirkungen auf das einzelne Tier oder auch eine gesamte Population haben. Bisher konnten derartige Auswirkungen noch nicht quantifiziert werden, so daß keine eindeutigen Aussagen in diesem Zusammenhang gemacht werden können. Es gibt jedoch Hinweise auf motivationsbedingte Unterschiede in der Reaktion der Tiere auf Störungen, d.h. eine Abhängigkeit der Reaktion der Tiere von dem zum Zeitpunkt der Störung gezeigten Verhaltensmodus. Die gravierendsten Auswirkungen könnten die dauerhafte Vertreibung aus einem wichtigen

Habitat oder sogar eine panikartige Fluchtreaktion sein, die zur Strandung der Tiere führen kann. Es gibt Fälle, in denen ein derartiger Zusammenhang zu vermuten ist.

c) Zone der Maskierung:

In dieser Zone sind die Geräusche intensiv genug, um die Wahrnehmung biologisch relevanter akustischer Signale, beispielsweise Kommunikationsgeräusche oder Echolokationssignale sowie Geräusche von Nahrungs- oder Feindorganismen zu maskieren. Die Tiere können dann diese für sie wichtigen Signale entsprechend nicht mehr wahrnehmen. Die Maskierung von Geräuschen ist mit großer Wahrscheinlichkeit mit einer signifikanten Beeinträchtigung der Tiere oder einer Population verbunden und kann sogar letale Folgen für die Tiere haben. Zusätzlich zu den Maßnahmen, die im Zusammenhang mit dem Habitatverlust genannt wurden – akustisches Monitoring und Satellitentelemetrie (siehe Abschnitt 3.1.) - sollte bei Einsatz sehr schallintensiver Verfahren (Bsp.: während der Montage der Anlagen) mit Hilfe von akustischen Vergrämern sichergestellt werden, daß sich keine Tiere im Gefahrenbereich aufhalten. Der dauerhafte Betrieb entsprechend schallintensiver Anlagen wäre abzulehnen.

Akustische Vergrämer sind autonom einsetzbare Geräte, die in unregelmäßigen Abständen oder aber bei Detektion eines vorher programmierten Signals (z.B.: Echolokationssignal eines Schweinswals) akustische Signale unterschiedlicher akustischer Signatur (Frequenzcharakteristik, -verlauf und Dauer der Signale) aussenden, und so zumindest bei Schweinswalen eine aversive Vermeidungsreaktionen hervorrufen. Entsprechende Geräte existieren bereits für einige marine Säugetierarten, für andere (v.a. Robben) hingegen müssen sie noch entwickelt werden. Der Einsatz solcher Geräte kann höchstens eine temporäre Lösung darstellen, da zum einen Gewöhnungseffekte noch nicht ausgeschlossen werden können, der Einsatz zum anderen einen zusätzlichen Schalleintrag in den Wasserkörper bedeutet ("akustische Umweltverschmutzung").

d) Zone des Hörverlustes bzw. der Gewebeschädigung:

Dies ist eine Zone in der Nähe von Schallquellen, die derart hochintensiven Schall emittieren (z.B.: Explosionen oder Airguns), daß es zu einer physiologischen Beeinträchtigung oder sogar Schädigung der Hörorgane sowie anderer Gewebe im Körper der marinen Säuger kommen kann.

Die Beeinträchtigungen bestehen zunächst in der zeitweiligen Verschiebung der Hörschwelle der Tiere. Dieser temporäre Effekt hat zur Folge, daß ein derart beeinträchtigtes Tier seine akustische Umwelt nicht mehr oder nur noch stark eingeschränkt wahrnehmen kann, da es vorübergehend betäubt ist. Die Hörschwellenverschiebung ist vermutlich ein Effekt, der durch eine physiologische Überbelastung der auditorischen Sinneszellen hervorgerufen wird. Bisher wird angenommen, daß eine Überschreitung der Hörschwelle um ca. 80 dB im Toleranzbereich unseres Gehörs liegt und diese Angaben auch auf andere Arten, so auch marine Säugetiere, übertragbar sein könnten. Diese Grenze von 80 dB sinkt in Abhängigkeit von der Anzahl der Schallimpulse und Dauer der Beschallung, d.h. eine längere oder wiederholte Belastung führt bereits bei geringerer Schallintensität zu einer temporären Verschiebung der Hörschwelle. Bei stärkerer Beschallung kann die Hörschwellenverschiebung (maximal: der vollständige Hörverlust) irreversibel sein, so daß von einer Schädigung bzw. Verletzung des Tieres aufgrund einer permanenten Hörschwellenverschiebung gesprochen werden muß. Beide Effekte (temporäre und permanente Hörschwellenverschiebung) haben starke bis letale Folgen für die Tiere und die Population zur Folge.

Derartige Schallemissionen sollten komplett vermieden werden. Falls dennoch die Gefahr besteht, daß sie nicht ganz ausgeschlossen werden können, sollte begleitend eine visuelle und akustische Überwachung der gesamten Umgebung sowie akustische Vergrämungsmaßnahmen ("Pinger") eingesetzt werden, um das Risiko einer Schädigung von Tieren zu minimieren.

Wie stark ist nun die Gefährdung der Schweinswale bzw. der marinen Säuger aufgrund von Offshore-Windkraftanlagen?

Die einzige deutliche Aussage über ein mögliches Gefährdungspotential kann hinsichtlich der Errichtung der Windkraftanlagen gemacht werden. Sollten die Pfeiler in den Boden gerammt werden, so dürfte dies mit Schalldruckpegeln einhergehen, die ein eindeutige akustische Gefährdung mariner Säugetiere darstellen.

Man geht davon aus, daß eine Überschreitung der Hörschwelle beim Menschen um ca. 80 dB im Toleranzbereich unseres Gehörs liegt und diese Angaben auch auf andere Arten übertragbar sein könnten. Diese Grenze von 80 dB sinkt aber in Abhängigkeit von der Anzahl oder Dauer der Beschallung, d.h. eine längere oder wiederholte Belastung führt schneller zu Auswirkungen.

Jedenfalls kommen die Werte, die beim Rammen von Pfeilern in den Untergrund erzeugt werden, in einen Intensitätsbereich, in dem eine physische Beeinträchtigung oder Schädigung der Tiere nicht auszuschließen ist. Das gleiche gilt auch für Streß und verhaltensbiologische Reaktionen, die im näheren Umkreis der Anlagen mit einiger Wahrscheinlichkeit zu erwarten wären. Die Auswirkungen der niederfrequenten Schwingungen (v.a. Körperschall) auf die Meeressäuger ist bisher nicht beurteilbar.

4.2. Einschätzung

Eine Einschätzung der Auswirkungen der weiteren akustischen Emissionen von Windkraftanlagen - zum Beispiel der Betriebsgeräusche - auf die marinen Säugetiere kann auf dem gegenwärtigen Kenntnisstand noch nicht getroffen werden.

Zum einen fehlen dazu Erkenntnisse über die genauen Wirkungsmechanismen bei der Schädigung oder Beeinträchtigung der Meeressäuger, zum anderen konnten die Auswirkungen auch noch nicht quantitativ beschrieben werden. Das liegt vor allem daran, daß man sich der Problematik erst in den letzten Jahren bewußt geworden ist. Darüber hinaus sind noch keine Daten über die zu erwartenden akustischen Emissionen der neuen WKA's bekannt.

5. Studien

Solange die Wirkungsmechanismen nicht klar sind und keine gesicherten Beurteilungskriterien für das Gefährdungspotential der Windkraftanlagen existieren, sollte jede potentiell gefährliche, akustische Emission vor Inbetriebnahme in Form direkter Messungen an den bei uns betroffenen Arten getestet werden.

Derartige Messungen könnten nicht nur klare Aussagen hinsichtlich der potentiellen Schädigungsgefahr liefern sondern auch die anderen Aspekte beleuchten; sowohl Streßreaktionen der Tiere, Verhaltensreaktionen und auch die Maskierung könnten so näher untersucht werden.

Zusätzlich sollten die geplanten Baugebiete auf ihre Bedeutung für die Schweinswale und anderen marinen Säuger (Seehunde und Kegelrobben) hin untersucht werden.

6. Schlußfolgerungen

Im Zusammenhang mit der potentiellen Gefährdung von marinen Säugetieren durch die Errichtung von Offshore-Windkraftanlagen sind die folgenden Punkte von besonderer Bedeutung:

- Es kann durch den Bau von Offshore-Windparks zum Verlust wichtiger Habitats der Tiere kommen.
- Die Auswirkungen akustischer Emissionen sind bisher nicht quantitativ beurteilbar.
- Es muß von einer potentiellen Beeinträchtigung der Tiere ausgegangen werden.
- In vielfacher Hinsicht besteht noch erheblicher Forschungsbedarf.

7. Empfehlungen

Die Betrachtung der potentiellen Gefährdung mariner Säuger durch die Errichtung von Offshore-Windkraftanlagen führt zu den folgenden Empfehlungen:

- eine Umweltverträglichkeitsprüfung sollte bei Offshore-Anlagen auch im Unterwasserbereich vorgenommen werden.
- akustisches (Unterwasser-) Monitoring sollte verbindlicher Bestandteil dieser UVP werden.
- bei dem Einsatz schallintensiver Verfahren müssen Schutzmaßnahmen ergriffen werden, für den Dauerbetrieb der Anlagen müssen derartige Verfahren vollständig vermieden werden.
- Die Erforschung der möglichen Auswirkungen akustischer und elektromagnetischer Emissionen von Offshore-Windkraftanlagen auf marine Säuger muß intensiviert werden.

8. Literatur

Richardson, W.J., Greene, C.R.G. Jr., Malme, C.I. und Thomson, D.H., 1995: Marine Mammals and Noise. Academic Press, San Diego. 576 S.

Kontakt:

Klaus Lucke, Diplom Biologe
z. Zt. Forschungs- und Technologiezentrum Westküste, Universität Kiel
Hafentörn
25761 Büsum
Tel: 04834-604110
email: lucke@ftz-west.uni-kiel.de