Anlage 1a

Auswirkungen von Unterwasserlärm auf Schweinswale

1. Einführung „Unterwasserlärm“

Anthropogener Unterwasserlärm gilt heute als eine der Hauptbelastungen der Meeresumwelt. Geräusche werden im Wasser ca. 4,5-mal schneller übertragen als in der Luft. Dadurch werden sie aber auch weiter transportiert, und hierdurch hat eine Lärmbelastung im Wasser weitreichendere Auswirkungen als an Land.
Problematisch ist Unterwasserlärm vor allem für Meeressäugetiere, die mit Hilfe von Schall kommunizieren, navigieren und ihre Beute orten. Bei ihnen kann der Unterwasserlärm zu Stress und physischen Verletzungen führen, permanente oder temporäre Hörschwellenverschiebungen oder Verhaltensänderungen (z.B. Flucht, Meideverhalten, Unterbrechung der Nahrungsaufnahme) verursachen sowie die Kommunikation der Tiere behindern (Maskierung). Die Auswirkungen auf andere Tiergruppen (z.B. Fische und Benthos) sind bisher wenig erforscht. Allerdings mehren sich Untersuchungen zu Fischen, die Beeinträchtigungen durch Lärm belegen, sowohl im marinen wie im limnischen Bereich (vgl. Popper 2003, Radford et al. 2014).

Grundsätzlich können Impulsschall und kontinuierlicher Schall (Dauerschall) unterschieden werden.

Als **Impulsschall** wird ein einzelnes oder auch seriell auftretendes Schallereignis von sehr kurzer Dauer bezeichnet, das einen großen Anteil an Schwingungen höherer Frequenzen enthält.
Impulsive Geräusche werden bei der Rammung von Fundamenten für die Offshore-Windkraft, bei akustischen Untersuchungen des Meeresgrundes, bei Explosionen aber auch durch natürliche Ereignisse wie z.B. Blitze erzeugt. Explosionen zur Räumung von Minen erzeugen eine Schockwelle unter Wasser, die direkte Verletzungen bei den Tieren hervorrufen kann. Das ist abhängig von der Größe der gezündeten Ladung, aber auch von der Entfernung der Tiere von der Explosion. Die Rammgeräusche von Offshore-Windkraftanlagen können Schweinswale ebenfalls verletzen, ohne Einsatz von Schallminderungstechniken sind Fluchtreaktionen und Meideverhalten bis in über 20 km Entfernung von der Rammstelle nachgewiesen (Lucke et al. 2010; Tougaard et al. 2006).
Zur Beurteilung der Beeinträchtigung von Schweinswalen durch Impulsschall gibt es Lärmschutzwerte im „Konzept für den Schutz der Schweinswale vor Schallbelastungen bei der Errichtung von Offshore-Windparks in der deutschen Nordsee – Schallschutzkonzept“ (BMUB 2013). Sie besagen, dass nicht gegen das artenschutzrechtliche Verletzungs- und Tötungsverbot verstoßen wird, wenn in 750 m Entfernung von der Schallquelle ein Schallereignispegel (SEL) von 160 dB re 1µPa² s (ungewichtet) und einem Spitzenschalldruckpegel (SPLpeak-peak) von 190 dB re 1µPa nicht überschritten werden. Die Einhaltung der Lärmschutzwerte ist jahreszeitenunabhängig zu gewährleisten. Für Bereiche, in denen höhere Schall-

drücke auftreten, ist durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen, dass sich zum Zeitpunkt der Schallereignisse keine Tiere aufhalten. Gegen das artenschutzrechtliche Störungsverbot wird verstoßen, 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.
Die Lärmschutzwerte werden im Schallschutzkonzept auch herangezogen, um zu definieren, wann Unterwasserschall ein FFH-Gebiet erheblich beeinträchtigt.
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 µPa² s bzw. Spitzenschalldruckpegel (SPLpeak-peak) von 190 dB re 1 µPa in 750 m Entfernung vom Ort der Schallentstehung eingehalten wird (siehe oben).
Fachlich basieren die Lärmschutzwerte auf dem gegenwärtigen Wissensstand, nach dem impulshafte Schallereignisse mit einem Einzelereignis-Schalldruckpegel oberhalb von 164 dB re 1 µPa²s verbunden mit einem Spitzenpegel von 199 dB re 1 µPa bei Schweinswalen eine zeitweilige Hörschwellenverschiebung auslösen (Lucke et al. 2009). Eine Reaktion der Tiere ist allerdings schon bei geringerer Lärmbelastung zu erwarten. Ein exakter Schallgrenzwert dafür, ab wann bereits eine Störung vorliegt, kann zwar aufgrund wissenschaftlicher Erkenntnislücken momentan nicht festgelegt werden. Neueste Untersuchungen geben jedoch Grund zu der Annahme, dass eine Störung von Schweinswalen (Unterbrechung der Nahrungssuche) schon bei wesentlich niedrigeren Lärmwerten, etwa um 100 dB, erfolgt (Wisniewska et al. 2018) und dies, bei fortgesetzter Störung, zu einer Beeinträchtigung der Fitness der Schweinswale führt.

Dauerschall

Als kontinuierlicher Schall (Dauerschall) wird eine permanente Lärmbelastung bezeichnet. Kontinuierliche Geräusche werden z.B. durch die Schifffahrt, durch die Rotoren von Windenergieanlagen und durch viele weitere natürliche Quellen (Wellen, Sedimentbewegung, ...) erzeugt. Auch die Schifffahrt trägt dazu bei, dass der Hintergrundlärmpegel in den letzten Jahrzehnten angestiegen ist. Neben den internationalen Verkehren kam es in den Küstengewässern und der AWZ durch den Ausbau der Offshore-Windkraft zu einem deutlichen Anstieg der Verkehre durch Versorgungs-, Installations- und Sicherungsfahrzeuge. Diese oft schnellfahrenden Fahrzeuge mit schnelldrehenden Antrieben erzeugen Schalleinträge mit einem größeren Anteil von Emissionen im höherfrequenten Bereich. Die messtechnische Erfassung und Abgrenzung von anderen Signalen (auch natürlichen) ist dabei schwierig, zugleich ist von hoher Relevanz für die relevanten Arten auszugehen. Die verbreiteten Schiffsantriebe erzeugen tieffrequente Geräusche, die weit im Meer übertragen werden. Da es

besonders in Nord- und Ostsee sehr viele Schiffe gibt, sich die Signale überlagern und so die Kommunikation von vielen Tieren, besonders von Fischen und Bartenwalen, gestört werden kann, ist es wichtig Schiffe so zu bauen und zu betreiben, dass sie unter Wasser wenige Geräusche übertragen. Hier ist es wichtig, der Reduzierung von Schallemissionen bei der MSRL-Maßnahme ‘Kriterien und Anreizsysteme für umweltfreundliche Schiffe (UZ2-02) mehr Gewicht beizumessen und entsprechende Ergebnisse international zu kommunizieren und als Benchmark zu propagieren. Flankierend hierzu sind freie Flächen vorzusehen, die von Einträgen von Dauerschall möglichst freigehalten sind.

2. Maßnahmenprogramm des Bundes und der Länder nach der MSRL

Mit der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) hat die EU einen rechtsverbindlichen Rahmen geschaffen, innerhalb dessen die zugehörigen Mitgliedsstaaten die notwendigen Maßnahmen ergreifen, um einen guten Zustand der Meeresumwelt zu erreichen oder zu erhalten. Bund und Länder haben hierzu in 2016 einen Katalog von Maßnahmen beschlossen, das sog. Maßnahmenprogramm zum Meeresschutz in der deutschen Nord- und Ostsee. Die Handlungsschwerpunkte für den Zeitraum 2016-21 fokussieren auf Belastungsquellen im Meer, hierzu gehört auch die Reduzierung von Unterwasserlärm durch die Entwicklung und Anwendung von Lärmminderungsmaßnahmen, unterstützt u.a. durch die Etablierung von Lärmkartierung, Schallregister und biologischen Grenzwerten. Das Programm ist für die zuständigen Bundes- und Länderministerien bindend.

Als operative Umweltziele hinsichtlich des Unterwasserlärms wurden festgelegt, dass

- anthropogene Schalleinträge durch impulshafte Signale und Schockwellen zu keiner physischen Schädigung (z.B. einer temporären Hörschwellenverschiebung bei Schweinswalen) und zu keiner erheblichen Störung von Meeresorganismen führen, und
- Schalleinträge kontinuierlicher, insbesondere tieffrequenter Breitbandgeräusche keine räumlich und zeitlich nachteiligen Auswirkungen haben, wie z.B. signifikante (erhebliche) Störungen (Vertreibung aus Habitaten, Maskierung biologisch relevanter Signale,etc.) und physische Schädigungen auf Meeresorganismen.

Maßnahmen, die künftig dazu beitragen sollen, dass verbesserte Kenntnisse über die Auswirkungen von Impuls- und insbesondere Dauerschall erlangt und angewandt werden, betreffen

- die Ableitung und Anwendung von biologischen Grenzwerten für die Wirkung von Unterwasserlärm auf relevante Arten,
- Aufbau eines zentralen Schallregisters zur Identifizierung von Belastungsschwerpunkten,
- Lärmkartierung der deutschen Meeresgebiete (permanentes Messnetz) und
- Entwicklung und Anwendung von Lärmminderungsmaßnahmen (insbes. für Schutzgebiete, FFH-Arten).

Das zentrale Schallregister beim BSH ist inzwischen etabliert und berichtet fortlaufend in das beim ICES gemeinsam für die Konventionsgebiete von OSPAR und HEL-

COM eingerichtete transnationale Schallregister. Über die Daten von Rammschall-ereignissen heraus wird die Bereitstellung von Daten der Bundeswehr zum Einsatz von Sonaren vorbereitet.
Mit dem transnationalen Projekt ‚JOMOPANS' (https://northsearegion.eu/jomopans/) wird an der Operationalisierung eines gemeinsamen Monitoring-Programmes für Umgebungsschall (Dauerschall) gearbeitet, welches u.a. erlauben soll, Maßnahmen zur Reduzierung der Schallbelastung zu bewerten. Im Rahmen des Projektes werden in vorhergehenden Projekten etablierte Messstationen weiter betrieben und die Datengewinnung und -bereitstellung optimiert.
Wie im Bericht zum Zustand der deutschen Nordseegewässer 2018 bereits ausge-führt, wurden erhebliche Fortschritte bei der praktischen Anwendung und dem Erfolg von Schallminderungsmaßnahmen bei Gründungsarbeiten für OWPs erzielt.

Quellen:

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) (2013): Konzept für den Schutz der Schweinswale vor Schallbelastungen bei der Errichtung von Offshore-Windparks in der deutschen Nordsee (Schallschutzkonzept).

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.

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.

Popper, Arthur N. (2003): Effects of Anthropogenic Sounds on Fishes, Fisheries, 28:10, 24-31, DOI: 10.1577/1548-8446(2003)28[24:EOASOF]2.0.CO;2

Radford, Andrew & Kerridge, Emma & Simpson, Stephen. (2014). Acoustic communication in a noisy world: Can fish compete with anthropogenic noise?. Behavioral Ecology. 25. 1022-1030. 10.1093/beheco/aru029.

Wisniewska, Danuta Maria; Mark Johnson; Jonas Teilmann; Ursula Siebert; Anders Galatius; Rune Dietz und Peter Teglberg Madsen (2018): High rates of vessel noise disrupt foraging in wild harbour porpoises (Phocoena phocoena), in: Proceedings of the Royal Society B 285: 20172314, URL: https://doi.org/10.1098/rspb.2017.2314

3. Zusammenfassung aktueller Publikationen zum Thema

Publikation:
Danuta Maria Wisniewska, Mark Johnson, Jonas Teilmann, Laia Rojano-Doñate, Jeanne Shearer, Signe Sveegaard, Lee A. Miller, Ursula Siebert, Peter Teglberg Madsen (2016): Ultra-High Foraging Rates of Harbor Porpoises Make Them Vulnerable to Anthropogenic Disturbance, in: Current Biology, Volume 26, Issue 11, 6 June 2016, Pages 1441-1446, URL: https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.03.069

Zum Hintergrund:
Bei den meisten marinen Arten, insbesondere Meeressäugetieren, kann die Nahrungssuche nur schwer durch direkte Beobachtung erfasst werden. Im Vergleich zu terrestrischen Arten sind marine Arten stärker auf ausreichend große Nahrungsverfügbarkeit angewiesen, weil die Thermoregulation im Wasser mehr Energie benötigt als bei vergleichbar großen landbasierten Arten. Dies gilt insbesondere für kleinere Walarten, die auf eine hohe Nahrungsverfügbarkeit angewiesen sind und damit besonders empfindlich auf ökosystemare Veränderungen reagieren. Der Schutz mariner Arten hängt von detaillierten Informationen über die Biologie und das Verhalten der Tiere, u.a. ihr Nahrungssucheverhalten, ab.

Methodisches Vorgehen:
Die Autoren haben das Verhalten von Schweinswalen (*Phocoena phocoena*) bei der Nahrungssuche mithilfe von hochauflösenden Geräusch- und Bewegungssensoren untersucht, die auf den Rücken von fünf Tieren angebracht wurden. Die Sensoren zeichneten die Klicklaute und die Bewegung der Schweinswale sowie die Umgebungsgeräusche über 15-23 Stunden auf.

Ergebnisse der Studie:
- Schweinswale sind fast durchgehend am Tag und in der Nacht mit einer Zahl von bis zu 550 Fangversuchen pro Stunde mit der Nahrungssuche beschäftigt. Sie jagen vor allem kleinere Fischarten (3-10 cm) mit einer Erfolgsrate von über 90 %.
- Diese bejagten, kleineren Fischarten überschneiden sich kaum mit den kommerziell gefischten Arten.
- Gerade weil es sich bei den Zielarten des Schweinswals um kleinere Fischarten handelt, ist eine kontinuierliche Nahrungsaufnahme notwendig, um den Stoffwechsel auf einem ausreichenden Level zu halten.
- Das bedeutet, dass für die Schweinswale bereits moderate anthropogene Störungen in den vielbefahrenen Flachwasserbereichen, die sie mit dem Menschen teilen, schwere Auswirkungen auf die Fitness haben können – sowohl auf Individuums- als auch auf Populationsebene.

Publikation:
Danuta Maria Wisniewska, Mark Johnson, Jonas Teilmann, Ursula Siebert, Anders Galatius, Rune Dietz und Peter Teglberg Madsen (2018): High rates of vessel noise disrupt foraging in wild harbour porpoises (*Phocoena phocoena*), in: Proceedings of the Royal Society B 285: 20172314, URL: https://doi.org/10.1098/rspb.2017.2314

Zum Hintergrund:

- Zahnwale sind im Rahmen ihrer Kommunikation, Navigation und Futtersuche mittels Echo-Ortung auf Schall angewiesen.
- Der zunehmende Unterwasserlärm, der von menschlichen Aktivitäten ausgeht, kann diese Ortung stören und so negative Auswirkungen auf die Wale haben.
- In der Vergangenheit wurden vor allem die Auswirkungen von Impulsschall auf Meeressäuger wissenschaftlich untersucht. Zu den Auswirkungen von Schiffsverkehr gibt es bisher vergleichsweise wenige Erkenntnisse. Jedoch wurde kürzlich herausgefunden, dass Schiffe erhebliche Lärmlevel verursachen, und dass auch in sehr hohen Frequzenzbereichen, die von Schweinswalen selbst genutzt werden bzw. die sie wahrnehmen können.
- Die Datenlage ist bisher nicht ausreichend, allerdings wurde beobachtet, dass Schweinswale auf Schiffe reagieren, die 800-1000 m von ihnen entfernt waren, d.h. die Entdeckungs- bzw. Wahrnehmungsdistanz ist relativ hoch.

These:
Gerade Schweinswale, die ein breites Frequenzspektrum zur Kommunikation nutzen, werden im Gegensatz zu Meeressäugern, die nur im tieffrequenten Bereich hören und kommunizieren, durch Schiffsgeräusche gestört. Schweinswale, die in kalten Gewässern leben und daher eine sehr hohe Beutesuchrate haben (vgl. Wisniewska et al. 2016), sind wahrscheinlich besonders anfällig für Störungen.

Methodisches Vorgehen:
Für die vorliegende Untersuchung wurden sieben Schweinswale mit Schall- und Bewegungsrekordern/-sensoren versehen, um so die Beutesuchrate in Abhängigkeit von auftretendem Schiffslärm zu erfassen.

Ergebnisse:

- Im Ergebnis sind die Schweinswale 17-89 % der Zeit Schiffslärm ausgesetzt. Die Nahrungssuche wurde bei starker Lärmbelastung ausgesetzt, was nachteilige Effekte insbesondere auf die Populationen in industrialisierten und damit stark befahrenen Gewässern haben kann.
- Schweinswale sind in diesen stark befahrenen Küstengebieten immer wieder Schiffslärm ausgesetzt. Die meisten Schallbelastungen haben ein geringes Level; gelegentliche hohe Belastungen mit schnellem Einsetzen treten auf, wenn Schiffe dicht an Schweinswalen vorbeifahren oder mit hohen Geschwindigkeiten. Beobachtete Reaktion sind energisches Fluken und Abtauchen, unterbrochene Nahrungssuche und sogar das Einstellen der Echo-Ortung.