

## Abendliche Radtour über 25 Kilometer

**Eckernförde** – Zu einer abendlichen Radtour ins Eckernförder Umland lädt die Arbeitsgemeinschaft „Wandern/ Radfahren/ Dit un Dat“ der Heimatgemeinschaft Eckernförde am Dienstag, 23. Juni, ein. Die Strecke ist etwa 25 bis 30 Kilometer lang. Start ist um 18 Uhr am Brunnen vor der Stadthalle. Weitere Informationen erteilt Jürgen Kliefoth unter © 04351/44121.

## „4 Elements Challenge“: WSA will nächste Woche entscheiden

Wasser- und Schifffahrtsamt Lübeck untersucht verkehrliche Folgen / Umweltministerium prüft Auswirkungen auf den Artenschutz und FFH-Gebiete

**Eckernförde/gk** – Das Wasser- und Schifffahrtsamt (WSA) Lübeck wird in der kommenden Woche über die Genehmigung der „4 Elements Challenge“ entscheiden. Das teilte Sprecher Mathias Fiege auf EZ-Anfrage mit. Der Veranstalter, Tauchschulbetreiber

Oliver Wolf aus Kiel, habe zwischenzeitlich den Antrag gestellt sowie detaillierte Auskünfte über die Veranstaltung gegeben. Wie Fiege sagte, seien für das WSA ausschließlich verkehrliche Fragen relevant. Wie bereits berichtet, wäre eine Genehmigung nur dann zu versä-

gung, wenn die „Sicherheit und Leichtigkeit“ von Schiffen beeinträchtigt wäre. Nach Kenntnis Fieges habe der Veranstalter auch versichert, FFH-Gebiete zu meiden. Die Prüfung der Umweltbelange fällt in die Zuständigkeit des Ministeriums für Landwirtschaft,

Umwelt und ländliche Räume. Das Ministerium prüft die Veranstaltung auch hinsichtlich des Artenschutzes für Schweinswale sowie mögliche negative Auswirkungen für Fauna-Flora-Habitat-Gebiete (Natura 2000, ein europaweites Netz aus zusammenhängenden

Schutzgebieten) zu prüfen. Auch dort ist noch keine Entscheidung gefallen. Gestern Abend hat sich die Kreistagsfraktion der Grünen in Eckernförde kritisch zu der geplanten „4 Elements Challenge“ geäußert (wir berichten in unserer morgigen Ausgabe).

Veranstalter Wolf plant am 4. Juli in der Eckernförder Bucht und der Kieler Innenförde eine GPS-geführte Schnitzeljagd über und unter Wasser. Vier mit 250 PS motorisierte Schlauchboote fahren 16 Taucher von Schiffswrack zu Schiffswrack.

# „Eine unerträgliche Belastung für alle Lebewesen“

Exklusiv für die Eckernförder Zeitung nimmt der Wasserschall-Experte Berthold Werner Stellung zu den Folgen der umstrittenen „4 Elements Challenge“ für die Tiere in der Ostsee. Werner lehnt die Veranstaltung strikt ab. Das Gespräch führte Gernot Kühl.

Herr Werner, Sie sind einer der wenigen Experten auf dem Gebiet des Unterwasserschalls. Wie bewerten Sie die geplante „4 Elements Challenge“?

**Berthold Werner:** Der Veranstalter beschreibt sein Vorhaben im Internet mit folgenden Worten: „Die 4 Elements Challenge, das ultimative High-Speed Erlebnis, bei dem du in einem Team mit drei weiteren Teilnehmern und einem weiteren professionellen ortskundigen Fahrer in vier Schlauchbooten, professionelle Offshore-RIBs, mit bis zu 35 Knoten - vor vier Wochen stand dort noch 50 Knoten - über das Wasser jagst, an verschiedenen Wracks unter Wasser die GPS-Koordinaten zum nächsten Anlaufpunkt finden musst und mit Sicherheit bis an deine Belastungsgrenze kommst“. Also eine Art von Schnitzeljagd. Viele fragen sich, wie können die normalerweise naturfreundlichen Taucher gleichzeitig die Natur missachtende Offshore-RIBs Raser sein?

Ich denke, für die sachliche Diskussion des Themas ist die Kenntnis des Unterwasserschalls dringend erforderlich. Meine 40-jährige Berufstätigkeit als Ingenieur in der Messwertfassung, der Analyse, der Bewertung und der Dokumentation von Unterwassergeräuschen brachte es mit sich, den weltweiten Unterwasserlärm der großen Anzahl von Geräuschverursachern selbst zu hören und im gesamten Pegelbereich sowie im Frequenzbereich zu analysieren. So gesehen teile ich wie kaum ein anderer diese Hörerlebnisse mit den Bewohnern der Meere.

Können sie den Wasserschall beschreiben?

Es gibt nur sehr wenig verständliche Literatur über das akustische Teilgebiet Unterwasserschall. Die physikalische Akustik befasst sich mit mechanischen Druck-Dichteschwingungen in materiellen Medien. Das Auftreten von Schall ist an die Existenz von Materie gebunden. Je nach Beschaffenheit des Mediums, in dem sich der Schall ausbreitet, wird unterschieden zwischen Luftschall, Körperschall und Flüssigkeitsschall mit dem Teilgebiet Wasserschall. Die Schallgeschwindigkeit im Meer liegt zwischen 1450 und 1540 Metern pro Sekunde und ist damit fast fünfmal größer als in der Luft. Sie verändert sich mit der Temperatur, dem Salzgehalt und der Tiefe.

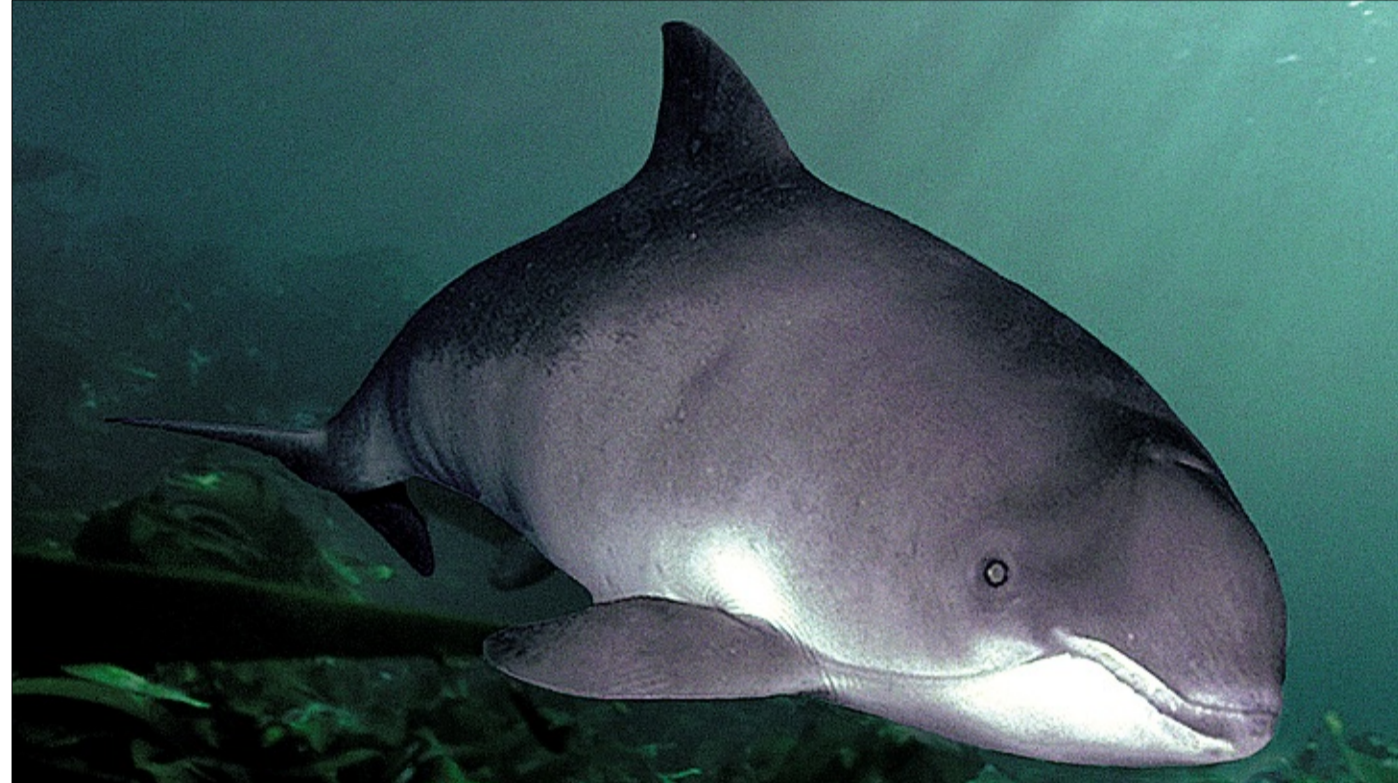
Welche Geräuschquellen erzeugen den Lärm in den Meeren?

Die von Schiffen, von Boo-

ten mit leistungsstarken Außenbordmotoren, von Luftkissenbooten (Hovercrafts), von niedrig fliegenden Flugzeugen und Hubschraubern, von „off shore“ Windkraftanlagen und Förderplattformen für Erdgas und Erdöl, von aktiven Sonar-Anlagen, von Echoloten, von Luftkanonen in der Seeseismik, beim Bau von Hafenanlagen durch Rammstöße und von schnellen Fähren mit Wasserstrahlantrieben in das Wasser abgestrahlten Geräusche haben einen sehr breiten Frequenzbereich. Zudem sind sie im Pegelbereich so gewaltig, dass nur die Bezeichnung „Unterwasserlärm“ die Situation treffend beschreibt. Dagegen sind die durch Seegejang, lange Dünung im Strandbereich, Regen, Hagel, Reibung von Korallen, Tidenhub und Strömung erzeugten Unterwassergeräusche weitaus geringer. Die Gesamtheit der vorher genannten Geräuschquellen überdeckt den Frequenzbereich von einigen Hertz bis über 100 kHz hinaus.

In welchen Frequenzbereichen werden denn die Lebewesen durch Unterwasserlärm belastet?

Bekanntlich gibt es für das menschliche Ohr im Hörbereich von etwa 20 Hz bis 20



Die Schweinswale sind ganzjährig geschützt und stehen unter Artenschutz. Sie sind besonders geräuschempfindlich. Foto: arco digital images

wasserlärm gegeben.

Schweinswale sind im Frequenzbereich unter etwa 1000 Hz schwerhörig. Deshalb sind die Unterwassergeräusche vieler Schiffe mit Geräusch-Schwerpunkten unterhalb 1000 Hz und mit nicht kavitierenden Propellern für ihn keine Lärmbelastung. Ganz anders sieht es bei den RIBs (Festrumpfschlauchbooten) mit 250 PS starken Außenbordmotoren aus.

Wie sind die beim Betrieb von Außenbordmotoren in das Wasser abgestrahlten Geräusche im Frequenz- und Pegelbereich?

Für den Unterwasserlärm -

schon Zündfolge bewirkt die Zündfolgefrequenz pro Zylinder. Die Zündfolgefrequenz aller Zylinder errechnet sich durch Multiplikation mit der Anzahl der Zylinder. Sie ist meistens im Pegel besonders stark ausgeprägt. Abhängig von der Motordrehzahl liegen die Frequenzen im Bereich von 10 Hz bis 500 Hz. Diese Frequenzen sind natürlich auch im Abgas. Um die Belästigung durch Luftschall und Abgasgeruch zu verhindern, wird der Auspuff fast immer unter Wasser gefahren. Der Auspuff wird zum Unterwasserlautsprecher. Hersteller werben: „Der Propellerabgasauspuff versenkt

le. Die Frequenzen mit den zugehörigen Harmonischen liegen im Bereich von etwa 300 Hz bis 5000 Hz. Das Geräusch ähnelt dem einer Kreissäge. Alle Frequenzen steigen proportional mit der Wellendrehzahl.

3. Der Propeller mit zwei, drei oder vier Flügeln: Propeller erzeugen die Propellerdrehfrequenz und die Propellerflügel-drehfrequenz. Alle Frequenzen ändern sich proportional mit der Wellendrehzahl. Sie beginnen als Einzeltöne bei einigen Hertz bis etwa 200 Hz. Bei vorrangig auf Schub ausgerichteten Propellern, hohen Drehzahlen, großem Schub, rauen Propellerblättern, Pockenbewuchs und Beschädigungen an den Propellerblättern setzt Propeller-Kavitation ein. Es bilden sich Luft- und Dampfblasen, die kurz nach der Entstehung wieder implodieren. Dabei entsteht ein stark ausgeprägtes prasselndes Geräusch im Frequenzbereich von etwa 100 Hz bis über 100 kHz hinaus. Zu den vorher beschriebenen Linienspektren kommt ein breitbandiges Rauschspektrum. Propellerhersteller und Schiffsbauer sprechen oft erst von Kavitation, wenn am Propeller Materialabtrag stattgefunden hat. Die „Kavitationsakustik“ beginnt schon viel früher, wenn am Propeller noch keine Merkmale erkennbar sind. Besonders stark sind Kavitationsgeräusche beim Beschleunigen, Aufstoppen sowie im Drehkreis bei hoher Geschwindigkeit. Ab etwa 20 Knoten Geschwindigkeit und Motorleistungen größer 40 PS ist bei akustisch nicht optimierten Propellern Kavitation nicht zu vermeiden.

4. Das Trägerboot als Schlauchboot oder RIB (Rigid Inflatable Boat = Festrumpfschlauchboot): Das Aufschlagen des Bootskörpers bei schneller Fahrt und Seegang ab etwa Stärke 2 bewirkt kurzzeitige Impulsschallpegel hoher Intensität. Die Frequenzanalyse zeigt ausgeprägte Pegel im hohen Frequenzbereich. In Japan werden Zahnwale, zu dieser Gruppe gehört auch der Schweinswal, durch das Aufschlagen mit Eisenstangen auf die Wasseroberfläche in Panik versetzt und zum schnellen Auftauchen mit Folgen ähnlich der Taucherkrankheit gezwungen.

Daraus ergibt sich: Der beim Betrieb von Außenbordmotoren in das Wasser abgestrahlte Lärm beinhaltet ausgeprägte Spektrallinien im Frequenzbereich von einigen Hertz bis zu etwa 5 kHz. Im höheren Frequenzbereich, ergibt sich bei Propellerkavitation ein Rauschspektrum mit deutlichen Pegeln bis über 100 kHz hinaus. Die Impulsschallpegel beim Aufschlagen des Trägerbootes verstärken den hochfrequenten Geräuschanteil.

Wie groß ist die Belastung der Schweinswale durch Unterwasserlärm bei der geplanten „4 Elements Challenge“?

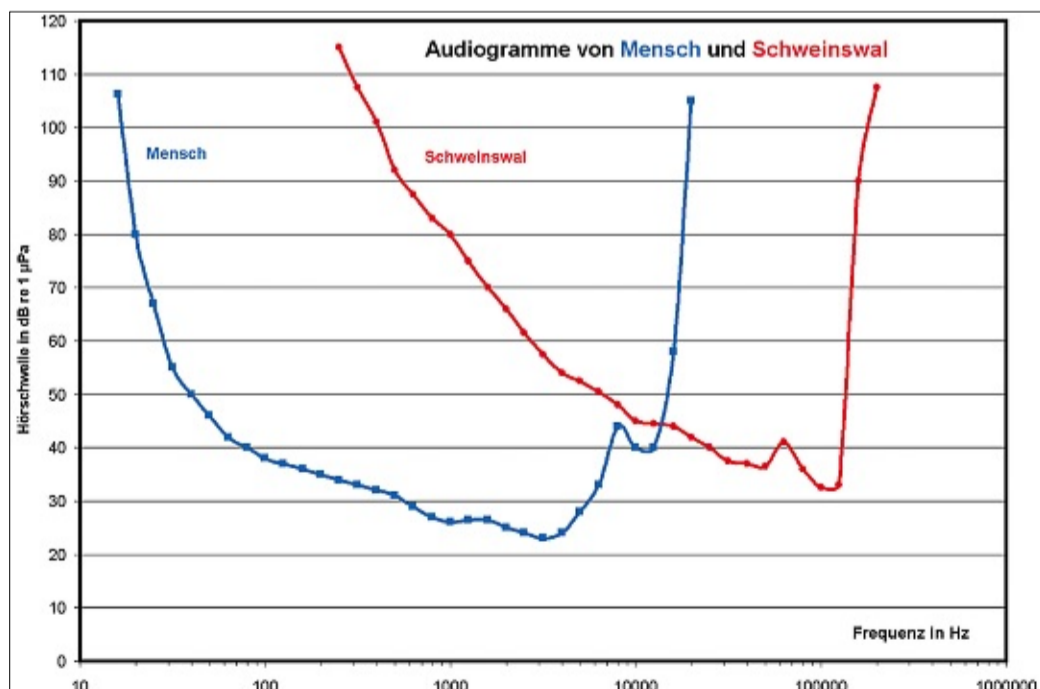
Zur Bestimmung der Belastung von Schweinswalen durch Unterwasserlärm von RIBs mit Außenbordmotoren ist die Kenntnis des Audiogramms eines Schweinswals notwendig. Der Schweinswal ist im Frequenzbereich unter etwa 1 kHz schwerhörig. Er hat in den Frequenzbereichen 3 kHz bis 14 kHz und insbesondere im Bereich um 100 kHz ein sehr empfindliches Hörvermögen. Den Bereich um 10 kHz nutzt er zur Kommunikation mittels Verständigungslaute. Für die Jagd erzeugt er durch das Zusammenschlagen von Kieferknochen sogenannte Klicks, die Frequenzen um 100kHz beinhalten. Mit Hilfe seines biologischen Sonars erstellt er sich so ein Hörbild seiner Umgebung. Die vorher genannte akustische Signatur der RIBs mit leistungsstarken Außenbordmotoren bewirkt erhebliche Schalldruckpegel in den beiden genannten Frequenzbereichen. Als Folgen sind zu nennen temporäre oder permanente Hörschwellenverschiebung. Das schnelle Auftauchen der in Panik geratenen Schweinswale bewirkt die Bildung von Gasblasen im Blut, die zur Zerstörung der Blutadern führen können, bei Menschen als Taucherkrankheit bekannt.

Darf ihres Erachtens eine Veranstaltung wie die „4 Elements Challenge“ in der Ostsee jemals stattfinden?

Nein und nochmals nein. Es wäre eine unerträgliche Belastung für alle Lebewesen im Wasser. Wenn es unbedingt sein muss, dann nur in „toten Gewässern“.

Gestatten sie mir die Schilderung eines hoffentlich nicht Wirklichkeit werdenden Traumes: Durch mein geliebtes Goosefeld fahren zehn Panzer mit Höchstgeschwindigkeit und abgestemtem Schalldämpfer. Sie werden nicht weit kommen und bald gestoppt. Dem Veranstalter droht ein Verfahren mit Strafe und Schadensersatzansprüchen.

Die durchgeführte „4 Elements Challenge“ hinterlässt eine die Natur missachtende und für viele Lebewesen völlig überflüssige, tödliche Spur in der Ostsee.



Audiogramme von Mensch und Schweinswal: Je kleiner die Hörschwelle-Werte sind, umso besser ist das Hörvermögen bei der jeweiligen Frequenz. Grafik: Werner

kHz zwei frequenzabhängige Schalldruckpegelverläufe, die Hörschwelle und Schmerzschwelle genannt werden. Geräusche unter etwa 20 Hz und über etwa 20 kHz nehmen Menschen nicht wahr. Ähnliche Grenzkurven werden in der Fachliteratur für Meeressäuger und unterschiedliche Fischarten angegeben. Erst wenn der pegelstarke Frequenzbereich der Lärmquelle in den Hörbereich / Empfindungsbereich der Lebewesen fällt, ist eine Belastung durch Unter-

ganz bewusst wechsele ich von Geräusch zu Lärm - sind die vier im Einzelnen beschriebenen dominierenden Lärmquellen zu nennen; der Antriebsmotor, das Untersetzungs- und Winkelgetriebe, der Propeller und das Trägerboot. Für eine große Geschwindigkeit ist großer Schub notwendig, der aber bei kleinen Propellerdurchmessern nur durch große Wellendrehzahlen bewirkt werden kann.

1. Der Antriebsmotor: Der harte Schlag der periodi-

das Motorgeräusch ins Wasser“. Weiterhin gelangen die Frequenzen über die Antriebswelle, die Motor-Aufhängung und die Motor-Verkleidung ins Wasser.

2. Das Untersetzungs- und Winkelgetriebe: Getriebe erzeugen eine Zahneingriffsfrequenz. Sie errechnet sich aus der Wellendrehzahl multipliziert mit der Zahnzahl des Zahnrades. Das Winkelgetriebe ist unter Wasser. Es verbindet die meistens senkrechte Motorwelle mit der waagerechten Propellerwelle.

### Berthold Werner

Diplom-Ingenieur, Elektrotechnik, Jahrgang 1939. Nach einer Tätigkeit im Entwicklungslabor für elektronische Wegmesseinrichtungen bei der Firma BBC in Mannheim ging Werner am 1965 zur damaligen Erprobungsstelle 71 der Bundeswehr, heute WTD 71. Mit Beendigung des 65. Lebensjahres ging er in den Ruhestand. In den 39 Jahren hat Werner ausschließlich Aufgaben aus dem Bereich Wasserschall bearbeitet; von der Messwertfassung, der Analyse, der Bewertung bis zur Berichterstattung. Die Messaufgaben führten ihn in die USA, Kanada, Malaysia, Griechenland, Norwegen, Schweden, Niederlande, Italien und Frankreich. Die Aufgaben waren militärischer Art und auch im Rahmen von Amtshilfeersuchen für deutsche Forschungsschiffe wie der „Polarstern“ sowie Erprobungen und Unterstützungsleistungen für deutsche Werften.

