



Forschungsverbund MINOS*plus*- Weiterführende Arbeiten an Seevögeln und Meeressäugern zur Bewertung von Offshore - Windkraftanlagen

Teilvorhaben TP6 – „Seehunde in See“ – Untersuchungen zur räumlichen und zeitlichen Nutzung der Nordsee durch Seehunde im Zusammenhang mit der Entwicklung von Offshore-Windenergieanlagen

Schlussbericht

November 2007

Berichtszeitraum: 01.06.2004 – 31.11.2007

Laufzeit 1.6.2004 – 31.3.2008

Das dem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit unter dem Förderkennzeichen 0329946D gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt der Veröffentlichung liegt bei dem Autor / den Autoren.

Zuwendungsempfänger	Förderkennzeichen
Prof. Dr. Dieter Adelung, Leibniz-Institut für Meereswissenschaften	0329946 D





Telemetrische Untersuchungen zur räumlichen und zeitlichen Nutzung des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres und des angrenzenden Seegebietes durch Seehunde (*Phoca vitulina vitulina*) in Hinblick auf die Errichtung von Offshore-Windparks

D. Adelung¹ und G. Müller¹

unter Beteiligung von

S. Tougaard² und J. Tougaard³

¹IFM-GEOMAR, Leibniz-Institut für Meereswissenschaften an der Universität Kiel
Düsternbrooker Weg 20, 24105 Kiel

² Svend Tougaard, Fiskeri- og Søfartsmuseet, Esbjerg, DK

³ Jakob Tougaard, National Environmental Research Institute, Roskilde, DK



Inhaltsverzeichnis

1	Kurze Darstellung zu:	6
1.1	Aufgabenstellung	6
1.2	Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	6
1.3	Planung und Ablauf des Vorhabens	6
1.4	Material und Methode	7
1.4.1	Geräte	7
1.4.1.1	Der Fahrtenschreiber	8
1.4.1.2	IMASEN (InterMandibularAngleSEnSor = Kiefer-Sensor)	10
1.4.1.3	Timer	11
1.4.1.4	Satellitensender	12
1.4.1.5	Abdichtung und Abschirmung	12
1.4.1.6	Auftriebskörper und Basisplattform	12
1.4.1.7	Geräteprogrammierung	13
1.4.2	Anbringung der Geräte	13
1.4.2.1	Fang und Ruhigstellung der Seehunde	13
1.4.2.2	Gerätebefestigung	14
1.4.2.3	Tierschutzaspekte	14
1.4.3	Ausrüstungsaktionen	15
1.4.3.1	Standorte	15
1.4.3.2	Termine	16
1.4.4	Datenauswertung	16
1.4.4.1	Berechnung der 3D-Routen	16
1.4.4.2	Areal-Interessen-Index (All)	17
1.4.4.3	Satellitendaten	17
1.4.4.4	Tauchanalyse	18
1.4.4.5	IMASEN-Daten	18
1.5	Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde	18
1.6	Zusammenarbeit mit anderen Stellen	19
2	Eingehende Darstellung	19
2.1	Erzielte Ergebnisse	19
2.1.1	Datengrundlage	19
2.1.2	Gebietsnutzung	20
2.1.2.1	Liegeplätze	20
2.1.2.2	Beutezugdauer	22
2.1.2.3	Routen	24
2.1.2.4	Tauchdaten	28
2.1.2.5	All	31
2.1.2.6	Fressverhalten	33



2.2	Eingehende Darstellung des voraussichtlichen Nutzens, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans	34
2.3	Eingehende Darstellung des während der Durchführung des Vorhabens aus dem ZE bekannt gewordenen Fortschritts auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen.....	37
2.4	Eingehende Darstellung der erfolgten oder geplanten Veröffentlichungen des Ergebnisses	41
3	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	41
4	Danksagung	42
5	Veröffentlichungen/Präsentationen.....	43
6	Literaturverzeichnis	44
7	Anhang.....	47

1 Kurze Darstellung zu:

1.1 Aufgabenstellung

Die wichtigsten Ziele der Untersuchung waren:

- Die Datengrundlage der bisherigen Erkenntnisse bezüglich der Bewegungen, Aufenthaltsorte und des Tauchverhaltens von Seehunden (*Phoca vitulina vitulina*) im Schleswig-Holsteinischen und Dänischen Wattenmeer und um Helgoland zu erweitern.
- Mögliche Überlappungen zwischen dem Nutzungsgebiet der Seehunden und den geplanten Standorten von Offshore-Windparksanlagen zu identifizieren.
- Mögliche Änderungen im Verhalten der Seehunde während der Bauphase und dem Betrieb von Offshore-Windparksanlagen zu untersuchen.

1.2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Wie im Vorgängerprojekt MINOS wurde die Koppelnavigation (Wilson et al. 1993, Mitani et al. 2003, Liebsch et al. 2006) in Kombination mit Satellitensendern (Wilson et al. 2002) als bewährte Methode für eine generelle Bestimmung der Aufenthaltsorte sowie der Bewegungen von Seehunden auf See eingesetzt. Sie liefert gleichzeitig sehr detaillierte Informationen zum Tauchverhalten der Tiere und erlaubt damit auch Aussagen zum Verhalten der Tiere auf See.

1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Zur Verstärkung der Datenbasis wurden die bereits im Vorgängerprojekt hauptsächlich untersuchten Seehunde auf der regelmäßig von mehreren hundert Seehunden besuchten Sandbank Lorenzenplate weiterhin untersucht. Zusätzlich wurden in Kooperation mit unseren dänischen Kollegen vom Fisheries and Maritime Museum in Esbjerg und dem National Environmental Research Institute (NERI) in Roskilde die Ausrüstungsaktionen auf Rømø intensiviert. Dies ermöglicht einen direkten Vergleich des Verhaltens von Seehunden von zwei unterschiedlichen Standorten im Wattenmeer. Außerdem befindet sich in der Nähe von Rømø die dänische Offshore-Windkraftanlage „Horns Rev“. Diese war bereits früher Ziel der dänischen Kollegen, um ihre ökologische

Verträglichkeit für Robben (Tougaard et al. 2003, 2006) zu untersuchen. Mit Hilfe unserer neueren Technologie sollten die Erkenntnisse der dänischen Kollegen bezüglich des Verhaltens der Seehunde in der Nähe dieser Anlage überprüft und erweitert werden.

Als dritter Standort wurde die Hochseeinsel Helgoland hinzugenommen, um das Verhalten von Seehunden zu untersuchen, die sich bereits ausserhalb des Wattenmeeres und somit in tieferen Gewässern befinden.

Das Ziel, das Verhalten von Seehunden parallel zum Bau von Windkraftanlagen zu erforschen, konnte leider nicht erfüllt werden, da anders als geplant der Baubeginn deutscher Anlagen bis heute nicht stattfand.

Um die Ziele zu erreichen, wurden in Abhängigkeit nach Möglichkeit jeweils acht Seehunde im Frühjahr und Herbst an den drei genannten Standorten gefangen und mit den weiter unten beschriebenen telemetrischen Messeinheiten ausgerüstet. Geplant war, dass diese sich dann nach etwa drei Monaten von den Tieren ablösen und nach ihrem Auffinden die abgespeicherten Daten ausgelesen und ausgewertet werden sollten. Witterungsbedingt ergaben sich insbesondere zum Herbst hin z. T. erhebliche zeitliche Verschiebungen. Auch war es des Öfteren nicht möglich, die vorgesehene Zahl von Tieren zu fangen und auszurüsten.

1.4 Material und Methode

1.4.1 Geräte

Das auf den Seehunden eingesetzte Gerätesystem besteht, abhängig von der Jahreszeit und dem Geschlecht der Tiere, aus bis zu vier Einzelgeräten (Abb. 1), die sich in einem Auftriebskörper befinden. Der Auftriebskörper wird mittels einer Neoprenbasis oder -hülle auf dem Rücken des Seehundes befestigt. Die einzelnen Geräte entsprechen prinzipiell denen aus dem vorangegangenen MINOS Projekt. Aufgrund der dort gewonnenen Erkenntnisse wurden die meisten Geräte jedoch – wie im Folgenden dargestellt – auf verschiedene Weise verbessert.



Abb. 1: Die Geräte des satelliten-gestützten Fahrtenschreibersystems: 10-Kanal Fahrtenschreiber (A), Kiefersensor (B), SPOT 3/4 Satellitensender (C) und Auftriebskörper (D). Maße siehe Text.

1.4.1.1 Der Fahrtenschreiber

Der Fahrtenschreiber der Fa. Driesen und Kern, Bad Bramstedt, (73x80x27 mm, 105 g, Abb. 1A) besteht aus einem Datenspeicher mit 10 Kanälen. Die Größe des Flash-RAM Speichers (16-Bit Auflösung) wurde von 8 MB auf 32 MB erhöht. In Kombination mit dem Wegfall von zwei der ursprünglich 12 Kanäle konnte die Aufzeichnungsdauer bei einer standardmäßigen Taktung von fünf Sekunden von 23 auf 94 Tage verlängert werden. Das Titanbatteriegehäuse wurde durch ein Gehäuse aus Delrin ersetzt, in das eine Steckverbindung für zwei in Serie gelötete 3,6V Lithiumbatterien (Sonnenschein, D) eingefügt wurde. Dadurch wurde ein sicherer Kontakt zwischen der Batterie und dem Fahrtenschreiber gewährleistet. Der Fahrtenschreiber wurde mitsamt Infrarot-Schnittstelle und Batteriegehäuse in Kunstharz (Glosscoat NL, Vosschemie, D) eingegossen. Um einen Wassereintritt zu verhindern, wurden die Batteriegehäuse nach dem Einsetzen der Batterie mit Silikonöl gefüllt und mit ein wenig Überdruck verschlossen. Aufgrund des vergrößerten Speichers wurde die Übertragungsrate zwischen Fahrtenschreiber und PC von 57600 auf 115200 Baud erhöht.

Die Taktrate des Fahrtenschreibers konnte zwischen 7 Hz und 24 Stunden frei gewählt werden und betrug hier bis auf zwei Ausnahmen fünf Sekunden. Die Vorlaufzeit (Zeit bis zum Start des Fahrtenschreibers) wurde von 24 Stunden auf ein Jahr erhöht, wodurch die Arbeiten bezüglich der Programmierung und der Abdichtung erheblich erleichtert wurden.

Die 10 Kanäle des Fahrtenschreibers waren mit folgenden Sensoren verbunden:

1. Tiefe: Diese wird durch einen mediumgetrennten 10 bar Drucksensor (Keller, D) gemessen, der über einen Geräte-internen Temperatursensor (s.u.) in Bezug auf mögliche Temperatureffekte korrigiert wird. Als nominelle Genauigkeit wird eine Auflösung von unter 2 cm Wassertiefe angegeben.
2. Geschwindigkeit: Diese wird ebenfalls durch einen 10 bar Drucksensor (Keller, D) erfasst, der über den Geräte-internen Temperatursensor (s.u.) auf mögliche Temperatureffekte korrigiert wird. Dieser Sensor ist direkt neben dem Tiefedrucksensor angeordnet, so dass er sowohl die Wassertiefe als auch die Geschwindigkeit registriert. Die Geschwindigkeit wird dabei durch ein Paddel (~20x20 mm) erfasst, das in die Wassersäule ragt. Das Paddel ist an einer beweglichen Achse befestigt, von der ein Hebelarm im rechten Winkel zu dem Paddelarm mit einem Ball-Sockel-Arrangement auf die Membran des Drucksensors drückt. Der Sockel besteht aus einer kleinen Scheibe (\varnothing 3x1.5 mm). Die Vorwärtsgeschwindigkeit des Seehunds erzeugt einen Druck auf das Paddel, der über den Arm auf den Drucksensor übertragen wird.

Der Sensor registriert somit den hydrostatischen Druck und den Druck, der beim Schwimmen auf das Paddel wirkt. Die Differenz des Drucks auf den Geschwindigkeitsdrucksensor und dem hydrostatischen Druck, der über den Tauchtiefensensor erfasst wird, entspricht der Geschwindigkeit. Die Eichung der Geschwindigkeit lässt sich am Tier durchführen, indem man die Geschwindigkeitsangabe des Sensors in Beziehung zu der Geschwindigkeit setzt, die sich aus dem Tauchwinkel in Relation zu der Größe der Tiefenänderung ergibt, sobald es eine deutliche Tiefenänderung gibt (s.u.). Dies ist eine Verfeinerung der Methode, die von Mitani et al. (2003) und Sato et al. (2003) verwendet wurde.

3. Schwimmrichtung (drei Kanäle): Die Richtung wird mit einem elektronischen Kompass (Honeywell, USA) bestimmt, der die drei Komponenten des Erdmagnetfelds in Vektoren entsprechend der Orientierung des Sensors auflöst. Die Genauigkeit der Richtungsänderung des Tieres ist besser als 1 Grad.
4. Frontaler und lateraler Neigungswinkel (zwei Kanäle): Das von der Fa. Driesen und Kern eingebaute Winkelmesssystem erfasst den frontalen und lateralen Neigungswinkel jeweils in einem Bereich von +/- 90 Grad mit einer Genauigkeit von 1 Grad.

5. Körperorientierung: Dieser Sensor unterstützt die Bestimmung der Körperorientierung (siehe oben), indem ermittelt wird, ob der Seehund in Rücken- oder Bauchlage schwimmt.
6. Temperatur (intern): Um die von der Temperatur abhängigen Ungenauigkeiten der Drucksensoren zu korrigieren, verfügt der Fahrtenschreiber über einen PT 1000 - Temperatursensor (Heraeus, D), der direkt neben den Drucksensoren angeordnet ist. Er misst die Temperatur auf 0,03° C genau. Die Korrektur der Druckwerte erfolgt nach Auslesen der Daten mit Hilfe einer speziellen Software.
7. Licht: Dieser Sensor von Tropas (USA) misst die Lichtintensität in einem Bereich von 0,01 – 100.000 Lux (absolute Tageslichtwellenlängewerte) mit bis zu 2 Lux Genauigkeit.

1.4.1.2 IMASEN (*InterMandibularAngleSENSor* = Kiefer-Sensor)

Der IMASEN (Fa. Driesen und Kern, Bad Bramstedt) besteht aus einem kleinen (43 g, 750x22x33 mm, Abb. 1B) Datenspeicher mit einem 16 MB Flash-RAM und wird von zwei in Serie gelöteten 3,6V Lithiumbatterien (Sonnenschein, D) versorgt. Wie beim Fahrtenschreiber wurde auch hier das Titangehäuse für die Batterie durch ein Gehäuse aus Delrin mit Steckverbindung für die Batterie ersetzt.

Ein Hall-Sensor wurde an dem einen Ende eines ca. 80 cm langen Kabels befestigt, während sich am anderen Ende eine neunpolige Buchse für die Verbindung zum Datenspeicher befand. Da es in der Vergangenheit öfter zur Korrosion der Steckverbindung des Datenspeichers kam, wurde in diesem Projekt ein Kabel-Zwischenstück verwendet. Dies bestand aus einem ca. 8 cm langen Kabel mit dem neun-poligen Stecker an einem Ende und der entsprechenden Buchse am anderen. Dieses Zwischenstück wurde zwischen Datenspeicher und Sensor gesteckt, so dass eine eventuelle Korrosion nur den Stecker des Zwischenstückes und nicht den des Datenspeichers betreffen würde.

Um die Bewegungen der Tiere nicht zu beeinträchtigen, wurden mehrere ca. 3 cm lange Kunststoffröhrchen auf das Kabel gezogen. Die Röhrchen wurden mit Tape (Tesa, D) und Devcon-Kleber (Danvers, USA) auf das Fell der Seehunde geklebt. Das Kabel konnte so leicht in den Röhrchen hin- und herrutschen, so dass es zu keinen Spannungen kam. Erst bei stärkerem Zug auf die Steckverbindung zwischen dem langen Kabel und dem Zwischenstück, wie es beim Ablösen des Gerätes der Fall ist, wurde der Stecker herausgezogen und vom Datenspeicher abgetrennt.

Der Sensor wurde auf der Schnauze des Seehundes (direkt hinter der Nase) befestigt. Auf dem Unterkiefer wurde ein Magnet (Vakuumschmelze, Hanau, D) möglichst auf gleicher Höhe, befestigt. Seine Feldstärke (und damit Abstand zum Sensor) wurde vom Sensor aufgezeichnet. Auf diese Weise können die Öffnungsbewegungen des Kiefers, und damit die Fressaktivität, registriert werden (siehe Wilson et al. 2002, Simeone & Wilson 2003, Wilson & Liebsch 2003, Liebsch 2006).