



AWI

ALFRED-WEGENER-INSTITUT
HELMHOLTZ-ZENTRUM FÜR POLAR-
UND MEERESFORSCHUNG

Umwelterheblichkeitsstudie (UES)
für den Einsatz von hydroakustischen Messgeräten im
Rahmen von marinen Forschungsvorhaben im Bereich
des Antarktisvertrages

Version: 30. September 2016

(überarbeitet 17. Oktober 2016)

Inhalt

1	Einleitung/Einführung	5
1.1	Struktur der Umwelterheblichkeitsstudie (UES)	5
1.2	Grundlagen der Studie	5
1.3	Kurze Zusammenfassung.....	7
2	Beschreibung des Gebietes	9
2.1.	Der Südatlantik und das Weddellmeer	10
	Wasser und Hydrographie.....	11
	Eisbedeckung.....	11
2.2	Der Bereich der Antarktischen Halbinsel	12
	Wasser und Hydrographie.....	12
	Eisbedeckung.....	12
2.3	Das Amundsenmeer	12
	Wasser und Hydrographie.....	12
	Eisbedeckung.....	13
2.4	Fauna	13
2.4.1	Relevante faunistische Angaben zu den Walarten.....	16
2.4.2	Relevante faunistische Angaben zu den Robbenarten	20
2.5	Sondergebiete	26
2.5.1	ASPAs und ASMAs	26
2.5.2	South Orkney Islands Southern Shelf MPA	26
2.5.3	Important Bird Areas	26
3	Beschreibung der Tätigkeit.....	27
3.1	Ziel und Notwendigkeit	27
3.1.1	Fächerecholot Atlas Hydrosweep DS3	27
3.1.2	Sedimentecholot ATLAS Parasound P70	28
3.1.3	EK60 und EK80.....	28
3.1.4	Ortungssysteme Posidonia und GAPS	29
3.2	Beschreibung der eigentlichen Tätigkeit.....	30
3.2.1	Fächerecholot Atlas Hydrosweep DS3	30
3.2.2	Sedimentecholot ATLAS Parasound P70	32
3.2.3	EK60 und EK80.....	32
3.2.4	Posidonia und GAPS	33
3.4	Wissenschaftliche Methoden	34
3.4.1	Fächerecholot Hydrosweep DS3	34
3.4.2	Sedimentecholot ATLAS Parasound P70	35

3.4.3	EK 60 und EK 80	35
3.4.4	Posidonia und GAPS	35
3.6	Notfallplanung.....	35
3.6.1	Fächerecholot Hydrosweep DS3	35
3.6.2	Sedimentecholot ATLAS Parasound P70	36
3.6.3	EK 60 und EK 80.....	36
3.6.4	Posidonia und GAPS	36
4	Alternativen.....	37
4.1	Unterlassen des Vorhabens.....	37
4.1.1	Fächerecholot Hydrosweep DS3	37
4.1.2	Sedimentecholot ATLAS Parasound P70	37
4.1.3	EK 60 und EK 80.....	37
4.1.4	Posidonia und GAPS	38
4.2	Wahl anderer Standorte.....	38
4.3	Wahl anderer wissenschaftlicher Methoden	38
4.4	Zeitliche Beschränkung.....	39
5	Darstellung der Umweltauswirkungen.....	39
5.1	Grundlagen der Vorhersage	39
5.2	Abschätzung möglicher (in-)direkter Beeinträchtigungen	40
5.2.1	Fauna	40
5.2.2	Flora.....	42
5.3	Unvermeidbare Auswirkungen.....	42
5.4	Kumulative Auswirkungen.....	42
5.5	Auswirkungen auf andere bestehende und geplante Tätigkeiten	43
6	Maßnahmen zur Minimierung	44
6.1.1	Bislang angewandte Genehmigungsaufgaben	44
6.1.2	Zusätzliche Mitigations-Maßnahmen.....	45
6.2	Überwachungsmaßnahmen zur Einschätzung und Verifizierung der Auswirkungen	45
6.3	Möglichkeiten der Zusammenarbeit mit anderen Forschungsträgern	46
7	Wissenslücken und Unsicherheiten	46
8	Zusammenfassung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen.....	47
9	Literatur	51
10	Anhänge.....	59
	Annex 1: Auszüge aus dem Gesetz zur Ausführung des Umweltschutzprotokolls vom 4. Oktober 1991 zum Antarktis-Vertrag (Umweltschutzprotokoll-Ausführungsgesetz).....	60
	Annex 2: Schallausbreitungsgeschwindigkeiten.....	62
	Annex 3: Meereiskarten	65
	Annex 4: Grundlegende Information zu Aufenthaltszeiten, Artenspektrum, Bestandsgrößen von Meeressäugern.....	67

Annex 5:	Antarktische Verbreitung der in dieser UES berücksichtigten Walarten	72
Annex 6:	Antarktische Verbreitung der in dieser UES berücksichtigten Robbenarten	75
Annex 7:	Relative Habitateignung im Südozean der in der UES betrachteten Walarten.....	76
Annex 8:	Relative Habitateignung im Südozean der in der UES betrachteten Robbenarten ..	83
Annex 9:	Sondergebiete und Important Bird Areas	89
Annex 10:	Evaluation of Risk - Fächerecholot Hydrosweep DS 3.....	93
Annex 11:	Evaluation of Risk - Sedimentecholot ATLAS Parasound P70	106
Annex 12:	Evaluation of Risk - Forschungsecholot Simrad EK 60 , Single-Kanal / Frequenz-Modus (18 kHz).....	117
Annex 13:	Evaluation of Risk - Forschungsecholot Simrad EK 60 / EK80 im Mehrkanal / Frequenz-Modus	129
Annex 14:	Evaluation of Risk - Ortungssystem Posidonia	216
Annex 15:	Evaluation of Risk - Ortungssystem GAPS	227
Annex 16	ATCM Resolution 5 (2014).....	238
Annex 17	Datenblatt Fächerlot Atlas Hydrosweep	239
Annex 18	Datenblatt Sedimentecholot Atlas Parasound P70	240
Annex 19	Datenblatt Forschungsecholot Simrad EK 60	242

1 Einleitung/Einführung

1.1 Struktur der Umwelterheblichkeitsstudie (UES)

1. Die Struktur der UES orientiert sich an dem Merkblatt "**Anforderungen an eine Umwelterheblichkeitsstudie (UES)**", das vom UBA in 2015 herausgegeben wurde.
2. In Kapitel 2 wird das Untersuchungsgebiet (aufgeteilt in 3 Untergebiete) beschrieben, in denen die in dieser UES behandelten hydroakustischen Geräte eingesetzt werden. Kapitel 2 enthält zudem eine Beschreibung der in dieser UES zu betrachtenden marinen Säugetiere (14 Wal- und 6 Robbenarten), die in der Antarktis heimisch sind und die in einzelnen Bereichen des Untersuchungsgebietes angetroffen werden können. Die aus der Literatur entnommenen Beschreibung der Walarten konnte leider aus Zeitgründen noch nicht ins Deutsche übersetzt werden.
3. Kapitel 3 beschreibt die in dieser UES behandelten hydroakustischen Geräte (Fächerlot Hydrosweep DS3, Sedimentecholot Parasound P70, Echolot EK60/80 im Einzelkanal- und Mehrkanal-Modus, Ortungssysteme Posidonia und GAPS) und wie diese im Bereich des Antarktisvertrages im Rahmen wissenschaftlicher Forschungen eingesetzt werden. Fact Sheets mit den technischen Daten dieser Geräte sind in separaten Annexen der Studie beigelegt.
4. Kapitel 4 stellt dar, dass es für den Einsatz der o.g. hydroakustischen Geräte derzeit keine Alternativen gibt.
5. In Kapitel 5 werden die potentiellen Auswirkungen auf die in Kap. 2 beschriebenen marinen Säugetierarten betrachtet, die durch den Einsatz der o.g. hydroakustischen Geräte entstehen könnten. Zentraler Aspekt hierbei ist die neue Modellierung der von den Geräten erzeugten räumlichen Schallfelder. Diese sind Grundlage für die Abschätzungen der Risiken, dass es durch die Schallemissionen zu Auswirkungen auf marine Säugetiere kommen könnte. Diese Modellierungen und Risikobetrachtungen sind separat für jedes Gerät in Annex 10 - Annex 15 dargestellt.
6. Kapitel 6 gibt die bislang angewandten Genehmigungsaufgaben und die zusätzlichen Maßnahmen wider, welche beim Einsatz der hydroakustischen Geräte zur Minimierung des Risikos von Auswirkungen durchgeführt werden.
7. Kapitel 7 geht auf die z.T. erheblichen Wissenslücken und unvermeidlichen Unsicherheiten ein, welche bei der Betrachtung und Bewertung der potentiellen Auswirkungen durch den Einsatz der o.g. hydroakustischen Geräte berücksichtigt werden müssen. Diese Lücken und Unsicherheiten betreffen besonders die in dieser UES betrachteten Säugetierarten (für die es kaum wissenschaftliche Untersuchungen gibt) als auch die fehlende und/oder unterschiedliche Auslegung von Begriffsdefinitionen für die objektive Bewertung der potentiellen Auswirkungen auf marine Säuger.
8. Kapitel 8 fasst die wichtigsten Ergebnisse und Schlussfolgerungen dieser UES zusammen.

1.2 Grundlagen der Studie

9. Hydroakustische Geräte (z.B. zur Ermittlung der Wassertiefe für eine sichere Navigation) gehören heutzutage zur Standardausrüstung jedes Schiffes. In der Meeresforschung werden hydroakustische Systeme zur Bearbeitung vieler unterschiedlicher wissenschaftlicher Fragestellungen eingesetzt, von der detaillierten 3-D Analyse des Meeresbodens und der oberen Sedimentschichten bis hin zur Ermittlung von Bestandsdichten von Organismen in der Wassersäule. Alle diese Geräte geben dabei Schallenergie in das Wasser ab. Die möglichen Auswirkungen dieser Schallemissionen

auf die durch das Umweltschutzprotokoll zum Antarktisvertrag geschützten marinen Säugetiere, die in der Antarktis heimisch sind, wird in dieser UES näher betrachtet und analysiert. Dabei muss jedoch bedacht werden, dass diese UES einige Aspekte nur übergreifend und generisch abhandeln kann. Die vorliegende UES kann nicht die spezifischen Angaben und Bewertungen einzelner Geräte-Einsätze (je nach Zeitpunkt / Dauer und Lokalität) ersetzen. Diese detaillierten Betrachtungen müssen, wie bisher, im Rahmen der individuellen Beantragung der Geräte im Rahmen einer Polarstern-Expedition im Bereich des Antarktis-Vertrages erfolgen.

10. Nach in Kraft treten des Umweltschutz-Protokolls hat das Umweltbundesamt als deutsche Genehmigungsbehörde von 1999-2006 regelmäßig IEEs (Initial Environmental Evaluations) durchgeführt für den Einsatz der auf FS Polarstern installierten hydroakustischen Messgeräte in der Antarktis, speziell für die Forschungsarbeiten mit dem Fächerecholot Hydrosweep und dem Sedimentecholot Parasound. Entsprechend der Angaben in der EIA database auf der Webseite des Sekretariats des Antarktisvertrages (s. www.ats.aq/devAS/ep_eia_list.aspx?lang=e) unternimmt kein anderer Mitglieds-Staat zum Antarktisvertrag ähnliche IEE-Untersuchungen für den Einsatz von solchen hydroakustischen Geräten.

11. In den Jahren 2003-2005 erfolgten viele Fachgespräche (z.T. unter Einbeziehung internationaler Experten) zwischen dem Alfred-Wegener-Institut und dem Umweltbundesamt über die potentiellen Umweltauswirkungen des Einsatzes hydroakustischer Geräte im Bereich des Antarktisvertrages. In diesem Zusammenhang erstellte das AWI folgende Analysen:

- Risikoanalyse zum Einsatz des Fischereilotes SIMRAD EK 60 auf FS Polarstern (19. November 2003);
- Risikoanalyse zum Einsatz des Fächersonars Hydrosweep DS2 auf FS Polarstern (17. Januar 2005);
- Risikoanalyse zum Einsatz des parametrischen Sedimentecholotes Atlas Parasound auf FS Polarstern (17. November 2005).

12. Die in diesen Risikoanalysen getroffenen Aussagen des AWI wurden u.a. durch unabhängige wissenschaftliche Publikationen (z.B. Kremser et al., 2005) und durch zwei SCAR-Berichte (Scientific Committee on Antarctic Research 2004 und 2006) bestätigt, die zu vergleichbaren Schlussfolgerungen kommen.

13. Zusätzlich erstellte das AWI im März 2009 ein "*Strategic assessment of the risk posed to marine mammals by the use of airguns in the Antarctic Treaty area*" (Boebel et al. 2009). Viele der in dieser Risikoanalyse erstellten Beschreibungen (z.B. zu den Untersuchungsgebieten und der zu betrachtenden Fauna oder den Risikobetrachtungen) lieferten den Hintergrund für die entsprechenden Kapitel in dieser UES.

14. Viele der in Risikoanalysen zu EK 60, Hydrosweep und Parasound dargestellten methodischen und technischen Angaben haben sich nicht oder kaum geändert und sind auch heute noch gültig.

15. Große Veränderungen erfolgten jedoch in den letzten 10 Jahren in Bezug auf die Abschätzungen der potentiellen Auswirkungen von UW-Schall auf marine Säuger. In diesem Zeitraum haben sich vor allem die Grenzwerte verringert, bei deren Überschreitung ein möglicherweise signifikantes Risiko für marine Säuger entsteht. Die neuesten Grenzwerte für Hörschwellenverschiebungen wurden im Rahmen einer breit angelegten Studie von NOAA ermittelt (National Marine Fisheries Service, 2016), die auch bei den Beurteilungen und Risikobetrachtungen in dieser UES herangezogen wurden.

1.3 Kurze Zusammenfassung

16. Die vorliegende Umwelterheblichkeits-Studie (UES) untersucht die Frage, ob im räumlichen Geltungsbereich des Antarktischertrages (südlich 60° Süd) von dem Einsatz der hydroakustischen Geräte¹ für wissenschaftliche Forschungen nach dem AUG verbotene schädliche Einwirkungen auf die antarktische Tierwelt ausgehen könnten. Als 'Tierwelt' werden in dieser UES die 14 Wal- und 6 Robbenarten beschrieben, welche in der Antarktis heimisch sind und im Untersuchungsgebiet angetroffen werden können. Seevögel, wie z.B. die im Untersuchungsgebiet vorkommenden Pinguinarten, können in dieser UES nicht behandelt werden, da es bisher keine ausreichende Literatur über das Hörvermögen dieser Tiergruppe unter Wasser gibt, und ob bzw. welche Auswirkungen uw-Schallemissionen auf diese Tiere haben könnten.

17. Maßgeblich für die Auslegung des Besorgnisgrundsatzes nach § 3 Abs. 4 AUG sind die in der Mediationsvereinbarung vom 21.09.2006 zwischen AWI und UBA getroffenen Festlegungen:

II.1

*"Von einer Besorgnis gemäß §§ 3 Abs.4 und 4 Abs. 3 S.1 AUG ist auszugehen, wenn
- auf Grund konkreter Anhaltspunkte die Möglichkeit des Eintritts von Umweltauswirkungen im Sinne des §3 Abs. 4 AUG besteht oder wenn
- auf Grund konkreter Anhaltspunkte nach derzeitigem Stand von Wissenschaft und Technik bestimmte Ursachenzusammenhänge insoweit weder bejaht noch verneint werden können.*

Eine Besorgnis ist nicht anzunehmen, wenn der Eintritt dieser Auswirkungen derart unwahrscheinlich ist, dass er nach den Maßstäben praktischer Vernunft als Restrisiko hinnehmbar ist."

II.3

"3.1 Bei der Ermittlung der konkreten Anhaltspunkte für den Eintritt oder den Ausschluss von Umweltauswirkungen ist auf alle Tatsachen unter Beachtung des Standes von Wissenschaft und Technik abzustellen. Ist die Festlegung des Eintritts oder des Ausschlusses nicht möglich, sind auch weitere fundierte und nachprüfbar Erkenntnisse und die Praxis anderer Vertragsstaaten heranzuziehen."

18. Diese UES hat ergeben, dass es keine konkreten Anhaltspunkte gibt, dass durch den Einsatz der behandelten hydroakustischen Geräte die Möglichkeit des Eintritts von Umweltauswirkungen im Sinne des §3 Abs. 4 AUG besteht. Das verbleibende, nicht auszuschließende Risiko ist somit nach den Maßstäben praktischer Vernunft als sozialadäquates Restrisiko hinnehmbar, zumal hiervon keine schädlichen Veränderungen in der Verbreitung, Häufigkeit oder Produktivität von Tier- oder Pflanzenarten oder deren Populationen oder zusätzliche Gefahren für gefährdete oder bedrohte Arten oder deren Populationen ausgehen.

19. Es besteht die theoretische Möglichkeit, dass ein Tier der in dieser UES behandelten Wal- und Robbenarten sich genau zum Zeitpunkt der Schallabstrahlung so dicht unter oder nahe zum Schiff befindet, dass es zu Verletzungen oder Auswirkungen kommen könnte. Die Eintrittswahrscheinlichkeit dieser Möglichkeit ist vernachlässigbar gering, selbst unter Berücksichtigung eventueller kumulativer Effekte durch den gleichzeitigen Betrieb von mehreren hydroakustischen Geräten.

20. Eine besondere Betrachtung muss für den Stundenglas-Delphin - die einzige in der Antarktis heimische Hochfrequenz-Walart - durchgeführt werden. Stundenglas-Delphine sind eine ozeanische,

¹ Das Fächerecholot Atlas Hydrosweep DS3, der sub-bottom profiler Atlas Parasound P70, die Forschungsecholote Simrad EK 60 und EK 80 und die Ortungssysteme GAPS und POSIDONIA

zirkum-polare Walart, mit dessen Vorkommen im Untersuchungsgebiet dieser UES nur im Bereich der antarktischen Halbinsel und außerhalb von Packeis eventuell gerechnet werden könnte. Wie aus den Modellierungen der Schallfelder und Risikobetrachtungen hervorgeht (s. Annex 10 - Annex 15) könnten Tiere dieser Art durch den Einsatz der hydroakustischen Geräte verletzt werden, wenn sie den Schallwandler in sehr geringer Distanz passieren würden. Dies würde bedeuten, dass die Tiere aktiv in den Nahbereich des Schallwandlers schwimmen oder direkt unter dem Schiff verbleiben während dieses das Tier passiert, und zwar trotz der zunehmenden Lautstärke der vom Gerät ausgesendeten Pings. Die Wahrscheinlichkeit eines solchen Verhaltens ist äußerst gering. Hinzu kommt, dass die Wahrscheinlichkeit, dass sich ein Tier dieser Art überhaupt in der Nähe von FS Polarstern befindet, ebenfalls sehr gering ist.

21. Nach der rechtlich umstrittenen Auffassung der Rechtsgutachter (Epiney et al., 2013, Wegner, 2013 und Proelß et al., 2013) beinhalten die Verbote unter § 17 AUG entgegen des Wortlauts der Vorschrift auch das "erhebliche Stören" von in der Antarktis heimischen Vögeln oder Säugetieren. Was eine "erhebliche Störung" dabei darstellen soll ist nicht definiert. Nach hiesiger Auffassung käme – wenn der Störungsbegriff in § 17 AUG überhaupt Anwendung finden kann – eine Definition alleine nach Maßgabe der durch das AUG umgesetzten Regelungen des Umweltschutzprotokolls und seinen Anhängen, und der dort in den Vertragssprachen getroffenen Wortwahl – im englischen „to molest“ in Abgrenzung zu „to disturb“ - in Betracht. Die in dieser UES durchgeführten Risikobetrachtungen beziehen die Frage einer möglichen Störung – vorbehaltlich der rechtlichen Relevanz des Störungsbegriffs im AUG – gleichwohl ein und greifen zurück auf den bei Southall et al. 2007 und National Research Council, 2005 angewendeten Maßstab zur Feststellung einer signifikanten Störung.

22. Zusätzlich werden in dieser UES die Risiken, dass durch den Einsatz der hydroakustischen Geräte die Kommunikation von in der Antarktis heimischen Wale oder Robben maskiert wird auf der Basis von Erbe et al., 2016 untersucht.

23. Zusammenfassend zeigen die im Rahmen dieser UES gemachten Analysen:

- die Umweltauswirkungen der hydroakustischen Geräte sind vernachlässigbar, sowohl in Bezug auf die rechtlichen Vorgaben unter §§ 3 Abs.4 und 4 Abs. 3 S.1 AUG als auch in Bezug auf die Verbote unter § 17 AUG – selbst bei Anwendung eines in der Norm nicht genannten Verbots einer erheblichen Störung.
- in Bezug auf den Einsatz von Hydrosweep, Parasound und EK 60/80 im Mehrkanal-Modus sind die bislang angewandten Mitigationsmaßnahmen und Genehmigungs-Auflagen ausreichend um das verbleibende Risiko von Umweltauswirkungen so zu minimieren, dass es nach den Maßstäben praktischer Vernunft als Restrisiko hinnehmbar ist und den Gesetzesvorgaben entspricht;
- der Einsatz von EK 60/80 im Singlekanal-Modus zur Bestimmung der Wassertiefe sollte keinen Genehmigungs-Auflagen unterworfen werden, angesichts des vernachlässigbaren Risikos von Umweltauswirkungen und unter Berücksichtigung der Folgen, die solche Auflagen für die Durchführung der wissenschaftlichen Forschungsarbeiten hätte;
- die Auflagen für den Einsatz der Ortungssysteme Posidonia und GAPS sollten revidiert werden. Die bislang angewandte Auflage, dass die Systeme abzuschalten sind wenn Wale oder Robben näher als 50 m an das Schiff heranschwimmen, ist aufgrund der in ihrer potentiellen Schadenshöhe vernachlässigbaren und gleichzeitig sehr unwahrscheinlichen Umweltauswirkungen und der erheblichen Beeinträchtigungen, die diese Auflagen auf den wissenschaftlichen Betrieb und die Schiffssicherheit haben, nicht vertretbar. Für eine denkbare weitere Minimierung des Restrisikos könnte unter dem Gesichtspunkt der Verhältnismäßigkeit allenfalls in Betracht gezogen werden vor dem Betrieb/Einschalten

dieser Ortungssysteme sicherzustellen, dass sich kein Wal oder Robbe in 50 m Entfernung zum Schiff befindet;

- beim Einsatz der in dieser UES behandelten hydroakustischen Geräte auf Forschungsfahrten im Bereich der antarktischen Halbinsel kann allenfalls im Einzelfall geprüft werden, ob eventuell das Risiko einer erheblichen Störung – so es auf diese rechtlich nach dem AUG überhaupt ankommt - von Stundenglas-Delphinen besteht. In begründeten Einzelfällen könnte dann eine Ausnahmegenehmigung unter § 17 Abs. 2 AUG erfolgen.

2 Beschreibung des Gebietes

24. Aufgrund der Fahrtrouten von FS Polarstern in den letzten 10 Jahren im Gebiet des Antarktisvertrages (s. Abb. 1) werden in dieser UES folgende Gebiete betrachtet:

1. ***der Südatlantik und das Weddellmeer (mit der östlichen Grenzen von 0°)***

Die wissenschaftlichen Untersuchungen in diesem Gebiet beinhalten:

- a. ozeanographische Forschungen entlang des Null-Meridians, die regelmäßig während der Anreise zur Neumayer III-Station durchgeführt werden;
- b. biologische, ozeanographische und geologisch/sedimentologische Forschungen im östlichen und südlichen Weddellmeer;
- c. ozeanographische Forschungen im nördlichen Weddellmeer entlang des Schnittes von der Neumayer III Station nach Punta Arenas.

2. ***die Antarktische Halbinsel mit den davor gelagerten Inseln;***

Die wissenschaftlichen Untersuchungen in diesem Gebiet beinhalten biologische, ozeanographische und geologisch/sedimentologische Forschungen.

3. ***das Amundsenmeer.***

Die wissenschaftlichen Untersuchungen beinhalten vor allem geologische/geophysikalische und klimarelevante Forschungen der Meeresbodensedimente.

25. Der Einsatz der in dieser UES behandelten hydroakustischen Geräte außerhalb der o.g. Gebiete muss von Fall zu Fall gesondert betrachtet und bewertet werden.

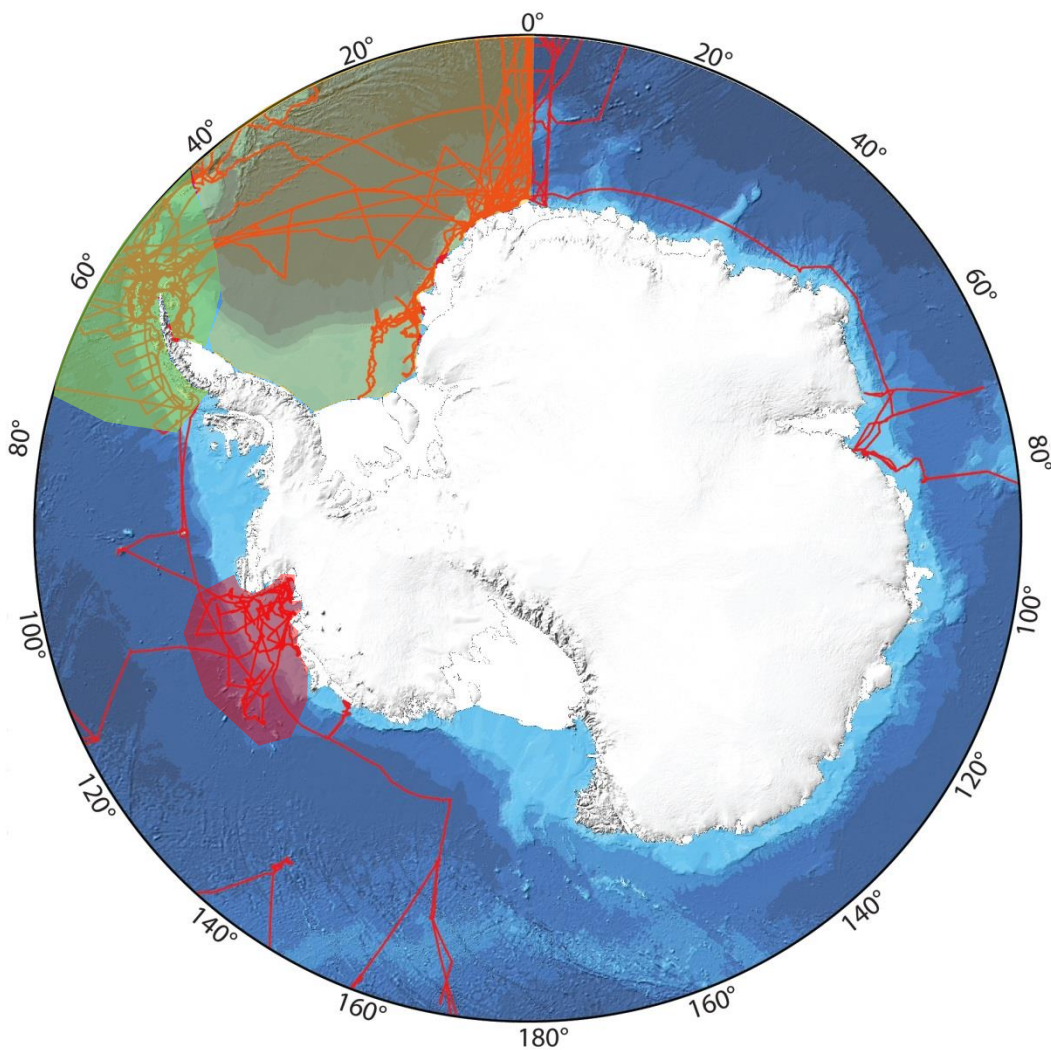


Abb. 1: Übersicht der in der UES betrachteten Gebiete

- Südatlantik und Weddellmeer
- die Antarktische Halbinsel mit den davor gelagerten Inseln
- das Amundsenmeer

(Karte: The International Bathymetric Chart of the Southern Ocean (IBCSO), see www.ibcso.org)

2.1. Der Südatlantik und das Weddellmeer

(Anmerkung: Die beste und neueste Beschreibung der biotischen und abiotischen Umweltparameter im Südatlantik und dem Weddellmeer ist enthalten in dem Papier "*Scientific background document in support of the development of a CCAMLR MPA in the Weddell Sea (Antarctica) – Version 2016, Part A: General context of the establishment of MPAs and background information on the Weddell Sea MPA planning area*" (Teschke et al., 2016), auf das dieses Unterkapitel zurückgreift.)

Wasser und Hydrographie

26. Die Ozeanströmungen im Südatlantik und dem Weddellmeer werden durch den im Uhrzeigersinn verlaufenden Weddellwirbel geprägt. Am Meridian von Greenwich strömt im Süden ursprüngliches Warmes Tiefenwasser des Antarktischen Zirkumpolarstroms (ACC) und kaltes Weddellmeer-Tiefenwasser nach Westen. Im zyklonalen Verlauf des Weddellwirbels werden die Wassermassen nach Süden verfrachtet und dort durch Wechselwirkung mit der Atmosphäre und Vermischung mit anderen Wassermassen, z.B. dem ausströmenden Eischelfwasser aus dem Filchner Trog, modifiziert. (siehe Abb. 2)

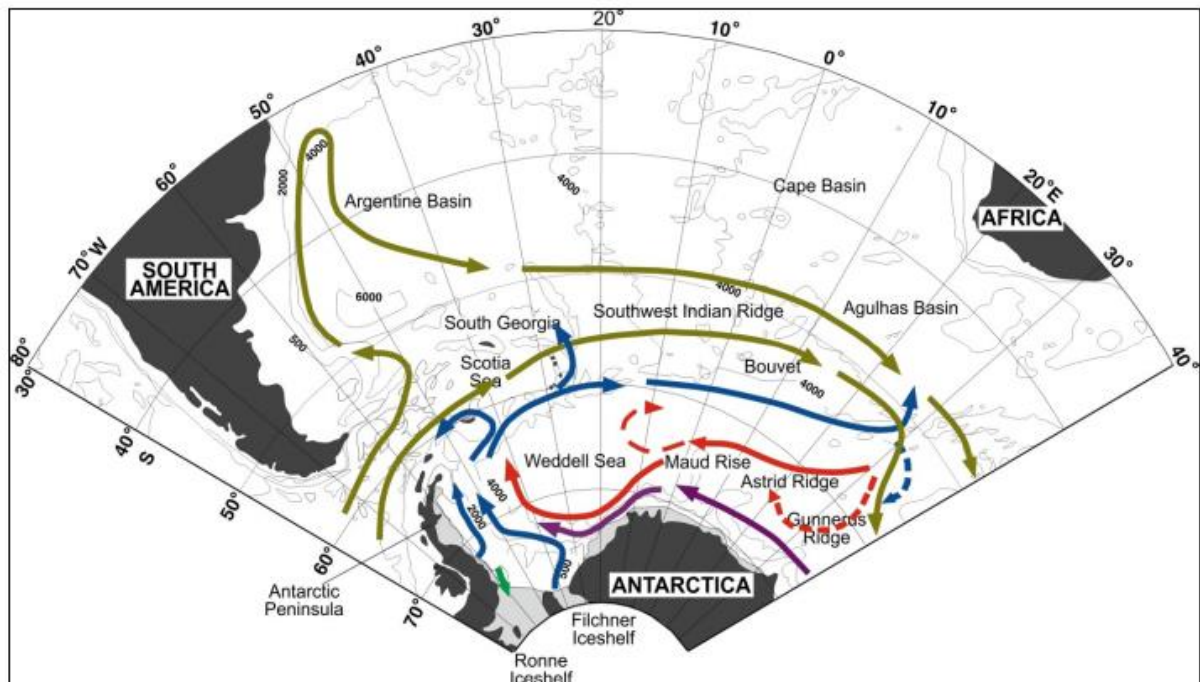


Abb. 2: Schematische Darstellung der Wasserströmungen im n Sektor des Süd-Ozeans. Zirkumpolares Tiefenwasser (oliv), Warmes Tiefenwasser (rot), Weddell Sea Tiefen/Bodenwasser (blau), und hoch salines Schelfwasser (grün). Die Richtung des antarktischen Hang Stroms ist mit lila Pfeilen angedeutet. Gestrichelte Linien repräsentieren vermutete Zirkulationswege. (Abb. aus Hellmer & Schröder in Teschke et al., 2016).

27. Beispiele für die Schallausbreitungsgeschwindigkeiten im Bereich des Südatlantiks und des Weddellmeeres sind in Annex 2 enthalten.

Eisbedeckung

28. FS Polarstern operiert i.d.R. im Austral-Sommer (von ca. Mitte Dezember bis Ende Februar) im Bereich des AV. Zu Anfang dieses Zeitraumes weisen der Südatlantik und das Weddellmeer noch eine starke Meereisbedeckung auf mit weniger als 30% offenem Wasser. Im Laufe der Saison nimmt die Eisbedeckung im östlichen Weddellmeer etwas ab, die westlichen und zentralen Teile des Weddellmeeres verbleiben allerdings unter einer mehr oder weniger geschlossenen Meereisdecke. Diese generellen Trends in der Meereisbedeckung unterliegen jedoch starken zwischenjährlichen Veränderungen, die auch aus den Meereiskarten in Annex 3 deutlich werden.

29. FS Polarstern operiert im Weddellmeer überwiegend in den eisfreien Gebieten und Polynien, die sich in der Nähe des Schelfeises bilden. Operationen im dichten Meereis werden nur

durchgeführt, wenn dies aufgrund logistischer Aufgaben (z.B. Expedition PS 96) oder wissenschaftlicher Fragestellungen unbedingt nötig ist.

2.2 Der Bereich der Antarktischen Halbinsel

Wasser und Hydrographie

30. Die antarktische Halbinsel befindet sich im Bereich des südlichsten Antarktischen Zirkumpolarstroms (ACC) südlich der Polarfront. Obwohl Strömungsgeschwindigkeiten im Bereich der südlichen Drake Passage im Vergleich zum nördlichen Teil deutlich geringer sind, reichen die Strömungen trotzdem durch die gesamte Wassersäule bis in die Tiefseebecken hinein (Meridith et al. 2011; McCave et al., 2014). Die typischen Wassermassen im Bereich des ACCs in der Drake Passage sind von oben nach unten: Antarktisches Oberflächenwasser, Oberes Zirkumpolares Tiefenwasser, Unteres Zirkumpolares Tiefenwasser, Südostpazifisches Tiefenwasser und Weddell Meer Tiefenwasser. Die sogenannte „Southern Boundary Front“ des ACC markiert den Südrand des ACC in der Nähe des Kontinentalhangs der Antarktischen Halbinsel. Im Gegensatz zum ostwärts strömenden ACC Stromsystem, findet sich entlang des Kontinentalhangs ein „Gegenstrom“ mit westlichem Wassertransport in der Tiefe (Hillenbrand et al. 2008). Direkt an der Schelfkante findet sich erneut ein ostwärts gerichteter Flachwasserstrom.

31. Ozeanografisch wird das Gebiet der Südshetlandinseln von Oberem Zirkumantarktischem Tiefenwasser (UCDW) beeinflusst, das aus dem ACC stammt. Diese Wassermasse (UCDW) ist relativ warm ($>1^{\circ}\text{C}$), nährstoffreich und CO_2 -gesättigt. In Gebieten in denen dieser Strom nahe der Schelfkante fließt (wie an der Antarktischen Halbinsel), erreicht das UCDW zunehmenden Einfluss auf die flacheren Schelfgebiete (Peck et al., 2015). Das vermutlich durch die Intensivierung der südwestlichen Winde (SWW) im Rahmen der globalen Erwärmung verursachte verstärkte Aufsteigen des UCDW wird als einer der Gründe für die rapide regionale Erwärmung der Antarktischen Halbinsel vermutet (Vaughan et al., 2003).

32. Beispiele für die Schallausbreitungsgeschwindigkeiten im Bereich der Antarktischen Halbinsel sind in Annex 2 enthalten.

Eisbedeckung

33. Der Bereich der Drake Passage an der Antarktischen Halbinsel ist heutzutage im Sommer frei von Meereis, welches zu dieser Jahreszeit auf die innere Antarktische Halbinsel und die östlichen Gebiete zum Weddellmeer hin beschränkt bleibt. Meereis bildet sich normalerweise im April und bleibt bis November bestehen. In diesen Monaten liegt die Wasseroberflächentemperatur bei $<0^{\circ}\text{C}$. Im Winter kommt es zu einer, im Vergleich zum weiter östlich gelegenen Scotia Meer, lediglich moderaten Ausdehnung des Meereises (siehe Karten in Annex 3). Die Wintermeereisgrenze verläuft in etwa parallel zum Schelfrand im Gebiet von $63^{\circ}\text{Süd} / 67^{\circ}\text{West}$ nach $58^{\circ}\text{Süd} / 51^{\circ}\text{West}$ (Comiso, 2003).

2.3 Das Amundsenmeer

Wasser und Hydrographie

34. Das Amundsenmeer unterliegt den ozeanographischen Bedingungen, die typisch sind für den Südozean südlich von 50°Süd . Die Schallgeschwindigkeiten steigen unterhalb einer 200-300 m tiefen warmen Oberflächenschicht nahezu linear mit der Tiefe an und liegen zwischen 1460 und 1530 m/s (s. Abbildungen in Annex 2). Innerhalb der Region des Amundsen- und Bellingshausenmeeres ist die hydrographische Situation lateral recht homogen. Während der Sommermonate gelangen die kalten Wassermassen mit niedriger Schallgeschwindigkeit dichter an die Oberfläche, wo sie überlagert sind

vom aufgewärmten Oberflächenwasser, das eine 20-50 m dicke Schicht mit höherer Schallgeschwindigkeit bildet. Als Konsequenz formiert sich eine ca. 100 m dicke Zone mit niedriger Schallgeschwindigkeit, zentriert in etwa 100 m Wassertiefe, die möglicherweise als Schalleiter („sound duct“) agiert. Dieser ist nicht zu verwechseln mit dem sogenannten SOFAR-Kanal, die in diesen hohen Breiten nicht existiert.

35. Ozeanographische Untersuchungen der letzten Jahre konnten belegen, dass relativ warmes Tiefenwasser aus dem Zirkumpolaren Tiefenwasser in die tiefliegenden glazialen Tröge der Schelfe gelangt und dort bis zu den inneren Schelfgebieten, den dortigen Schelfeisen und den Aufsatzzonen des Festlandeises vordringen.

Eisbedeckung

36. In den Monaten Januar bis März erreicht das Meereis im Amundsenmeer seine geringste Bedeckung (s. Karten in Annex 3), wobei die minimalste Eisbedeckung in den meisten Jahren um den mittleren Februar herum liegt. Die Verteilung der Eisbedeckung gestaltet sich von Saison zu Saison äußerst variabel mit Saisons, in denen große Gebiete des Schelfs eisfrei sind oder aber nur Polynyas entlang der Küsten des Marie-Byrd-Landes und in der Pine-Inland-Bucht existieren. Die Meereisgrenze liegt in den meisten australen Sommern im Bereich der Kontinentalschelfkante.

2.4 Fauna

37. Für die vorliegende UES sind die Paragraphen 3 (Allgemeine Genehmigungspflicht) und 17 (Erhaltung der antarktischen Tier- und Pflanzenwelt) des Umweltschutzprotokoll-Ausführungsgesetzes von besonderer Bedeutung (s. Auszüge in Annex 1).

38. Entsprechend dieser gesetzlichen Vorgaben werden in dieser UES nur solche Arten berücksichtigt, die in der Antarktis heimisch sind. Hierfür wurde die Definition von "True Antarctic species" von Boyd, 2002a und Boyd, 2009 herangezogen:

'True' Antarctic species are defined as „those species whose populations rely on the Southern Ocean as a habitat, i.e., critical to a part of their life history, either through the provision of habitat for breeding or through the provision of the major source of food.“

39. Diese Definition schließt Arten aus, welche die Sub-Antarktis (d.h. die Inseln im Bereich der Polarfront, zumeist nördlich von 60° Süd) bewohnen. Ebenfalls nicht enthalten sind Arten, die sich nur eventuell als Irrläufer in antarktischen Gewässern südlich von 60° Süd aufhalten.

40. Folgende 14 Walarten und 6 Robbenarten, die nach der o.g. Definition als 'true Antarctic species' in der Antarktis heimisch sind und im Gebiet vorkommen können, werden in dieser UES berücksichtigt:

1. Wale

Deutscher Name	Englischer Name	Lateinischer Name
<i>Fam. Furchenwale</i>	<i>rorquals</i>	<i>Balaenopteridae</i>
Blauwal	Blue whale	<i>Balaenoptera musculus*</i>
Finnwal	Fin whale	<i>B. physalus</i>
Seiwal	Sei whale	<i>B. borealis</i>
Südlicher Zwergwal	Antarctic Minke whale	<i>B. bonaerensis</i>
Zwergwal, subsp.	Dwarf minke whale	<i>B. acutorostrata subsp.</i>
Buckelwal	Humpback whale	<i>Megaptera novaeangliae</i>
<i>Fam. Glattwale</i>	<i>right whales</i>	<i>Balaenidae</i>
Südkaper	Southern right whale	<i>Eubalaena australis</i>

<i>Fam. Pottwale</i>	<i>Sperm whales</i>	<i>Physeteridae</i>
Pottwal	Sperm whale	<i>Physeter macrocephalus</i>
<i>Fam. Schnabelwale</i>	<i>Beaked whales</i>	<i>Ziphiidae</i>
Südlicher Entenwal	Southern bottlenose whale	<i>Hyperoodon planifrons</i>
Südlicher Schwarzwal	Arnoux's beaked whale	<i>Berardius arnuxii</i>
Layardwal	Strap-toothed whale	<i>Mesoplodon layardii</i>
<i>Fam. Delfine</i>	<i>Oceanic dolphins</i>	<i>Delphinidae</i>
Schwertwal	Killer whale	<i>Orcinus orca</i>
Langflossengrindwal	Long-finned pilot whale	<i>Globicephala melas</i>
Stundenglasdelfphin	Hourglass dolphin	<i>Lagenorhynchus cruciger</i>

2. Robben

Deutscher Name	Englischer Name	Lateinischer Name
<i>Fam. Ohrenrobber</i>	<i>eared seals</i>	<i>Otariidae</i>
Antarktische Pelzrobbe	Antarctic fur seal	<i>Arctocephalus gazella</i>
<i>Fam. Hundsrobber</i>	<i>earless seals</i>	<i>Phocidae</i>
Weddellrobbe	Weddell seal	<i>Leptonychotes weddellii</i>
Seeleopard	Leopard seal	<i>Hydrurga leptonyx</i>
Südlicher Seeelefant	Southern elephant seal	<i>Mirounga leonina</i>
Krabbenfresser	Crabeater seal	<i>Lobodon carcinophaga</i>
Rossrobbe	Ross seal	<i>Ommatophoca rossii</i>

* Der Blauwal ist in der Antarktis mit 2 Unterarten (*B. musculus* ssp *intermedia* und *B. musculus* ssp *brevicauda*) vertreten, letztere macht nach bisherigen Abschätzungen nur 1% der Blauwale südlich von 60° Süd aus.

41. Nicht berücksichtigt werden in dieser UES die potentiellen Auswirkungen des Einsatzes hydroakustischer Geräte auf Vögel, da es für bisher keine ausreichende Literatur über das Hörvermögen dieser Tiergruppe unter Wasser gibt, und ob bzw. welche Auswirkungen uw-Schallemissionen auf diese Tiere haben könnten.

42. Angaben (geschätzte Populationsgrößen, Schutzstatus; Populationstrends) über die 14 Wal- und Delphinarten die potentiell im Untersuchungsgebiet vorkommen können, sind in Annex 4, Tabelle 4.1 zusammengefasst. Darüber hinaus sind weitere Angaben zur potentiellen Verbreitung der aufgeführten Walarten aus der Risikoanalyse "*Strategic assessment of the risk posed to marine mammals by the use of airguns in the Antarctic Treaty area*" (Boebel et al., 2009) zu entnehmen.

43. Angaben (geschätzte Anzahl erwachsener Tiere, Schutzstatus; Populationstrends) über die 6 Robbenarten, die potentiell im Untersuchungsgebiet vorkommen können, sind in Annex 4, Tabelle 4.2 zusammengefasst.

44. In Annex 4 sind zusätzliche folgende Angaben tabellarisch aufgelistet:

Tabelle 4.3: Tauchtiefen, Tauchzeiten- und Oberflächenverweildauer der in dieser UES behandelten entsprechenden Wal- und Robbenarten;

Tabelle 4.4: Artenspezifische Frequenzbereiche;

Tabelle 4.5: Zusammenfassung der UW-Vokalisationsbereiche der in dieser UES behandelten Wal- und Robbenarten.

45. Sichtungskarten der o.g. Wal- und Robbenarten aus dem *Biogeographic Atlas of the Southern Ocean* (Ropert-Coudert et al., 2014) sind in Annex 5 und Annex 6 dargestellt.

46. Relative Habitataignung für verschiedene Walarten im Südozean (Computersimulation von Kaschner et al., 2013) sowie Habitat-Modellvorhersagen und Karten zur Habitataignung für

Buckelwale (*Megaptera novaeangliae*) und Zwergwale (*Balaenoptera bonaerensis*) nach Bombosch et al. 2014 sind in Annex 7 dargestellt.

47. Wie schon in der Airgun-Risikoanalyse (Boebel et al. 2009) vermerkt, treten die meisten Walarten in den hier betrachteten Untersuchungsgebieten, vor allem in den hochantarktischen Bereichen des Weddellmeers und des Amundsenmeers, nur relativ selten auf ("low spatial occurrences" nach Kasamatsu & Joyce, 1995, Kasamatsu et al., 1996 und 2000). In diesen Bereichen ist auch die Anzahl der Beobachtungen (nach Ropert-Coudert et al., 2014 s. Annex 6) und die relative Habitatseignung mit RES-Werten von 0 bis 0,6 (nach Kaschner et al. 2015 und Bombosch, 2013 - s. Annex 7) für die meisten Walarten relativ gering. Ausnahme hiervon ist der südliche Zwergwal (Antarctic minke whale, *Balaenoptera bonaerensis*), der häufig auch in dichten Packeis-Gebieten angetroffen wird.

48. Aus den in Annex 5 und Annex 7 dargestellten Karten und Informationen geht auch hervor, dass im Bereich der antarktischen Halbinsel generell mit einer größeren Anzahl von Walarten und einer größeren Antreffwahrscheinlichkeit zu rechnen ist.

49. Bei der Beantragung und Bewertung von Forschungsarbeiten mit den in dieser UES behandelten hydroakustischen Geräten muss jedoch bedacht werden, dass die Verbreitung und Antreffwahrscheinlichkeit der hier betrachteten Walarten geographischen und jahreszeitlichen Schwankungen unterliegt. Dies bedeutet, dass die Gültigkeit der o.g. generellen Aussagen von Fall zu Fall geprüft werden muss.

50. Von entscheidender Bedeutung für diese UES ist der Frequenz- / Hörbereich der o.g. marinen Säugetierarten, bei denen es durch den Einsatz der hier behandelten hydroakustischen Geräte zu Auswirkungen kommen kann. Hierzu gibt es in den neuen NOAA Guidelines (National Marine Fisheries Service, 2016) folgende Tabelle für die funktionellen Hörgruppen mariner Säuger:

Table ES1: Marine mammal hearing groups.

Hearing Group	Generalized Hearing Range*
Low-frequency (LF) cetaceans (baleen whales)	7 Hz to 35 kHz
Mid-frequency (MF) cetaceans (dolphins, toothed whales, beaked whales, bottlenose whales)	150 Hz to 160 kHz
High-frequency (HF) cetaceans (true porpoises, <i>Kogia</i> , river dolphins, cephalorhynchid, <i>Lagenorhynchus cruciger</i> & <i>L. australis</i>)	275 Hz to 160 kHz
Phocid pinnipeds (PW) (underwater) (true seals)	50 Hz to 86 kHz
Otariid pinnipeds (OW) (underwater) (sea lions and fur seals)	60 Hz to 39 kHz

* Represents the generalized hearing range for the entire group as a composite (i.e., all species within the group), where individual species' hearing ranges are typically not as broad. Generalized hearing range chosen based on ~65 dB threshold from normalized composite audiogram, with the exception for lower limits for LF cetaceans (Southall et al. 2007) and PW pinniped (approximation).

51. Mit Ausnahme des Stundenglasdelphin (*Lagenorhynchus cruciger*) alle in dieser UES zu betrachteten Walarten der low-frequency (LF) oder mid-frequency (MF) Gruppierung angehören.

2.4.1 Relevante faunistische Angaben zu den Walarten

(Anmerkung: Der Text dieses Unterkapitels ist die angepasste Übersetzung des Kapitels 3.2.6 *Marine Mammals - Whales* (Burkhardt et al. 2016) in Teschke et al., 2016)

Blauwal (*Balaenoptera musculus*)

52. Antarktische Blauwale (*Balaenoptera musculus intermedia*) sind eine wandernde Tierart mit zirkumpolarer Verteilung. Sie verbringen den australischen Sommer in ihren Futtergründen zwischen der Antarktischen Konvergenz und der Packeiszone, wo sie sich von ihrem Grundnahrungsmittel Krill ernähren. Die Bestandsdichte erhöht sich polwärts südlich der antarktischen Konvergenz, wobei die höchsten Begegnungsraten zwischen 66° Süd und 70° Süd und im Januar beobachtet wurden (Kasamatsu et al., 1996). Es wird angenommen, dass Blauwale nach dem Februar in ihre Winterbrutstätten nördlich von 30° Süd migrieren (Stafford et al. 2004), aber einige Tiere können in den Gewässern der Antarktis überwintern (Širović et al., 2004, 2006). Die jüngsten Bestandsschätzungen reichen von 1700 (Branch et al. 2007b) bis 2300 (IWC, <http://iwc.int/estimate>) Tiere. Die jährliche Wachstumsrate des Bestandes wird auf 7,3% (Branch et al. 2004) bis 8,2% (IWC) geschätzt. Antarktische Blauwalrufe und Chöre wurden regelmäßig und ganzjährig in der PALAOA Recording Station bei der Neumayer Station aufgenommen (Thomisch et al., 2016, Van Opzeeland pers.)

53. Zwergblauwale (pygmy blue whales, *B. m. brevicauda*) scheinen in nördlicheren Gewässern vorzukommen. Nur etwa 1% der Blauwale südlich von 60° Süd wurden als Zwergblauwale identifiziert (Branch et al., 2007a, b). Historische Fänge zeigen, dass Zwergblauwale ziemlich häufig südlich von 60° Süd gefangen wurden (Ropert-Coudert et al., 2014). Im Südlichen Ozean, Zwergblauwale ernähren sich von Krill, speziell *Euphausia valentini*. Es gibt keine spezifischen Bestandsabschätzungen für diese Art, aber die vorliegenden Daten deuten darauf hin, dass Zwergblauwale nicht so reduziert wurden wie antarktische Blauwale (Branch et al. 2007a, b). IUCN klassifiziert Zwergblauwale als 'data deficient' (IUCN Rote Liste der bedrohten Arten, Version 2016).

Finnwal (*Balaenoptera physalus*)

54. Finnwale verbringen den australischen Sommer in der Antarktis. Sie wandern zwischen 40° Süd und 60° Süd im indischen und atlantischen Sektor und zwischen 50° Süd und 65° Süd im südpazifischen Sektor des Südpolarmeeres, wurden aber nur selten in Packeis Nähe angetroffen (Miyashita et al., 1995). Ihre Brutplätze liegen nördlich von 40° Süd. Finnwale wurden an der Antarktischen Halbinsel zwischen Februar und Juni / Juli akustisch nachgewiesen (Thiele et al. 2001, Širović et al. 2004) und ihre Anrufe wurden regelmäßig an der PALAOA-Beobachtungsstelle in der Nähe der Neumayer Station (Van Opzeeland pers comm) aufgezeichnet. Das Nahrungsspektrum der Finnwale ist vielfältiger als das der Blauwale. In antarktischen Gewässern ernähren sie sich überwiegend von antarktischem Krill *Euphausia superba*, während in der Subantarktis die Krillarten *E. valentini* und *E. frigida* wichtiger sind. Die Bestandsdichte wird auf etwa 4000-8000 Individuen geschätzt (Branch & Butterworth 2001). Höhere Dichten von Finnwalen wurden zwischen 0° und 5° Ost südlich der Bouvetinsel beobachtet (Ensor et al. 2007) und nordwestlich von Elephant Island (Burkhardt & Lanfredi 2012, Joiris und Dochy, 2013).

Seiwal (*Balaenoptera borealis*)

55. Seiwale wandern während des australischen Sommers in großer Zahl zu den antarktischen Gewässern, werden aber nicht so weit südlich angetroffen wie die anderen Bartenwal-Arten. Sie halten sich zwischen der subtropischen und der antarktischen Konvergenz auf, vor allem zwischen 40° Süd und 50° Süd (Leatherwood & Reeves 1983). Südlich von 50° Süd erscheinen Seiwale nur in bestimmten Bereichen und sie wurden kaum im Packeis gesichtet (z. B. Gill & Evans 2002, Gambell

1985). Die Surveydaten zeigen die höchsten Begegnungsraten für den Bereich 60° Ost bis 80° Ost und 50° Süd - 54° Süd (Horwood 1987). Südlich von 50° Süd wurden Seiwale am häufigsten im Februar gesichtet, später wandern die Wale zurück zu ihren Winter Brutstätten nördlich von 30° Süd. Seiwale fressen vorzugsweise Ruderfußkrebse, aber auch auf Krill, Amphipoden, pelagische Decapoden, Kopffüßer und sogar schwärmende Fischarten (Ropert-Coudert et al., 2014). Die Populationsgröße ist unbekannt (Leaper et al. 2008).

Südlicher Zwergwal (*Balaenoptera bonaerensis*)

56. Der südliche Zwergwal (*Balaenoptera bonaerensis*) ist die am häufigsten vorkommende Walart in der Antarktis. Sie wird regelmäßig in dichtem Meereis beobachtet (z. B. Williams et al., 2014, Gutt et al., 2011, Scheidat et al., 2011). Während des australischen Sommers konzentriert sich ihre Verbreitung zwischen 62° Süd und dem Packeis (Gill & Evans 2002), mit den höchsten Begegnungsraten Ende Januar / Anfang Februar südlich von 66° Süd zwischen 66° Ost und 80° Ost (Kasamatsu et al., 1996). Für die eisbedeckten Gebiete des Weddellmeeres gibt es bisher keine systematischen Untersuchungen, aber an PALAOA-Observatorium in der Nähe der Neumayer-Station (Van Opzeeland pers. Comm., Risch et al., 2014) wurden regelmäßig Zwergwalrufe aufgezeichnet. Während des Südwinters verlassen die meisten antarktischen Zwergwale ihre Brutstätten (10° Süd - 30° Süd), aber es liegen auch Beobachtungen vor, dass manche Tiere in der Antarktis überwintern (Thiele & Gill, 1999). Südliche Zwergwale ernähren sich im südlichen Ozean primär von antarktischem Krill *Euphausia superba*, aber auch von anderen kleineren Zooplanktonarten (Ohsumi et al., 1970, Stewart & Leatherwood 1985). Die Bestandsdichte wird von IWC auf 515.000 Individuen geschätzt (95% CI 360.000 - 730.000), kann aber auch höher sein, da die zu Grunde liegenden Surveys keine eisbedeckten Gebiete umfassen. Für die Gegend um 70° Süd und 40° West liegen für südliche Zwergwale während der gesamten Saison sehr günstige Habitatbedingungen vor.

57. Die Zwergform des südlichen Zwergwales (*Balaenoptera acutorostrata ssp.*) wird gelegentlich in höheren Breiten angetroffen (Ropert-Coudert et al., 2014). Normalerweise bleiben diese Tiere nördlich von 60° Süd, aber vereinzelt wurden Individuen auch weit südlich von 65° Süd beobachtet (Kato & Fujise 2000). Vor allem zwischen Dezember und März liegen Sichtungen aus den Bereichen Süd-Shetland-Inseln, der Gerlach-Straße, dem Bellingshausen-Meer (während des Südwinters) und der Antarktischen Halbinsel vor (Acevedo et al. 2011) und der Höhepunkt (Kato & Fujise 2000). Das Migrationsmuster der Zwergform des südlichen Zwergwales ist bisher unbekannt. In den Antarktischen Gewässern ernähren sie sich von Laternenfischen (Myctophidae) und bis zu einem gewissen Grad auf euphasiden Krebsen (Kato & Fujise, 2000). Bestandsabschätzungen sind nicht verfügbar.

Buckelwal (*Megaptera novaeangliae*)

58. Das Nahrungsgebiet von Buckelwalen in höheren Breitengraden reicht von der Antarktischen Konvergenz bis zur Packeisregion. Höhere Bestandsdichten finden sich im südlichen Indischen Ozean, um die Antarktische Halbinsel und im nördlichen Rossmeer. Am häufigsten wurden Buckelwale im Dezember bis Januar angetroffen (siehe Branch 2011). Bisher werden sieben separate Futterregionen, die sechs Zuchtbeständen entsprechen, unterschieden (International Whaling Commission, 2011). Individuen aus den Buckelwalzuchtbeständen A, B und C wandern zwischen dem Weddellmeer und ihren Brutplätzen weiter nördlich. Einige Individuen können das ganze Jahr über in der Antarktis bleiben, vermutlich um die energiezehrende Migration zu vermeiden (Van Opzeeland et al., 2013). Buckelwale im Südlichen Ozean ernähren sich von pelagischen Krebstieren, vor allem Krill *Euphausia superba* (Clapham 2002). Die Bestandsabschätzung für 1996/97 beträgt 42.000 Tiere für den südlichen Ozean, wobei etwa 26.630 Individuen den Zuchtbeständen A, B und C zugeordnet wurden (Branch 2011). Habitat-Eignungsmodelle zeigen, dass im Januar und Februar günstige Lebensbedingungen für Buckelwale in offenen Gewässern in der Nähe des Larsen C Schelfeises und im nordöstlichen Weddellmeer vorhanden sind (siehe Anhang 7).

Südkaper (*Eubalaena australis*)

59. Während des Südsommers wird der Südkaper in den höheren Breiten gefunden, normalerweise zwischen 50° Süd und 60° Süd. Dabei bleibt diese Art nördlich der antarktischen Konvergenz und vermeidet Packeisgebiete. Sehr wenige Sichtungen wurden südlich von 60° Süd gemeldet (Gill & Evans 2002, Ropert-Coudert et al., 2014). Während des Südwinters halten sich Südkaper in ihren Brutgebieten auf, z. B. an den Küsten von Südafrika, Argentinien / Brasilien und Australien. Im Südlichen Ozean ernähren sie sich von Krill und Ruderfußkrebse (Tormosov et al., 1998). Die von IWC in 2009 vorgenommene Bestandsabschätzung gibt für die südliche Hemisphäre 12.000 Individuen an. Der durchschnittliche jährliche Bestandsanstieg beträgt etwa 7% (International Whaling Commission 2001).

Pottwal (*Physeter macrocephalus*)

60. Der Pottwal ist eine Art des offenen Ozeans, die in eisfreien Gewässern mit Tiefen > 1000m vorkommt. Informationen über das Vorkommen von Pottwalen südlich von 60° Süd beziehen sich auf heranwachsende und geschlechtsreife Männchen, die diese Gebiete im Südsommer aufsuchen. Der Pottwalbestand im südlichen Ozean ist in neun verschiedene Populationenbestände unterteilt worden (Donovan 1991), wobei das südliche Ausmaß ihres Vorkommens dem Alter und der Größe der Männchen entspricht (Whitehead 2002). Die höchsten Bestandsdichten wurden im Bereich von 62° Süd - 66° Süd, 90° Ost - 12° Ost und südlich von 66° Süd, 150° Ost - 180° Ost beobachtet (Kasamatsu & Joyce 1995). Im Januar bis Februar werden Pottwale am häufigsten in antarktischen Gewässern angetroffen (Kasamatsu & Joyce 1995). Pottwale ernähren sich in der Antarktis von verschiedenen Tintenfischarten sowie von mesopleagischen Fischen (Korabelnikov 1959). Aktuelle Bestandsabschätzungen südlich von 60° Süd gehen von etwa 10.000 Individuen aus (Branch & Butterworth 2001, Van Waerebeek et al. 2004). Die Populationsgröße erhöht sich vermutlich mit Raten von <1% pro Jahr (Whitehead 2002). Gelegentlich wurden Pottwalvokalisationen am PALAOA-Observatorium in der Nähe der Neumayer-Station aufgenommen (Van Opzeeland pers. Comm.). Dies stimmt mit gelegentlichen Beobachtungen von Pottwalen in diesem Bereich überein (Ropert-Coudert et al., 2014).

Südlicher Entenwal (*Hyperoodon planifrons*)

61. Der südliche Entenwal ist die häufigste Schnabelwalart im südlichen Ozean. Sie tritt zwischen 30° Süd und der Eiskante auf und wandert im späten Südsommer nach Norden (Sekiguchi et al., 1993). Hohe Begegnungsraten wurden zwischen 58° Süd und 62° Süd gemeldet (Kasamatsu & Joyce 1995). Südliche Entenwale halten sich häufig in tieferen Meeresgebieten auf und bevorzugen Wassertiefen > 1000 m (Culik 2005, Van Waerebeek et al., 2004). Die Bestandsgröße südlich von 60° Süd wird auf 54.000-72.000 Individuen geschätzt (Branch & Butterworth 2001, Leaper et al. 2008).

Südlicher Schwarzwal (*Berardius arnuxii*)

62. Der südliche Schwarzwal kommt von 30° Süd bis zum antarktischen Kontinent vor, vorzugsweise zwischen 58° Süd und 62° Süd. Die Art wurde vor allem in flachen Meeresregionen gesichtet, z.B. in Küstengewässern, an kontinentalen Hängen oder Seamounts (Rogers & Brown 1999). Südliche Schwarzwale führen tiefe und lange Tauchgänge durch (Hobson & Martin 1996) und fressen höchstwahrscheinlich Kalmare (McCann 1975, Van Waerebeek et al., 2004). Bestandsabschätzungen für diese Art sind nicht verfügbar.

Layardwal (*Mesoplodon layardii*)

63. Der Layardwal kommt vermutlich zwischen 30° Süd und der Antarktischen Konvergenz vor (Mead 1989a, Carwardine 1996). Im Allgemeinen wird diese Art selten in der Wildnis gesehen und über ihre Ökologie ist wenig bekannt. Wahrscheinlich bewohnen sie tiefere Meeresgebiete oder kontinentale Hänge und ernähren sich von Tintenfischen. Ein saisonales Migrationsmuster wird vermutet (Pitman 2002).

Schwertwal (*Orcinus orca*)

64. Im Südozean werden Schwertwale häufig bis zur Packeisgrenze angetroffen (Mikhalev et al., 1981), aber auch aus eisbedeckten Gewässern, dichtem Packeis und sogar unter Festeis liegen Beobachtungen vor (Ford 2002, Fischer & Hureau 1985). Pitman & Ensor (2003) beschreiben drei antarktische Schwertwal-Ökotypen A, B und C, die sich in Größe, Körpermuster und Beutepräferenz unterscheiden. Die drei Formen treten während des Südsommers in der gesamten Antarktis auf, vor allem an der Antarktischen Halbinsel (Ökotyp B) und im Ostantarktischen Gebiet (Ökotyp C). Ökotyp A bevorzugt anscheinend mehr das offene Wasser. Das Vorkommen von Schwertwalen fällt mit dem nördlichen Rand des Packeis zusammen (der im Zeitraum November bis Februar bei ca. 66° Süd liegt) und zeigt eine nahezu zirkumpolare Verbreitung (Kasamatsu & Joyce 1995, Mikhalev et al., 1981). Die meisten Schwertwale wandern Anfang Januar in die antarktischen Gewässer und verlassen diese wieder Ende Februar, aber es gibt Hinweise das Individuen des Ökotyp B und C auch im Packeis überwintern (Pitman & Ensor 2003). Das Gebären und die Aufzucht der Jungen erfolgt in wärmeren Gewässern (Fischer & Hureau 1985). Die verschiedenen Schwertwal-Ökotypen zeigen eine charakteristische Beute-Spezialisierung. Es wird angenommen, dass Wale des Ökotyps A andere Wale jagen, hauptsächlich südliche Zwergwale (Pitman & Ensor 2003). Ökotyp B hat ein diverseres Beutespektrum, bestehend aus Robben, Pinguinen, Zwergwalen und wahrscheinlich auch Buckelwalen (Ainley & Blight 2009, Pitman & Ensor 2003, Visser et al., 2008, Pitman & Durban 2010). Ökotyp C ernährt sich hauptsächlich von Fischen, z. B. Schwarzem Seehecht (Thomas et al., 1981). Die Bestandsdichte von Schwertwalen in Gewässern südlich von 60° Süd wird auf ± 25.000 Tiere geschätzt (Branch & Butterworth 2001), wobei allerdings viele der eisbedeckten Gebiete nicht ordnungsgemäß erfasst wurden. Vokalisationen von Schwertwal Ökotyp Typ C Individuen wurden am PALAOA-Observatorium in der Nähe der Neumayer-Station aufgenommen (Schall und Van Opzeeland, 2016 in press). Dies stimmt mit gelegentlichen Sichtungen in diesem Bereich überein (Ropert-Coudert et al., 2014).

Langflossengrindwal (*Globicephala melas*)

65. Der Langflossengrindwal wird auf der ganzen südlichen Hemisphäre südlich der Antarktischen Konvergenz angetroffen (Olson & Reilly 2002, Van Waerebeek et al. 2004). Sein Vorkommen ist stärker mit der Polarfront verbunden als mit dem Meereisrand (Boyd 2002). Von Dezember bis Februar wurden südlich der antarktischen Konvergenz hohe Begegnungsraten bei 90° Ost bis 100° Ost und 160° West bis 170° West beobachtet (Kasamatsu & Joyce 1995). Langflossengrindwale ernähren sich vor allem von pelagischen Tintenfischen. Der Bestand im Sommer südlich der Antarktischen Konvergenz wird auf ± 200.000 Individuen geschätzt (Best 2007).

Stundenglas-Delphin (*Lagenorhynchus cruciger*)

66. Der Stundenglas-Delphin ist eine vorwiegend ozeanische Spezies mit zirkumpolarer Verteilung in der Antarktis und der Subantarktis (Fernández et al. 2006). Die meisten Sichtungen fallen zwischen 45° Süd und 65° Süd (Reis 1998). Die Art ist südlich bis zur Eiskante verbreitet, scheint aber offenbar eine gewisse Distanz zum Packeis einzuhalten (Goodall 1997, 2002, Kasamatsu et al., 1988). Stundenglas-Delphine sind rund um die Antarktische Halbinsel regelmäßig in ziemlich flachem Wasser, (vor allem entlang der 200m Tiefenkonturlinie) zu beobachten. Die meisten Sichtungen wurden jedoch in der Drake-Passage bei 1200-1400 m Wassertiefe gemacht (Goodall 1997).

Stundenglas-Delphine ernähren sich von Tintenfischen, Krustentieren und kleineren Fischen (Goodall 1997, 2002).

2.4.2 Relevante faunistische Angaben zu den Robbenarten

(Anmerkung: Der Text dieses Unterkapitels ist die angepasste Übersetzung des Kapitels 3.2.5 *Marine Mammals - Pinnipeds* (Bornemann et al. 2016) aus Teschke et al., 2016.)

67. Im Untersuchungsgebiet ist mit dem Vorkommen von allen oben aufgeführten Robbenarten zu rechnen. Das zeitliche Vorkommen wird dabei durch das artenspezifische Brut- und Fortpflanzungsverhalten und dessen Kopplung an das Meereis geprägt. Weddell Robben, Ross Robben, Krabbenfresser und Seeleoparden werfen und ziehen ihre Jungen auf dem Meereis groß, während Pelzrobben und Seeelefanten dies an Land tun.

Antarktische Pelzrobbe (*Arctocephalus gazella*)

68. Die antarktischen Pelzrobben Population auf Süd-Georgien enthält ungefähr 95% des weltweiten Bestands (IUCN, 2016). Darüber hinaus gibt es 11 kleinere Populationen auf den Inseln vor der Antarktischen Halbinsel (South Shetlands, South Orkneys) und an den südlichen Sandwich-Inseln. Ausgewachsene Männchen und Weibchen kommen auch häufig am nördlichen Rand des Packeises vor (Robert-Coudert et al. 2014). Im östlichen und südlichen Weddellmeer sind Pelzrobben eher selten anzutreffen.

69. Zur Futtersuche konzentrieren sich Pelzrobben auf die obere Wassersäule mit einer mittleren Gesamtauchtiefe und Tauchdauer von ca. 30 m und 90 Sekunden (Boveng et al. 1996). Maximale Tauchtiefen liegen im Bereich zwischen 70 und 170 m mit einer Präferenz für flachere Tauchgänge bei Nacht, wahrscheinlich als Reaktion auf die vertikale Migration von Krill (Croxall et al. 1985), der die Hauptbeute von Pelzrobben ist. Je nach Insel-Lokalität bevorzugen unterschiedliche Nahrung, zumeist Krill gefolgt von Fisch (Laternenfische und antarktischer Silberfisch), Pinguinen und Kopffüßer (Casaux et al. 2003).

Weddellrobbe (*Leptonychotes weddellii*)

70. Weddellrobben brüten auf dem Festeis entlang der Küste des Untersuchungsgebietes. Ihre Tauchgänge zur Nahrungssuche können Tiefen von über 900 m erreichen (Arthun et al. 2012, Arthun et al. 2013) über 80 Minuten dauern, obwohl eine Tauchdauer von etwa 20 Minuten der individuellen aeroben Tauchgrenze entspricht (vgl. Kooyman, 1966 und Schreer & Kovacs, 1997). Die bevorzugte Tauchtiefe für die Nahrungssuche hängt von den jeweiligen Umweltgegebenheiten und der Tiefe und Topographie des Meeresboden ab (Nicholls et al. 2008). In der Atka-Bucht reichen dabei Tauchgänge von ca. 50 m (Naito et al 2010, McIntyre et al 2013), während Weddellrobben am Filchner-Graben erheblich tiefer tauchen. In der Nähe des Drescher Inlets (Riiser-Larsen-Schelfeis, östliches Weddellmeer) zeigen Weddellrobben ein Gezeitenaktivitätsmuster (Bornemann et al., 1998) und eine bimodale Tauchtiefenverteilung. Ein Modus liegt bei 130 bis 160 m Tauchtiefe und wurde bei Nahrungs-Exkursionen unter dem Schelfeis beobachtet. Bei der Nahrungssuche am Meeresboden tritt ein anderer Modus mit Tauchtiefen zwischen 340 bis 450 m auf (Plötz et al. 2001, Watanabe et al. 2006).

Ross Robbe (*Ommatophoca rossii*)

71. Von allen antarktischen Robbenarten ist die Ross Robbe am wenigsten bekannt (Southwell 2005a, Bester und Hofmeyr 2007). Der Status der zirkumpolaren Population dieser Art bleibt schleierhaft (Southwell et al. 2008, Bengtson et al. 2011) und über das räumliche Verhalten sowie das Tauchverhalten ist wenig bekannt (Southwell et al. 2012). Letzteres wurde nur an wenigen Tieren im Weddellmeer untersucht (Blix & Nordoy 2007). Ross Robben brüten auf dem Packeis und sind

außerhalb der Brut- und Mauserzeit weniger Eis-liebend (Nordoy & Blix 2001) und treten mehr als pelagische Pendler auf (Kooyman & Kooyman 2009). Die meisten der Tauchgänge erreichen Tiefen zwischen 100 und 300 m und dauern 10 bis 15 Minuten. Der tiefste beobachtete Tauchgang erreichte 792 Meter, während einige Tauchgänge während der Aufenthaltszeit im Packeis sehr flach waren (Bengtson & Stewart 1997, Southwell 2005b, Blix & Nordoy 2007).

Krabbenfresser Robbe (*Lobodon carcinophaga*)

72. Krabbenfresser Robben sind zirkum-antarktisch verbreitet. 50 Prozent des Gesamtbestandes dieser Art kommen im Weddellmeer vor (vgl. Bester & Odendaal 2000 and Southwell et al. 2012). Trotz der hohen Anzahl gibt es nur relativ wenige Studien über das Nahrungssuchverhalten von Krabbenfresser Robben im Weddellmeer. Nur wenige Tiere wurden für solche Untersuchungen am Rand der Meereis Zone südlich der Süd Orkney-Inseln (Bengtson & Stewart 1992) und vor dem Königinnen Maud Land instrumentiert (Nordoy et al., 1995, Bornemann & Plötz 1999). Krabbenfresser-Robben brüten auf Packeis und bevorzugen während des ganzen Jahres mittlere bis hohe Meereis Konzentrationen. Sie wandern häufig und weit innerhalb der Antarktischen Meereis Zone und Einzeltiere können einen potentiellen Verbreitungsbereich haben, der die gesamte Fläche des antarktischen Packeis abdeckt (Boyd 2002). Nahrungstauchgänge von Krabbenfresser Robben konzentrieren sich auf Tiefen von weniger als 50 m, können sich aber auch in Einzelfällen bis in eine Tiefe von 500 m stattfinden. Ein durchschnittlicher Tauchgang dauert ca. 5 Minuten. Der längste aufgezeichnete Tauchgang betrug 11 Minuten (Bengtson & Stewart 1992 Nordoy et al. 1995).

Seeleopard (*Hydrurga leptonyx*)

73. Untersuchungen des Nahrungssuche-Verhaltens von Seeleoparden wurden im Weddellmeer nur an zwei erwachsene Weibchen durchgeführt (Nordoy & Blix 2009). Diese Individuen blieben in erster Linie innerhalb des Packeises und wandernden dann mit der vorrückenden Winter-Meereiskante nach Norden. Sie führten meist kurze (<5 min) Tauchgänge bis zu einer Tiefe von 10 - 50 m durch. Nur gelegentlich tauchten die Tiere tiefer als 200 m. Der tiefste Tauchgang wurde mit 304 m aufgezeichnet. 70 bis 90% aller Tauchgänge sind kürzer als 5 Minuten. Ein erheblicher Anteil der Tauchgänge (5-25% auf monatlicher Basis) dauerte 5 - 10 Minuten. Nur ein Tauchgang war länger als 15 min (Nordoy & Blix 2009).

Südlicher Seeelefant (*Mirounga leonina*)

74. Die Nahrungssuche Südlicher Seeelefanten ist stärker vom Meereis abhängig als bisher angenommen (Bornemann et al. 2000), trotz ihres gelegentlichen Auftretens in der Weddellmeer Packeiszone (Cline et al. 1970; Kohlen, 1982; Jonker & Bester, 1998; Bester & Odendaal 2000). Die Tendenz der südlichen See-Elefanten ihre Nahrung auf dem antarktischen Schelf unter dem Packeis des Weddellmeeres zu suchen wurde an Tieren von King George Island (Tosh et al 2009), Marion Island (McIntyre et al. 2010) und Bouvetoya (Biuw et al. 2010) beobachtet. Das Nahrungssuchverhalten passt sich dabei den physischen Gegebenheiten an (Tosh et al. 2009; Biuw et al. 2010). Besondere Individuen, die von King George Island zum Filchner Graben zogen tauchten dort bei Meerestiefen von 1.000 bis 1700 m sehr lange (z.T. > 40 Minuten) (James et al. 2012). In moderaten Tiefen zwischen 300 und 700 m wurden Tauchgänge im Durchschnitt ca. 30 Minuten (McIntyre et al. 2010 für Tiere an Marion-Inland).

75. Tosh et al. 2009 und Biuw et al. 2010 nehmen an, dass die Nahrungssuche Südlicher Seeelefanten im Weddellmeer mit dem Vorkommen von Antarktischen Silberfisch (*P. antarctica*) verknüpft ist. Diese dominante pelagische Fischart bildet einen wichtigen Teil der Ernährung der südlichen See-Elefanten von King George Island (Daneri & Carlini 2002). Das Verteilungsmuster von *P. antarctica* beeinflusst außerdem das Bewegungsmuster von weiblichen Seeelefanten, die auf King George Island beobachtet wurden (Bornemann et al. 2000). Besondere Tiere von Bovet Island

tauchten auf dem Kontinentalschelf von Dronning Maud Land bis in Tiefen von 400 bis 500 m um dort *P. antarctica*, myctophide Fische (Laternenfische, vor allem *Electrona antarcticus*), Tintenfische (*Psychroteuthis glacialis*), verschiedene mesopelagische Fische und Antarktischen Seehecht *Dissostichus mawsoni* zu fangen (Biuw et al. 2010).

76. Alle antarktischen Robben die überwiegend im Meereis leben (Weddell Robbe, Ross Robbe, Krabbenfresser Robbe, Seeleopard) gebären zwischen September und Dezember. Die Laktation dauert drei bis acht Wochen. Die Entwöhnung ist mehr oder weniger abrupt und die erneute Paarung findet häufig sofort nach der Entwöhnung statt. Pelzrobben und südliche Seeelefanten gebären ihre Jungen an Land im Zeitraum zwischen September und November. Südliche Seeelefanten paaren sich kurz bevor ihre Jungen nach einer dreiwöchigen Säugezeit entwöhnt sind. Antarktische Pelzrobben paaren sieben bis zehn Tage nach der Geburt der Jungen, die im Alter von etwa 4 Monaten entwöhnt werden.

77. Weitere Angaben zur Biologie und akustischen Ökologie von antarktischen Robben sind in Van Opzeeland et al. (2010) zusammengefasst. Southwell et al. (2012) enthält eine umfassende Darstellung der Daten zur Verbreitung, Trends im Vorkommen, Habitatnutzung und Ernährung von antarktischen Packeis Robben.

78. Als dominante Top-Räuber im Ökosystem des südlichen Ozeans sind Schwankungen in der Populationsgröße, des Wachstumsmusters, der Biologie und im Verhalten von Robben eine potenzielle Quelle für Informationen über die Umweltvariabilität über diverse Raum- und Zeitskalen hinweg (Van Franeker 1992; Bengtson et al. 2011). Darüber hinaus wird allgemein angenommen, dass die natürlichen und anthropogenen Einwirkungen auf die Meeressäuger (Bester 2014) in erster Linie über Veränderungen in der Beuteverteilung und Abundanz (Simmonds & Isaac, 2007; Siniff et al. 2008; Forcada et al., 2012; Kovacs et al., 2012) verursacht werden, was sich auch auf das Management auswirkt (Trathan & Agnew 2010).

79. Umweltveränderungen, wie z.B. Wasser- und Lufttemperaturerhöhungen oder ansteigende Versauerung der Meere, können zusätzlich die Nahrungsbasis von Meeressäugern verändern, von Verschiebungen in der Dichte und Verteilung bis hin zu einem möglichen Verlust von bevorzugten Beutearten (Kovacs & Lydersen 2008).

80. Daher sind weitere Studien der antarktischen Meereis Robben im Weddellmeer erforderlich, insbesondere um die bevorzugten Lebensräume dieser Tiere besser zu identifizieren (vgl. Raymond et al. 2014).

Spezielle Angaben zu Walen und Robben im Bereich des Weddellmeeres

81. Die aktuellste Zusammenfassung der Angaben zu Walen im Bereich des Weddellmeeres wurde für das Hintergrundpapier *Scientific background document in support of the development of a CCAMLR MPA in the Weddell Sea (Antarctica) – Version 2016 – Part A: General context of the establishment of MPAs and background information on the Weddell Sea MPA planning area* erstellt (Burkhardt et al., 2016 in Teschke et al., 2016). Auf dieser Zusammenfassung basiert auch der oben unter Kap. 2.4.1 angegebene Text zu den einzelnen Walarten.

82. Für den gesamten Sektor des Weddellmeeres von bis 60° West - 20° West; sowie von 90° West bis 30° West liegen Gesamtschätzungen vor (cf. Forcada et al. 2012; Southwell et al. 2012; Siniff et al. 1970, Erickson et al. 1971). Neue Analysen (Gurarie et al., 2016) der in der Packeiszone des Königin Maud Landes und dem östlichen Weddellmeeres lebenden Robben gehen aus von ca.:

- 514.000 (95% CI 337-886) Krabbenfresser-Robben;

- 60.000 (95% CI 43,2-94,4) Weddell Robben;
- 13.200 (95% CI 5,50-39,7) Seeleoparden;
- 830 (95% CI 119-2894) Rossrobben.

83. Die Bestandsdichte der Krabbenfresser Robben liegt dabei (ähnlich wie im pazifischen und indischen Ozean Sektor der Antarktis) bei ca. 14,000 Individuen pro geographischen Längengrad. Die konservative Bestandabschätzung für die Ross-Robbe beruht auf nur wenigen Beobachtungen (24 Individuen).

Spezielle Angaben zu Walen und Robben im Bereich der antarktischen Halbinsel

84. Im Bereich der antarktischen Halbinsel ist mit dem Vorkommen von Blauwal, Finnwal, Zwergwal, Buckelwal, Südlichem Glattwal, Schwertwal und Südlichem Entenwal zu rechnen (Ropert-Coudert et al., 2014; Boebel et al 2009; Gill and Evans 2002). Seltener ist mit dem Vorkommen von Seiwal, Pottwal, Langflossengrindwal und anderen Schnabelwalarten zu rechnen (Ropert-Coudert et al., 2014). Mit Stundenglassdelfinen ist lediglich in der südlichen Drakestrasse nördlich der Südshetland-Insel zu rechnen (Santora 2012). Für den Bereich der Südshetland-Inseln liegen keine detaillierten Bestandsabschätzungen vor.

85. Im Bereich der Südshetland Inseln kommen nach NOAA Southwest Fisheries Research Center (2015) 4 Robbenarten vor:

- die antarktische Pelzrobbe (*Arctocephalus gazella*)
- der südliche Seeelefant (*Mirounga leonina*)
- der Seeleopard (*Hydrurga leptonyx*) und
- die Weddellrobbe (*Leptonychotes weddellii*).

86. Bestandsabschätzungen liegen für den Bereich der Südshetlandinseln nicht vor. Lediglich für den gesamten Sektor des Weddellmeeres von bis 60° West - 20° West; sowie von 90° West bis 30° West liegen Gesamtschätzungen vor (cf. Forcada et al. 2012; Southwell et al. 2012; Siniff et al. 1970, Erickson et al. 1971).

Spezielle Angaben zu Walen und Robben im Amundsenmeer

87. Die meisten Daten über Walvorkommen im Südpazifik vor der Westantarktis stammen aus Surveys, die im Dezember bis Februar stattgefunden haben (z.B. Angaben von Kasamatsu et al., 1996, 2000) (Tab. 1). Für Mitte Februar bis März wird mit einem Rückgang der Antreffwahrscheinlichkeiten gerechnet. In Küstennähe im Amundsenmeer ist die relative Habitategnung im Allgemeinen für alle Arten wesentlich schlechter als in größerer Entfernung von der Küste (siehe Annex 7).

88. Weitere Beobachtungen sind von Ainley et al. (2007) für den Zeitraum vom 15. Februar bis 31. März 1994 für den Sektor des Bellingshausen- und Amundsenmeeres publiziert worden (Abb. 3; Tab. 1 & 2 auf der nächsten Seite). In diesem Survey sind ausschließlich Zwergwale im Arbeitsgebiet des Amundsen Sea Embayment beobachtet worden.

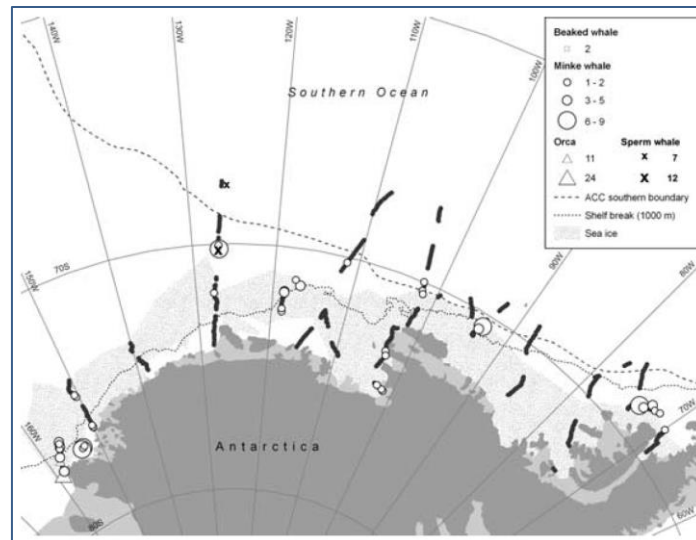


Abb. 3 Karte der beobachteten Walvorkommen im südlichen Bellingshausen- und Amundsenmeer (Ainley et al., 2007).

Tab. 1 Zusammenfassung der beobachteten Walvorkommen im südlichen Bellingshausen- und Amundsenmeer nach Ainley et al. (2007)

Art	Sichtung	Zahl der Individuen
Zwergwal	40	104
Schwertwal	2	35
Pottwal	2	7+12
Schnabelwal	1	2

Tab. 2 Zusammenfassung der beobachteten Vorkommen von Zwergwalen im Bellingshausen- und Amundsenmeer (rot umrandet) von Ainley et al. (2007).

Table 5. A summary of cruise effort and minke whales seen among high-latitude Antarctic cetacean surveys.

Area	Effort hours	Distance surveyed (km)	Survey type	Minkes seen (<i>n</i>)	Minke sightings (<i>n</i>)	Sightings/km × 100, divided by 1 vs. 2 sides of ship	Source
Amundsen and Bellingshausen seas	240	3,494	800-m strip, 1 side of ship; 1 cruise	104	40	11.4	This study
Amundsen and Bellingshausen seas	—	>7,000	Line transect, 2 ships; 2 cruises	—	76	~5.4	Kasamatsu et al. 2000
West Antarctic Peninsula	650	—	Line transect; / cruises	551	157	—	Thiele et al. 2004
Ross Sea	461	3,196	800-m strip, 1 side of ship; 3 cruises	153	78	20.5	Ainley 1985
West Ross Sea Polynya MIZ	8.1	298	Aerial, both sides	138	93	15.1	Leatherwood et al. 1982
East Antarctic seas	—	>7,000	Line transect; 1 cruise	98	48	~3.4	Thiele et al. 2000

89. Die neuesten Beobachtungsdaten über marine Säuger im südlichen Amundsenmeer stammen von C. Joiris (nicht publiziert). Die Daten aus dem Gebiet des Amundsenmeeres sind während der Polarstern-Expedition ANT-XXVI/3 (2010) aufgenommen wurden, deren Daten dem UBA vorliegen. Zusammenfassend ergeben diese Beobachtungsdaten für das Schelfgebiet des Amundsenmeeres eine relativ geringe Häufigkeit beobachteter Wale (fast ausschließlich Zwergwale), aber eine hohe Anzahl von beobachteten Robben (überwiegend Krabbenfresserrobben).

90. Mit Vorkommen von Schnabelwalen, z.B. Südlicher Entenwal (southern bottlenose whale) und Südlicher Schwarzwal (Arnoux's beaked whale), kann zwar theoretisch im Sektor des Amundsenmeeres gerechnet werden, allerdings ist in küstennahen Bereichen die Habitategnung nach Kaschner et al. (2016) äußerst gering (s. Annex 7).

91. Auch nach dem neuen Biogeographic Atlas of the Southern Ocean (Ropert- Coudert et al., 2014) ergibt sich ein ähnliches Bild für ein äußerst unwahrscheinliches Vorkommen von Schnabelwalen im südlichen Amundsenmeer (s. Annex 5). Es existieren bisher keine Publikation und kein uns bekannter Wal-Survey mit konkreten Anhaltspunkten.

92. Die Modellierung der Habitatstauglichkeit nach Bombosch (2013) ermöglicht eine Simulation der möglichen Verbreitung von Buckel- und Zwergwalen im Südozean während der Südsommermonate. Früh in der Saison zeigt sich für Buckelwale ein relativ schmales zirkumpolares Band einer positiven Habitatstauglichkeit, das sich in der fortschreitenden Saison in Richtung des antarktischen Kontinents verbreitert und um den 15. Januar seine größte Ausdehnung besitzt. Eine Ausnahme bildet der Bellingshausen- und Amundsenmeersektor, in dem die mögliche Walverbreitung in der gesamten Saison relativ gering bleibt. Ab Mitte Februar nimmt die modellierte mögliche Verbreitung zirkumpolar rapide ab. Die Unterbrechung des breiten zirkumpolaren Verbreitungsbandes zwischen 120° West und 75° West (Bellingshausen und Amundsenmeersektor) ist das Resultat von ungünstigen Habitatsbedingungen in dieser Region. Hier scheinen die Bedingungen für Buckelwale nur für die kurze Zeit von Mitte Januar bis Mitte Februar günstig zu sein. Die Modellierungsergebnisse (Bombosch, 2013; Bombosch et al., 2014) zeigen auch, dass die küstennahen Regionen im Bellingshausen- und Amundsenmeersektor für Buckelwale während der gesamten Südsommersaison wahrscheinlich relativ habitats-untauglich bleiben (s. Anlage 8).

93. Grundsätzlich ist mit dem Vorkommen aller sechs antarktischen Robbenarten zu rechnen (Boyd, 2002). Nachweise über das Vorkommen südlicher Seeelefanten, antarktischer Pelzrobben (nördlicher Bereich des Bellingshausenmeeres bis Adelaide Island), Krabbenfressern, Weddellrobben, Seeleoparden, Rossrobben sind Ropert-Coudert et al. (2014) zu entnehmen. Allerdings dürften es sich bei den Angaben über Sichtungen von Pelzrobben um solitäre Beobachtungen handeln, da sich aus den Habitat-Eignungsmodellen von Kaschner et al. (2016) keine Vorhersagen über das Vorkommen von Pelzrobben im Untersuchungsgebiet ableiten lassen (s. Annex 8). Mit dem Vorkommen der übrigen fünf Arten muss gerechnet werden (Annex 8). In diesem Zusammenhang gibt es zwar keinerlei Abundanzabschätzungen hinsichtlich südlicher Seeelephanten, weil diese nicht in das Antarctic Pack Ice Seals (APIS) Programm der SCAR Group of Specialists on Seals einbezogen waren (Bester & Stewart, 2006). Untersuchungen von Bornemann et al. (2000), Tosh et al. (2009), Mühlbert et al. (2013) und McIntyre et al. (2014) belegen jedoch das Vorkommen von Seeelefanten im Amundsenmeer und im Bellingshausenmeer.

94. Mit den Ergebnissen der Zählungen von Bengtson et al. (2011) aus den Jahren 1999 bis 2000 im Zuge des APIS-Programms werden für das Rossmeer und das Amundsenmeer zusammen ca. 1.70.000 Krabbenfresser angegeben, sowie 330.000 Weddellrobben, 15.000 Seeleoparden und 22.600 Rossrobben (Bengtson et al., 2011). In einer Synthese des APIS-Programms von Southwell et al. (2012) wurden sämtliche bis dahin erhobenen Daten abschließend gewürdigt. Demnach ergaben sich für das Gebiet Amundsen-Bellingshausenmeer bis in das Weddellmeer hinein Abschätzungen in Höhe von 1.736.000 Krabbenfressern (95% Konfidenzintervall: 1.219.000 - 2.472.000) für den vom longitudinalen Sektor von 150° Ost - 100° West sowie 3.187.000 (1.754.000 - 4.748.000) für den Sektor 90° West - 30° West. Regionale Abundanzabschätzungen für Rossrobben, Seeleoparden und Weddellrobben sind nach Southwell et al. (2012) äußerst unsicher. Für den Sektor 150° Ost - 100° West werden 331.000 (144.000 - 759.000) Weddellrobben, 15.000 (3.500 - 65.000) Seeleoparden und 22.600 (11.700 - 43.700) Rossrobben angegeben. Für den Sektor 90° West - 30° West werden 302.000 (77.000 - 576.000) Weddellrobben, 13.200 (3.700 - 23.100) Seeleoparden und keine Abschätzungen für Rossrobben angegeben, da es zu letzteren nur eine einzelne Sichtung gab.

95. Die neuesten Beobachtungsdaten über Robben im südlichen Amundsenmeer stammen von Joiris & D'Hert (2015) und von C. Joiris (noch nicht publiziert). Die Daten aus dem Gebiet des Amundsenmeeres sind während der Polarstern-Expedition ANT-XXVI/3 (2010) aufgenommen wurden

(die vollständigen Daten liegen dem UBA vor). Zusammenfassend ergeben diese Beobachtungsdaten für das Schelfgebiet des Amundsen Sea Embayment und der Pine Island Bay eine hohe Anzahl von Robben, von denen die Krabbenfresserrobben die überwiegende Mehrheit (14.100 counts; etwa 97%) und Weddellrobben, Rossrobben, Seeleoparden und Pelzrobben eine Minderheit ausmachen.

2.5 Sondergebiete

2.5.1 ASPAs und ASMAs

96. Im Bereich des Weddellmeeres und der Antarktischen Halbinsel wurden von den Antarctic Treaty Consultative Meetings (ATCM) zahlreiche Antarctic Special Protected Areas (ASPAs) und Antarctic Specially Managed Areas (ASMAs) eingerichtet (s. Annex 9), wobei nicht alle dieser Sondergebiete auch marine Anteile umfassen. Im Bereich des Amundsenmeeres gibt es keine ASPAs oder ASMAs.

97. Die Planung und Beantragung von wissenschaftlichen Expeditionen mit FS Polarstern im Bereich des Antarktisvertrages berücksichtigt die Lage von ASPAs und ASMAs. Generell wird vermieden, in diesen speziell geschützten bzw. verwalteten Gebieten zu forschen, d.h. es kommt auch zu keinem Einsatz der in der UES behandelten hydroakustischen Geräte. Sollte es aufgrund besonderer wissenschaftlicher Fragestellungen notwendig sein, in einem ASPA zu arbeiten, dann wird über das Umweltbundesamt hierfür eine spezielle Genehmigung eingeholt. Das Betreten von ASMAs bedarf keiner speziellen Genehmigung.

2.5.2 South Orkney Islands Southern Shelf MPA

98. In 2009 beschloss die Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources (CCAMLR) ein ca. 94.000 km² großes Gebiet südlich der Süd Orkney Inseln unter Schutz zu stellen (s. Abb. 9.3 in Annex 9).

100. Das South Orkney Islands Southern Shelf MPA verbietet die kommerzielle Fischerei in dem Gebiet und enthält keine Maßnahmen, die den Einsatz von hydroakustischen Geräten im MPA einschränken. Sollte FS Polarstern das Gebiet dieses MPAs durchfahren und/oder dort wissenschaftliche Untersuchungen (einschl. hydroakustischer Arbeiten) vornehmen, so wird dies in den entsprechenden UBA-Anträgen vermerkt und CCAMLR und die für CCAMLR zuständige UK-Behörde entsprechend unterrichtet.

2.5.3 Important Bird Areas

101. Wie unter Paragraph 41 vermerkt, werden die potentiellen Auswirkungen des Einsatzes hydroakustischer Geräte auf Vögel in der vorliegenden UES nicht berücksichtigt. Trotzdem sei an dieser Stelle auf den in 2015 publizierten Atlas *Important Bird Areas in Antarctica* (Harris et al., 2015) verwiesen. Diese Publikation wurde von ATCM in Resolution 5 (2015) begrüßt und anerkannt, trotzdem haben die Important Bird Areas im Unterschied zu den o.g. ASPAs, ASMAs und MPA keinen rechtlich-bindenden Status.

102. Eine Übersichtskarte der Important Bird Areas in der Antarktis (einschl. der in dieser UES behandelten Untersuchungsgebiete) ist in Annex 9, Abb. 9.4 dargestellt.

3 Beschreibung der Tätigkeit

103. Im Rahmen diese UES werden folgende hydroakustischen Geräte berücksichtigt:

- Fächerecholot Atlas Hydrosweep DS3 (in Folgenden kurz "Hydrosweep DS 3")
- Sub-bottom profiler Atlas Parasound P 70 (in Folgenden kurz "Parasound")
- Forschungsecholot Simrad EK 60/80 (in Folgenden kurz "EK60" und "EK 80")
 - (i) im Single-Kanal / Frequenz-Modus (18 kHz);
 - (ii) im Mehrkanal / Frequenz-Modus (38, 70, 120 und 200 kHz);
- USBL Ortungssysteme Posidonia und GAPS

104. Diese hydroakustischen Geräte arbeiten mit Schallemissionen von 15 bis 200 kHz und überlappen mit dem Hörbereich von in der Antarktis heimischen Säugetieren (Wale und Robben).

105. Nicht in der UES berücksichtigt wird das zuletzt in der 2013/14 Saison eingesetzte SC-ADCP (Self-Contained Acoustic Doppler Current Profiler) vom Typ RD Instruments Workhorse Long Ranger 75 kHz (s. Antrag **Meereisbojen-Einsatz während Filchner Outflow System (MeBO-FOS) Expedition PS ANT XXIX/9** Geschäftszeichen I 3.5-94003-3/314). Nach Auskunft von Herrn Dr. Strass (AWI) ist ein Einsatz dieser Geräte im Bereich des Antarktisvertrages in absehbarer Zukunft nicht vorgesehen.

3.1 Ziel und Notwendigkeit

3.1.1 Fächerecholot Atlas Hydrosweep DS3

106. Mit dem Fächerecholot Atlas Hydrosweep DS3 erfolgt die schiffsbasierte Erfassung bathymetrischer Daten im Bereich der Antarktis (südlich von 60° Süd) während Expeditionen mit dem Forschungseisbrecher Polarstern zur Bestimmung der Meeresbodentopographie.

107. Bathymetrische Informationen und die aus ihnen abgeleitete Meeresbodentopographie bilden einen Basisdatensatz, der für eine Vielzahl wissenschaftlicher Disziplinen von Bedeutung ist. Häufig ist die Interpretation von wissenschaftlichen Ergebnissen nur unter Berücksichtigung des räumlichen Umfelds möglich, oder das räumliche Umfeld geht direkt als Umweltparameter in wissenschaftliche Studien ein. Ein ganzer Wissenschaftszweig, der Bereich Habitatkartierung, widmet sich explizit dem Einfluss kartierbarer Umweltparameter auf Habitate und Ökosysteme (z.B. Harris and Baker, 2011).

108. Generell lässt sich sagen, dass meeresbodennahe Prozesse, die durch die Gravitation beeinflusst werden, nur unter Berücksichtigung der Meeresbodentopographie verstanden werden können. Auch lassen sich an Hand der Meeresbodentopographie Rückschlüsse auf die Beschaffenheit der Meeresbodens ziehen. Wissenschaftliche Fragestellungen, bei denen bathymetrische Daten benötigt werden, sind daher z.B. Transportwege von Nährstoffen und Sedimenten über den Schelf und in die Tiefsee (z.B. Dowdeswell et al., 2004; Post et al., 2011) und die Wege warmer Wassermassen über den Schelf zu marinterminierenden Gletschern und Eisschelfen (z.B. Hellmer et al., 2012). Gerade der letzte Prozess ist eng mit klimatischen Prozessen gekoppelt.

109. Neben der direkten wissenschaftlichen Bedeutung sind bathymetrische Informationen für effiziente Expeditionsplanungen und Beprobungsstrategien unerlässlich. An Hand der Meeresbodentopographie lassen sich Zielgebiete für wissenschaftliche Studien identifizieren und Routenplanungen optimieren. Durch verbesserte Expeditionsplanungen lassen sich wiederum die Umweltauswirkungen wissenschaftlicher Arbeiten minimieren.

110. Des Weiteren sind bathymetrische Informationen auch für sicheres Navigieren in antarktischen Gewässern von Bedeutung. Aus diesem Grund hat die ATCM die Resolution 5 (2014) mit dem Titel

"Strengthening Cooperation in Hydrographic Surveying and Charting of Antarctic Waters" verabschiedet (s. Annex 16). Diese Resolution ermutigt alle Schiffe, die im Rahmen nationaler Antarktisprogramme oder im Bereich des Antarktisvertrags operieren, hydrographische und bathymetrische Daten aufzuzeichnen, sowohl während Transitfahrten als auch bei Antarktisreisen.

111. Bisher sind nur ca. 17% des Meeresbodens des Südozeans akustisch vermessen. Weite Bereiche sind unkartiert und nur grob durch Satellitenmessungen erfasst (Arndt et al. 2013). Immer wieder werden neue unterseeische Strukturen entdeckt. Erst 2013 ist beispielsweise ein bis dato unbekannter ca. 400m hoher und 10km langer Berg auf dem Schelf im westlichen Weddellmeer kartiert worden (Dorschel et al., 2014).

3.1.2 Sedimentecholot ATLAS Parasound P70

112. Das Ziel ist die schiffsbasierte Erfassung von Sedimentecholot-Daten im Bereich der Antarktis (südlich von 60° Süd) während Expeditionen mit dem Forschungseisbrecher Polarstern zur Bestimmung der oberflächennahen Sedimentstrukturen. Sedimentecholot-Daten bilden einen Basisdatensatz, den man einerseits eigenständig bearbeiten kann, der andererseits aber auch die Grundlage für weitere Untersuchungen bildet.

113. Mit dem Sedimentecholot werden die obersten Sedimentschichten (bis in eine maximale Tiefe von ca. 200 m) erfasst. Dabei werden mit einer recht hohen Auflösung im dm-Bereich die Geometrien der Sedimentpakete dargestellt. Dies lässt wiederum Rückschlüsse auf Ablagerungsbedingungen zu. In den Sedimentecholot-Daten kann man beispielsweise erkennen, ob Sedimente durch glaziale Prozesse gestört wurden (gepflügt von Eisberg-Kielen, verdichtet durch Auflast von Eis, Bildung von Moränen). Ebenfalls kann man erkennen, ob Sedimente vorrangig durch Meeresströmungen abgelagert wurden und gegebenenfalls Veränderungen von Meeresströmungen rekonstruieren. In den Sedimentpaketen sind außerdem auch Rutschungen gut erkennbar, sowie die Pfade, entlang derer Gas migrieren kann. Im Gegensatz zu bathymetrischen Daten, welche flächig die Meeresbodentopographie abbilden und somit eine Momentaufnahme darstellen, kann man mit Sedimentecholot-Daten weit in die Vergangenheit blicken. In den bis zu 200 m können mehrere Hunderttausend Jahre stecken, entsprechend kann man diese Daten nutzen, um die Entwicklung der Klima- und Umweltbedingungen in diesem Zeitraum zu rekonstruieren.

114. Neben der Auswertung von Sedimentecholot-Daten als eigenständiger Wissenschaftszweig bilden diese Daten aber auch die Grundlage beispielsweise für die Kernnahme. Anhand der Sediment-Geometrien kann festgestellt werden, ob sich eine bestimmte Lokation für eine Kernnahme eignet. Will man bestimmte Glazialprozesse rekonstruieren bzw. datieren, wird man in den Sedimentecholot-Daten nach diesen Strukturen suchen und gezielt an entsprechenden Lokationen Kerne nehmen. Außerdem kann man anhand der Echogramme Aussagen über die zu erwartende Lithologie machen und entsprechend die Kerngeräte bestücken. Kernlokationen können nur anhand von Sedimentecholot-Daten ausgewählt werden, da sonst weder ihr räumlicher Bezug zu den zu untersuchenden Strukturen bekannt ist, noch sichergestellt ist, dass die gewünschte Struktur überhaupt beprobt wird („Kernnahme im Blindflug“). Zusätzlich kann nur anhand von Sedimentecholot-Daten gewährleistet werden, dass das richtige Kerngerät in der richtigen Konfiguration eingesetzt wird. Neben der direkten wissenschaftlichen Bedeutung liefern Sedimentecholot-Daten somit unverzichtbare Information für die effiziente Expeditions- und Geräteplanung.

3.1.3 EK60 und EK80

Single-Kanal / Frequenz-Modus

115. EK60/80 wird im Single-Kanal / Frequenz-Modus (18 kHz) betrieben um die Meerestiefe zu ermitteln (sofern Hydrosweep DS 3 oder das Sedimentecholot ATLAS Parasound P70 nicht eingeschaltet sind)². Genauso wie die geographische Länge und Breite ist die Tiefe des Meeresbodens ein Basisparameter, der zeitgleich mit der Probennahme auf Station erhoben werden muss. Genaue Tiefenangaben sind ebenfalls notwendig für das genaue Wiederauffinden von Proben-Lokalitäten oder von Positionen, wo wissenschaftliche Geräte am Meeresboden verankert wurden.

Mehrkanal / Frequenz-Modus

116. EK60/80 wird im Mehrkanal / Frequenz-Modus (38, 70, 120 und 200 kHz) betrieben um in der Wassersäule wissenschaftliche Untersuchungen der Bestandsdichten von Zooplankton und Krill vorzunehmen, die eine zentrale Stellung im Nahrungsnetz des Südlichen Ozeans einnehmen. Ihr Bestand, ihre räumliche Verteilung, ihr Fraß- und Wanderverhalten bestimmen neben Faktoren wie Licht und Verfügbarkeit von Mikronährstoffen die Höhe der Phytoplankton-Produktion. Von ihrer Aktivität hängt das oberflächennahe Recycling von Nährstoffen und Kohlenstoff aus der aufgebauten Phytoplankton-Biomasse oder dessen Export in tiefere Wasserschichten ab.

117. Zooplankton und Krill-Forschung ist unabdingbar für jede Ökosystemforschung der Antarktis. In Hinsicht auf die Effekte auf das Erdklima ist diese Forschung von einem vitalen Allgemeininteresse. Der Südliche Ozean hat eine räumliche Überdeckung von etwa 32 Millionen Quadratkilometern. Der logistische Aufwand und die harschen polaren Bedingungen lassen in Relation zur enormen Größe des Gebiets eine nur spärliche zeitliche und räumliche Überdeckung mit Messungen zu. Die äußerst fleckenhafte Verteilung von Zooplankton und Krill sowie deren Nahrung, verschärft das Problem, eine hinreichend große Messüberdeckung zu erreichen, die wissenschaftliche Aussagen zur groß- und kleinräumigen Verteilung und Verhaltensmustern von Krill und Zooplankton erlaubt.

3.1.4 Ortungssysteme Posidonia und GAPS

118. Mit Hilfe der Ultra Short Baseline (USBL) Systeme Posidonia und GAPS werden die genauen 3D-Positionen von Messgeräten in der Wassersäule bestimmt.

119. Das Posidonia-System registriert Signale, die sich innerhalb eines 120° Kegels unter der Antenne befinden. Somit werden Positionen i.d.R. nur von Geräten erfasst, die am Forschungsdraht zu Wasser gebracht werden, z.B. Greifer (Kastengreifer, Backengreifer, Multigreifer), Lote (Multicorer, Kolbenlot, Schwerelot) und andere wissenschaftliche Geräten (OFOS, Wärmestromlanze). Die Reichweite des Systems beträgt 6.000 Meter, so dass fast die gesamte Tiefsee unter Zuhilfenahme der USBL-Positionierung beprobt werden kann.

120. Insbesondere bei vorhandenen Meeresströmungen und größeren Tiefen kann die Auslenkung des Forschungsdrahtes, an dem das Messgerät hängt, signifikanten Einfluss haben, der ohne Positionierungssystem an den Geräten nicht erfasst, sondern bestenfalls nur abgeschätzt werden kann. Bei stark strukturierter Meeresboden-Topographie ist die genaue Position des Gerätes wichtig, damit dieses nicht oder ggf. nicht zu früh auf dem Meeresboden aufsetzt. Anhand der von Posidonia gelieferten Daten über die Abweichungen der Ist- von der Sollposition kann der Nautiker das Schiff entsprechend nachführen.

121. Das GAPS-System hat einen Öffnungswinkel von 200 Grad, so dass auch Geräte neben dem Schiff oder in größerer horizontaler Entfernung knapp unter der Wasseroberfläche registriert werden

² **Anmerkung:** Wenn das Hydrosweep DS3 oder das Sedimentecholot ATLAS Parasound P70 eingeschaltet sind, dann wird die Meerestiefe von diesen Geräten erfasst. Falls diese Geräte ausgeschaltet sind erfolgt kann die Meerestiefe durch EK 60/80 im Single-Kanal/Frequenz-Modus ermittelt werden.

können. Dies ist besonders bei geschleppten Systemen aber auch bei AUVs und ROVs nötig. Die Reichweite des GAPS beträgt 3.000 Meter.

122. Das Posidonia-System kann hydroakustische Signale aussenden, die von einem Releaser empfangen werden, der an dem am Meeresboden verankerten Gerät (z.B. Moorings oder Lander) angebracht ist. Nach dem Auslösen kann das Gerät mit Posidonia bei seinem Aufstieg durch die Wassersäule beobachtet werden. Auf diese Weise kann das erfolgreiche Auslösen zeitnah nachvollzogen werden, wohingegen eine optische Bestätigung erst nach ein bis zwei Stunden möglich ist, wenn die Auftriebskörper an der Oberfläche erscheinen. Insbesondere in eisbedeckten Gebieten ist die Verfolgung des Aufstiegs von Verankerungen essentiell, weil die Auftriebskörper unter dem Eis ohne Hilfsmittel praktisch nicht mehr gefunden werden können.

3.2 Beschreibung der eigentlichen Tätigkeit

3.2.1 Fächerecholot Atlas Hydrosweep DS3

123. Bathymetrische Messungen zur Erfassung der Meeresbodentopographie können nur mit hydroakustischen Verfahren durchgeführt werden. Für die Aufzeichnung bathymetrischer Daten innerhalb eines Streifens direkt unterhalb des Schiffes (Abb. 4, nächste Seite) wird auf Polarstern das schiffsintegrierte Hydrosweep DS3 Fächerecholot verwendet (technische Informationen siehe Datenblatt in Annex 17). Dieses Gerät ist im Kastenkiel des Forschungsschiffes RV Polarstern eingebaut und besteht aus zwei Wandlergruppen, die kreuzweise am Schiffsboden angeordnet sind (Abb. 5, nächste Seite).

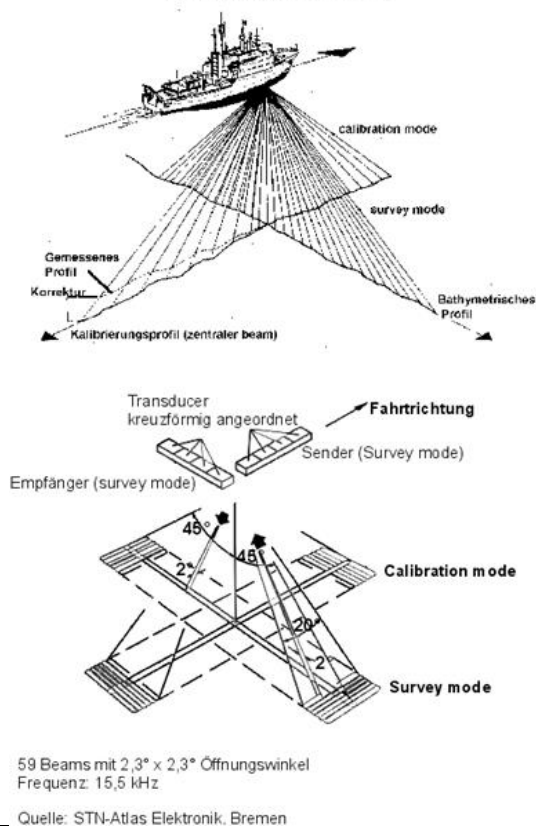


Abb. 4:
Schematische Darstellung des Fächerlotes Atlas Hydrosweep

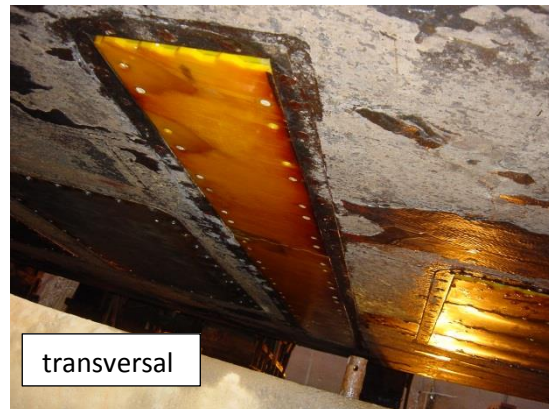


Abb. 5:
Transversaler und longitudinaler Hydrosweep DS2 Wandlerarray im Kastenkiel von RV Polarstern. Die Fläche der Wandlerarrays beträgt jeweils 3.0×0.3 m. Im Survey Mode ist das Array parallel zur Schiffslängsachse (der longitudinale Array) das "Sende Array" und das Array quer zur Schiffslängsachse (das transversale Array) das "Empfangs Array".

124. Generell wird das Fächerecholot während Expeditionen kontinuierlich betrieben und nur in Stand-By versetzt, wenn sich das Schiff keine Fahrt voraus macht. Während Transitfahrten im sogenannten Routinebetrieb, werden mit dem Fächerecholot en-route Daten aufgezeichnet. Diese Daten können von minderer Qualität sein, da nicht immer alle Korrekturparameter erfasst werden können. Dennoch gehen diese Daten in regionale Kompilationen ein wie z.B. die **International Bathymetric Chart of the Southern Ocean, IBCSO** (Arndt et al., 2013) und erweitern die Bereiche, für die hochauflösende Informationen über die Meeresbodentopographie des Südozeans existieren. Detailvermessungen werden in Bereichen durchgeführt, die für wissenschaftliche Fragestellungen relevant sind. Diese Fragestellungen können rein bathymetrischer Natur sein, beinhalten aber fast immer auch biologische, geologische, ozeanographische und glaziologisch/klimatologische Aspekte (siehe Dorschel et al., 2014 und Dorschel et al., 2015).

125. Um bathymetrischen Arbeiten möglichst effizient durchzuführen, finden Wiederholungsmessungen (abgesehen von punktuellen oder kleinräumigen Überlappungen von Messtransekten) nicht statt. Messungen in Gebieten, die bereits während vorangegangener Expeditionen erfolgreich vermessen worden sind, werden grundsätzlich nicht wiederholt. Während Transitfahrten wird versucht, die bestehende Fächerecholotabdeckung zu erweitern und Doppelmessungen zu minimieren. Die einzelnen Transekte überlappen also nicht, werden aber - im

günstigsten Fall parallel - so nebeneinander gelegt, dass möglichst keine Messlücken entstehen. Die genaue Lage der potentiellen Messgebiete wird räumlich nicht nur durch die bereits erfolgten Messungen auf vorangegangenen Expeditionen, sondern auch durch die aktuellen Meereisbedingungen bestimmt, die aber nicht vorhersagbar sind.

3.2.2 Sedimentecholot ATLAS Parasound P70

126. Sedimentecholot-Messungen können nur mit akustischen Verfahren durchgeführt werden. Für die Aufzeichnung dieser Daten wird auf Polarstern das schiffsintegrierte Atlas Parasound P70 verwendet (siehe Datenblatt in Annex 18 für technische Informationen).

127. Generell wird das Sedimentecholot während Expeditionen kontinuierlich betrieben. Es wird nur in Standby versetzt, wenn das Schiff keine Fahrt voraus macht, z.B. während Stationsbetrieb. Während Transitfahrten im Routinebetrieb werden mit dem Sedimentecholot en-route-Daten aufgezeichnet. Diese Daten werden für die Fahrtplanung zukünftiger Fahrten verwendet und gehen auch in die Kompilation von Karten ein. Aktuell wird für den arktischen Ozean eine Karte der Oberflächensedimente erstellt, in die alle bisher erhobenen Sedimentecholot-Daten aller im arktischen Ozean arbeitenden Institutionen einfließen (Mosher et al., 2015). Eine ähnliche Kompilation ist auch für die Daten aus der Antarktis angedacht. Detailvermessungen werden in Bereichen durchgeführt, die für wissenschaftliche Fragestellungen relevant sind. Diese Fragestellungen können rein sedimentologischer Natur sein, beinhalten aber fast immer auch andere Aspekte z.B. (paläo)ozeanographischer, glaziologischer, (paläo)klimatologischer Natur (e.g., Dorschel et al., 2015; Gebhardt et al., 2011). Wiederholungsmessungen werden hier möglichst vermieden (abgesehen von kleinräumigen oder punktuellen Überlappungen, wenn gezielt Kernlokationen angefahren werden). Auch bei Transitfahrten wird darauf geachtet, keine Messungen aus vorangegangenen Expeditionen zu wiederholen. Stattdessen wird nach Möglichkeit – im Rahmen der Eisbedingungen – die Route so gewählt, dass noch nicht vermessene Gebiete befahren und somit neue Daten gesammelt werden.

128. Im Normalbetrieb werden das Sedimentecholot und das Fächerecholot (Atlas Hydrosweep DS3) gleichzeitig eingesetzt. Der gleichzeitige Einsatz des Sedimentecholotes und der Fischereiecholote EK60/EK80 schließt sich frequenzbedingt aus.

3.2.3 EK60 und EK80

Single-Kanal / Frequenz-Modus

129. Zum Zweck der Tiefenbestimmung wird im Abstand von mehreren Sekunden ein kurzer Puls ausgesendet, um den Boden zu detektieren. Die Messungen werden mit dem Simrad EK60 und einer Schallfrequenz von 18 kHz vorgenommen. Die Messungen erfolgen gewöhnlich bei einer Pulslänge von 1 ms und bei großen Wassertiefen von mehreren tausend Metern mit einer Pulslänge von 2 ms. Der Abstand zwischen den Messungen ist tiefenabhängig und diese erfolgen gewöhnlich mit maximalen Pulsraten kleiner 0.4 Hertz.

Mehrkanal / Frequenz-Modus

130. Hydroakustische Messungen mit wissenschaftlichen Echolotsystemen wie Simrad EK60/80 ermöglichen eine Bestandsuntersuchung mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung entlang der Fahrtstrecke des Schiffs. Sie stellen den internationalen Standard für die Bestandsuntersuchung vieler mariner Organismen dar. Das ökologisch - fischereiliche Bestandsmanagement basiert auf internationaler und nationaler Ebene auf hydroakustischen Bestandsuntersuchungen (siehe z.B. Beschlüsse der Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources, CCMLAR).

131. Eingesetzt wird ein wissenschaftliches Echolotsystem mit engem Schallkegel und - verglichen mit anderen in Untersuchungen eingesetzten Schallquellen – einer geringen Intensität des Schalls, der bei den Messungen ausgesendet wird. Die Messungen werden mit einem Simrad EK60 durchgeführt. Die Messungen erfolgen mit einem kurzen Schallimpuls (1 ms) in Zeitabständen von mehreren Sekunden. Es können bis zu 5 Schallfrequenzen (18, 38, 70, 120 und 200 kHz) eingesetzt werden. Im Regelfall erfolgen die Messungen (Krill- und Zooplanktonuntersuchung) mit 4 Schallfrequenzen (38, 70, 120 und 200 kHz). Die Intensität des bei den unterschiedlichen Schallfrequenzen rückgestreuten Schalls ermöglicht die Identifikation (z.B. die Unterscheidung zwischen Krill, Fisch und Zooplankton) und die Berechnung des Tierbestands mit einer hohen vertikalen und räumlichen Auflösung. Die Messungen erfolgen entlang des Schiffskurses bzw. entlang spezieller Messstrecken, die mit dem Schiff abgefahren werden.

132. Das Simrad EK80 Forschungsplot stellt eine Weiterentwicklung des Simrad EK60 dar. Das Simrad EK80 nutzt für die Messungen den Schallwandlerbestand des Simrad EK60. Das EK80 kann im EK60 Modus (CW) oder im neuen EK80 Modus mit Frequenz-modulierter Signalform (FM) betrieben werden. Das Energie-Niveau ist gegenüber dem EK60 unverändert. Die Messungen erfolgen im Abstand von einigen Sekunden ebenfalls mit einem kurzen Schallimpuls, der jedoch im Vergleich zum Simrad EK60 erhöht sein kann (2 ms). Die Frequenz-modulierte Signalform ermöglicht die Messung der Rückstreu-Eigenschaften der untersuchten Organismen über einen Frequenzbandbereich und ermöglicht damit eine stark verbesserte Art-Identifikationsmöglichkeit und somit verbesserte Bestandsabschätzung. Zurzeit sind auf FS Polarstern zwei EK80 Elektronikeinheiten installiert, die Messungen mit dem 70 kHz EK60 (ES 70C) und dem 120 kHz EK60 (ES 120C) Schallwandler über den Frequenzbereich von 45- 90 kHz bzw. 95-160 kHz ermöglichen. Ebenso soll in Zukunft ein geschlepptes Simrad EK80 (als Bestandteil des z.Zt. in der finalen Entwicklung befindlichen "topAWI" Mess-Systems) mit zwei Schallwandlern, die Messungen über den Frequenzbereich von 95- 160 kHz bzw. 260-460 kHz ermöglichen, für die Untersuchungen eingesetzt werden.

3.2.4 Posidonia und GAPS

133. Zur Unterwasserpositionierung von Forschungsgeräten mittels Ultra Short Baseline (USBL) kommen auf Polarstern zwei Systeme der Firma IXBLUE, Posidonia 6000 und GAPS, zum Einsatz. Bei Posidonia stehen zwei verschiedene Antennentypen zur alternativen Nutzung zur Verfügung, eine fest im Schiffsrumpf eingebaute Antenne (Flush-Antenne) sowie eine mobile (deployable) Antenne, die an einem Geräteträger montiert über den Brunnenschacht von Polarstern unter das Schiff geführt wird. Flush- und deployable Antenne besitzen die gleichen hydroakustischen Eigenschaften.

134. Zum Auslösen von Verankerungen kommt als Backup ggf. der Handauslöser MT801 zum Einsatz, falls die Posidonia-Antennen nicht betriebsbereit sein oder sonst eine Funktionsstörung aufweisen sollten. Für das GAPS-System besteht kein entsprechendes Backup an Bord.

135. Bei der deployable Posidonia-Antenne sowie bei der GAPS-Antenne ist die Messvorbereitung recht zeitaufwendig, da erst der Verschlusskorb herausgenommen und die am Geräteträger befestigte Antenne im Brunnenschacht hinabgelassen werden muss. Da das Schiff in eisbedeckten Gebieten nur mit eingesetztem Verschlusskorb fahren darf, muss auf dem Transit zwischen zwei Stationen der Geräteträger immer wieder herausgenommen werden. Bei der Posidonia Flush-Antenne hingegen muss nur das Schutzfenster auf- und zugefahren werden, weshalb der Einsatz der Flush-Antenne stets der Vorzug gegenüber der deployable Antenne gegeben wird. Die deployable Antenne wird somit vor allem als Backup-System mitgeführt.

136. In eisfreien Gewässern darf das Schiff mit eingesetzter GAPS- oder deployable Posidonia-Antenne maximal bis zu 5 Knoten schnell fahren. Bei größeren Geschwindigkeiten als 5 Knoten ist mit Verformungen der Antennen zu rechnen, weshalb die Geräte vorher aus dem Brunnenschacht

genommen werden müssen. Für die Flush-Antenne besteht bei eisfreien Gewässern theoretisch keine Einschränkung für die Schiffsgeschwindigkeit.

137. Das Posidonia-System ist starr mit dem Schiff verbunden und erhält seine äußere Orientierung (Position, Heading, Lagewinkel) durch die Lagesensorik des Schiffs. Das System GAPS erhält seine äußere Orientierung ebenfalls über das Schiff, besitzt darüber hinaus aber auch ein eigenes Inertialsystem (INS), das nach dem Einbau im Brunnenschacht durch Abfahrt eines Kalibrierprofils stets noch orientiert werden muss.

137. Der Transponder oder Releaser kann bei Bedarf auf beliebigen Forschungsgeräten oder auch direkt am Forschungsdraht montiert werden. Geräte, für die immer eine Positionierung erforderlich ist (z.B. OFOS, AUV, ROV) sind mit einem eigenen Transponder ausgestattet, der über die Stromversorgung des jeweiligen Systems betrieben wird.

139. Bei Geräten, die über ein Datenkabel mit dem Schiff verbunden sind, besteht die Möglichkeit, an den Transponder über das Kabel ein Synchronisationssignal zu senden. Dieser Responder-Modus kann z.B. beim OFOS und bei ROVs genutzt werden. Der Responder-Modus bewirkt eine etwas größere Zuverlässigkeit und Genauigkeit der registrierten Koordinaten. Die Pingwiederholrate ist so groß voreingestellt, dass sich auch bei maximaler Reichweite immer nur ein Signal in der Wassersäule befindet.

140. Beim Lösen einer Verankerung bleibt das Grundgewicht (i.d.R. ein Eisenbahnrad) am Boden, wobei alle anderen Komponenten (Doppel-Releaser, Ketten/Seile, Messgerät und Auftriebskörper) aufsteigen und wieder an Bord genommen werden.

141. Bei Auslösen und Verfolgen von Verankerungen steht das Schiff nahe der Station, beim Einsatz von Geräten über dem Forschungsdraht steht das Schiff somit über der Station. Während dieser Zeiten werden die profilierenden Lote wie Hydrosweep, Parasound, „Fischereilot“ EK-60/80 (im Mehrkanal-Modus) und ADCP abgeschaltet. Beim Einsatz von Schleppsystemen kann der parallele Einsatz der anderen Lote wissenschaftlich notwendig sein.

3.4 Wissenschaftliche Methoden

3.4.1 Fächerecholot Hydrosweep DS3

142. Das System operiert wassertiefenabhängig in unterschiedlichen Sendemodi: dem Omni Modus oder einem von zwei RDT Modi (Rotational Directional Transmission).

143. Im Folgenden soll der für Wassertiefen zwischen 3.300 und 11.000 m genutzte „Deep Sea II / RDT 3 Beam Mode“ untersucht werden, der sowohl die maximale Impulsstärke als auch die maximale Impulslänge nutzt. Im RDT 3 Beam Mode besteht jeder „Ping“ aus drei aufeinander folgenden Segmenten (Backbord-Seitenkeule, Zentralkeule, Steuerbord-Seitenkeule), von denen jede einen Raumbereich von 2.3° in Schiffsrichtung und $\sim 30^\circ$ quer zur Schiffsrichtung beschallt. Die drei Segmente werden zeitlich versetzt beschallt, wobei kumulativ ein Raumwinkel von 90° (jeweils 45° nach Steuerbord und Backbord aus der Vertikalen) abgedeckt wird. Die Segmente sind zeitlich durch kurze Pausen (ca. 1 ms) getrennt. Die Emissionsdauer eines einzelnen Segmentes beträgt maximal 24 ms für die Seitenkeulen und 12 ms für die Zentralkeule. Während die Seitenkeulen mit einem nominellen Quellschallpegel von 239 dBRMS re. 1 μPa @ 1m beschallt werden (Email von Herrn Zwanzig, Atlas Hydrographic, vom 6. Juli 2004), ist dieser Wert in der Zentralkeule auf 236.5 dB RMS re. 1 μPa @ 1m herabgesetzt (fernmündliche Auskunft von Herrn Zwanzig, Atlas Hydrographic, am 1. Juli 2004).

144. Um das Hydrosweep im RDT Mode zu kalibrieren, wird der Sendefächer in regelmäßigen Intervallen um 90° in Schiffsängsrichtung gedreht (Calibration Mode). Hierzu werden die Funktionen des transversalen und des longitudinalen Arrays getauscht. Der einzige Unterschied zum Survey Mode besteht dabei in der Ausrichtung des Fächers, eine zusätzliche Insonifikation entsteht nicht, da die Pings des Calibration Mode anstelle der Pings des Survey Mode ausgesandt werden. Insofern sind die im Folgenden angestellten Berechnungen uneingeschränkt gültig.

145. Begrifflich wird zwischen Seiten- und Nebenkeulen unterschieden. Als Seitenkeulen verstehen wir die Steuerbord- und Backbord-Fächersegmente. Der Begriff Nebenkeulen hingegen beschreibt weitere, stark gedämpfte kleinskalige Keulen, die durch die Arbeitsweise eines multisektionalen Schallwandlers entstehen.

3.4.2 Sedimentecholot ATLAS Parasound P70

146. Der Einsatz des Sedimentecholotes dient der Gewinnung von Information über die oberflächennahen Sedimentschichten. Diese Daten bilden einen Basisdatensatz für eine Vielzahl wissenschaftlicher Anwendungen (siehe auch Kapitel 3.1.2 und 3.2.2).

3.4.3 EK 60 und EK 80

Single-Kanal / Frequenz-Modus

147. Durch den Betrieb von EK60/80 im Single-Kanal / Frequenz-Modus bei 18 kHz wird die Meeresbodentiefe ermittelt. Dies ist ein Standard-Parameter, der für alle wissenschaftlichen Untersuchungen und Proben aus dem Meer angegeben werden muss.

Mehrkanal / Frequenz-Modus

148. Aus der Gesamtheit der Messungen mit dem Simrad EK60 bzw. mit dem Simrad EK80 kann eine klein- und großräumige Bestandsabschätzung der untersuchten Organismen erfolgen. Messungen über einen hinreichend langen Zeitraum z.B. über eine Vielzahl täglicher vertikaler Wanderzyklen von Krill und Zooplankton in Abhängigkeit lokaler Umweltparameter (z.B. des lokalen Nahrungsangebots) ermöglicht die Herleitung spezieller Verhaltensweisen der untersuchten Organismen (Krägersky et al. 2009, Cisewski et al. 2010).

149. Die hydroakustischen Untersuchung mit EK60/80 sind nicht-invasiv, d.h. es werden weder Organismen entnommen noch kommt es zu Verhaltensänderungen der untersuchten Organismen.

3.4.4 Posidonia und GAPS

150. Die Geräte sind Hilfsmittel zur präzisen Verortung von Forschungsgeräten in der Wassersäule und am Meeresboden, wobei außer der Geräteposition primär keine wissenschaftlich interpretierbaren Daten gewonnen werden (siehe auch Kapitel 3.1 und 3.2).

3.6 Notfallplanung

3.6.1 Fächerecholot Hydrosweep DS3

151. Im Falle von ernsthaften und an Bord nicht behebbaren technischen Problemen beim Betrieb des Fächerecholots kann dieses nicht mehr eingesetzt werden. Konsequenzen für den Schiffsbetrieb, die Schiffssicherheit oder die Umwelt hätte dieses nicht. Für andere wissenschaftliche Programme

ständen bathymetrische Daten für die Stationsplanung nicht mehr zur Verfügung, was eine Einschränkung bedeuten würde, da die genaue Position beispielsweise für geologische Probennahme oftmals auf Basis der genauen topographischen Situation bestimmt wird.

3.6.2 Sedimentecholot ATLAS Parasound P70

152. Im Falle von ernsthaften und an Bord nicht behebbaren technischen Problemen beim Betrieb des Sedimentecholotes kann dieses nicht mehr eingesetzt werden. Konsequenzen für den Schiffsbetrieb, die Schiffssicherheit oder die Umwelt hätte dies nicht.

3.6.3 EK 60 und EK 80

Single-Kanal / Frequenz-Modus

153. Sollte die Erfassung der Meerestiefe durch EK60/80 ausfallen, dann muss die Meerestiefe durch Einsatz von Hydrosweep DS3 oder des Sedimentecholot ATLAS Parasound P70 ermittelt werden.

Mehrkanal / Frequenz-Modus

154. Im Falle von ernsthaften und an Bord nicht behebbaren technischen Problemen beim Betrieb des EK60/80 im Mehrkanal / frequenz-Modus kann das Gerät nicht mehr eingesetzt werden. Konsequenzen für den Schiffsbetrieb, die Schiffssicherheit oder die Umwelt hätte dies nicht.

3.6.4 Posidonia und GAPS

155. Wenn die GAPS-Antenne oder die deployable Posidonia Antenne nicht mehr aus dem Brunnenschacht entnommen werden kann (z.B. im theoretischen Fall wenn sich der Geräteträger im Brunnenschacht verkantet) könnte dies Schiffsbetrieb einschränken. Durch das aus dem Rumpf hervorstehende Gerät wäre ein weiteres Operieren in eisbedeckten Gewässern nicht mehr möglich und das Schiff müsste langsam fahrend in offenes Wasser zurückkehren, damit weder das Gerät noch der Geräteträger im Brunnenkorb beschädigt wird oder weiteren Schaden nimmt. Weiterhin wäre durch das herausstehende Gerät das Einlaufen in Häfen mit geringer Wassertiefe u.U. nicht mehr möglich. Konsequenzen für die Schiffssicherheit oder die Umwelt hätte dieses Ereignis nicht. Die Einschränkung für die wissenschaftliche Arbeit wäre überdies, dass der belegte Brunnenschacht für weitere Nutzungen nicht mehr zur Verfügung steht.

156. Um das GAPS und die deployable Antenne nicht zu beschädigen, darf das Schiff in eisbedeckten Gebieten nur so langsam bewegt werden, dass keine Eisschollen unter das Schiff gedrückt werden, die die Geräte beschädigen könnten.

157. Es ist jedoch sehr unwahrscheinlich, dass die Befestigung des GAPS oder der deployable Antenne am Geräteträger nicht hält. Auch die Prozedur zum Einsetzen der Geräte in den Geräteträger soll den Verlust der Geräte ausschließen. Davon abgesehen werden beide Geräte vor der Montage im Geräteträger / Brunnenschacht mit dem Antennenkabel verschraubt, so dass das Gerät hierüber zusätzlich gesichert ist. Sollte das GAPS dennoch ungesichert ins Wasser fallen, so treibt es an die Wasseroberfläche, wo es geborgen werden kann. Die deployable Posidonia Antenne hingegen hat keinen positiven Auftrieb. Die Posidonia Flush Antenne ist fest verbaut, so dass kein Verlust droht.

158. Ein anderer Problemfall könnte sein, dass ein Releaser am Meeresboden nicht auslöst und somit die komplette Verankerung verloren wäre. Um dies Risiko zu minimieren, kommt in der Regel ein Doppelreleaser zu Einsatz. Zur Vermeidung, dass die Batterien leer sind und die Auslösung nicht mehr ausgeführt werden kann, werden die Verankerungen nach spätestens zwei Jahren wieder

aufgenommen. Sollte eine Verankerung dennoch nicht mehr auslösen, besteht die Möglichkeit, diese mit einem der 18mm Forschungsdrähte (Dredge- oder Geodraht) abzudredgen.

159. Der Verlust eines Transponders würde nur eintreten, wenn das ganze Messgerät an dem der Transponder befestigt ist verloren geht. In diesem Fall würde der Transponder weiter pingen, bis die Batterien leer sind.

4 Alternativen

4.1 Unterlassen des Vorhabens

4.1.1 Fächerecholot Hydrosweep DS3

160. Ein Unterlassen der bathymetrischen Datenaufzeichnung würde dazu führen, dass der Meeresboden des Südozeans nicht hochauflösend vermessen wird. Für viele wissenschaftliche Disziplinen würden dadurch wichtige Basisdaten fehlen (siehe auch Kapitel 3.1 und 3.2). Deutschland würde keinen weiteren Beitrag zu IBCSO leisten können. Dieser Datensatz stellt aber eine wichtige Grundlage für die wissenschaftliche Gemeinschaft im Bereich der Antarktischforschung dar, und seine Weiterentwicklung ist für viele Studien von Vorteil. Die Daten dienen zudem zur Erstellung von Seekarten und dienen damit der Sicherheit des Schiffsverkehrs in der Antarktis. Sie helfen Schiffshavarien mit unter Umständen katastrophalen Folgen für die antarktische Umwelt zu vermeiden. Ein Beispiel hierfür ist die Havarie der Bahia Paraiso (<https://antarktis.ch/2000/01/01/umweltkatastrophen-in-der-antarktis/>). Aus diesem Grund haben die Antarktis-Vertragsstaaten wiederholt auf die Notwendigkeit und Bedeutung der Durchführung von hydrographischen und bathymetrischen Surveys hingewiesen (s. ATCM Resolution 5 von 2014 in Annex 16).

4.1.2 Sedimentecholot ATLAS Parasound P70

161. Mit dem Sedimentecholot werden die räumlichen Zusammenhänge der oberflächennahen Sedimentstrukturen erfasst. Diese Information bildet die Grundlage für die Stationsplanung. Würde die Datenaufzeichnung mit dem Sedimentecholot unterlassen, stünden diese Informationen nicht mehr zur Verfügung. Dies würde eine drastische Einschränkung bedeuten, da der räumliche Bezug zwischen Sedimentkern und umgebenden Sedimentschichten unbekannt wären. Es könnten somit auch nicht mehr gezielt beispielsweise Glazialstrukturen im Untergrund per Sedimentkern beprobt werden. Sedimentkerne müssten somit sozusagen im „Blindflug“ genommen werden und wären nur sehr beschränkt auswertbar. Neben der wissenschaftlichen Auswertung gefährdet dies ebenfalls die Geräte zur Kernnahme. Gerade im Falle von sehr teuren Geräten, wie dem MeBo-Bohrgerät des MARUMs Bremen, würde ein Fehlen von Sedimentecholot-Daten im besten Falle zu schlechten Kernen, im schlechtesten Falle bis zu Defekt oder Geräteverlust führen, weswegen diese modernen Geräte ohne hydroakustische Daten gar nicht zum Einsatz kämen. Kurzum, ohne hydroakustische Daten ist eine wissenschaftlich sinnvolle Rekonstruktion vergangener Umweltbedingungen in den Ozeanen nicht möglich.

4.1.3 EK 60 und EK 80

Single-Kanal / Frequenz-Modus

162. Das kontinuierliche Erfassen der Meerestiefe kann gerade in den schlecht kartierten antarktischen Meeresregionen aus Sicherheitsgründen nicht unterbleiben.

Mehrkanal / frequenz-Modus

163. Untersuchungen des Bestands und des Verhaltens von Krill, Zooplankton und Fisch könnten in diesem Fall nicht nach einem international gültigen wissenschaftlichen Standard durchgeführt werden. Damit würde ein wichtiger Beitrag Deutschlands zur Erhebung dieser Daten entfallen, die unabdingbar für die Erforschung und das Verständnis der marinen antarktischen Ökosysteme sind. Die Beiträge, die durch den Einsatz von EK60 und EK80 auf FS Polarstern für die weltweit verfügbare antarktische Datenbasis gewonnen werden, kann nicht mit der Forschungskapazität von Instituten anderer Antarktisvertragsstaaten aufgefangen werden - die gleichfalls diese Datensätze mit den oben genannten Standard-Messmethoden erheben müssen.

4.1.4 Posidonia und GAPS

164. Ein Unterlassen der Unterwasserpositionierung hätte signifikanten Einfluss auf die genaue Verortung von Messproben. Auch der präzise Geräteeinsatz in kleinräumigen Beprobungsräumen wäre nicht mehr gesichert.

165. Die Aufnahme von Verankerungen in eisbedeckten Gebieten wäre ohne den USBL-Einsatz nicht durchführbar, da die Verankerung unter dem Eis nicht mehr gefunden werden kann.

4.2 Wahl anderer Standorte

166. Der Einsatz des Fächerecholotes und des Sedimentecholotes erfolgt flächendeckend um im gesamten Bereich des Antarktisvertrages entsprechende bathymetrische Daten und Informationen über die Struktur der obersten Sedimentschichten zu erhalten. Hierbei wird jedoch darauf geachtet, dass Gebiete nicht doppelt vermessen werden.

167. Der Einsatz von EK 60/80 erfolgt ebenfalls zirkumpolar um im gesamten Bereich des Antarktisvertrages mit höchst möglicher Flächenabdeckung Bestands-Daten von Krill, Fisch und Zooplankton zu erheben und Untersuchung ihrer art- und umgebungsspezifischen Verhaltensreaktionen durchzuführen.

168. Für die in dieser UES betrachteten hydroakustischen Geräte gibt es keine Möglichkeit der Wahl anderer Standorte.

4.3 Wahl anderer wissenschaftlicher Methoden

169. Es gibt keine alternativen wissenschaftlichen Methoden zum:

- Einsatz von Fächerecholoten zur Erfassung bathymetrischer Daten;
- Einsatz von Sedimentecholoten zum Erfassen der oberflächennahen Sedimentstrukturen;
- Einsatz von hydroakustischen USBL-Systeme Posidonia und GAPS zur genauen Verortung wissenschaftlicher Geräte in der Wassersäule und am Meeresboden.

170. Vor Bestandsabschätzungen durch hydroakustische Geräte wie das EK60/80 wurden in der Meeresforschung traditionell Netzfänge für die Artidentifikation und Abundanzabschätzungen eingesetzt. Letztere sind auch noch heute wichtige Hilfsmittel für die Verifikation und für die Ermittlung von Parametern, die in die hydroakustische Bestandabschätzung eingehen (z.B. der Größenzusammensetzung der örtlichen Population einer Art). Mit Netzfängen beprobt man jedoch ein im Vergleich zu hydroakustischen Messverfahren sehr kleines Wasservolumen. Je fleckhafter die Individuen einer Art räumlich verteilt sind, desto mehr Netzfänge sind erforderlich, um eine akzeptable, genaue Bestandabschätzung durchführen zu können. Dies ist aus logistischen Gründen in

den überwiegenden Fällen kaum möglich. Vertikal und horizontal räumlich hochaufgelöste Untersuchungen der Verteilungsmuster von marinen Organismen sind mit Netzfängen nicht möglich. Um die Interaktionen der Tiere mit ihrer Umgebung und ihre Nahrungssuchstrategien zu verstehen, ist eine Kenntnis dieser Verteilungsmuster jedoch unabdingbar.

171. Aus o.g. Gründen gibt es keine Alternativen zum Einsatz von EK60/80.

4.4 Zeitliche Beschränkung

172. FS Polarstern operiert zumeist im Südsommer im Bereich des Antarktisvertrages. Bei der Planung der einzelnen Fahrtabschnitte werden neben logistischen Zwängen (z.B. Eisbedeckung, Notwendigkeit der Versorgung der Neumayer III - Station) auch biologische und ökologische Aspekte berücksichtigt. Wo immer möglich wird versucht, die Arbeiten zeitlich so zu planen, dass durch die wissenschaftlichen Forschungen (einschl. dem Einsatz der hier behandelnden hydroakustischen Geräte) geringst-mögliche Auswirkungen für die Umwelt entstehen.

173. Polarstern-Expeditionen im Bereich der Antarktis sind mit einem hohen Personal- und Kostenaufwand verbunden. Eine zeitliche Beschränkung des Einsatzes der in dieser UES behandelten hydroakustischen Geräte würde die Effizienz dieser Expeditionen - auch im Hinblick auf die Erhebung wissenschaftlicher Daten, z.B. mit den Hydrosweep- und Parasound-Systemen - erheblich beeinträchtigen.

174. Die kontinuierlich Ermittlung der Meerestiefe durch den Einsatz EK60/80 im Single-Kanal / Frequenz-Modus kann gerade im Bereich des Antarktisvertrages schon aus Sicherheitsgründen nicht zeitlich eingeschränkt werden. Die Erforschung des lokalen und zirkumpolaren Bestands von Zooplankton, Krill und Fisch und seiner zeitlichen Veränderung und des sich gleichfalls saisonal stark ändernden Verhaltens, setzt eine möglichst hohe jahreszeitliche Abdeckung durch den Einsatz von EK 60/80 im Mehrkanal / Frequenz-Modus voraus.

175. Die USBL-Ortungssysteme Posidonia und GAPS werden nur sowieso nur lokal und kurzfristig eingesetzt. Eine zeitliche Beschränkung kommt daher nicht in Frage.

5 Darstellung der Umweltauswirkungen

5.1 Grundlagen der Vorhersage

176. Als Grundlagen für die Vorhersage von potentiellen Umweltauswirkungen wurden die technischen Daten und Angaben der einzelnen hydroakustischen Geräte (s. Datenblätter in Annex 17 - Annex 19) verwendet. Zusätzlich wurden von den entsprechenden Herstellern technische Angaben erfragt, die zur Modellierung der räumlichen und zeitlichen Schallausbreitung jedes hydroakustischen Gerätes benötigt wurden (s. Annex 10 - Annex 15).

177. Unter Berücksichtigung der Angaben in National Marine Fisheries Service (2016) wurde die Modellierung der single ping exposure levels frequenz-abhängig/gewichtet und Hörgruppenspezifisch vorgenommen für low, medium and high frequency Walarten und für otarid und phocid Robbenarten. Kumulative exposure levels wurden nach dem 'modified mobile source approach' berechnet. Faktoren wie die Distanz zur Schallquelle ('closest point of approach', CPA), Schwimmgeschwindigkeit des Tieres und ob die Schallquelle (d.h. das Schiff) mobil oder stationär ist wurden dabei ebenfalls berücksichtigt (s. Beschreibungen Annex 10 - Annex 15)

178. Für jedes hydroakustische Gerät wurden Abschätzungen des Risikos (Risiko = Schadenhöhe x Eintrittswahrscheinlichkeit) vorgenommen, dass es durch den Einsatz des Gerätes zu Auswirkungen auf marine Säuger (Verletzung; erhebliche Verhaltensstörung; Maskierung der Kommunikation) kommen könnte. Zusätzlich wurden eventuelle kumulative Auswirkungen durch den gleichzeitigen Betrieb mehrerer hydroakustischer Geräte erörtert. (s. Beschreibungen in Annex 10 - Annex 15).

179. Für die Risikoabschätzungen wurden neben der neuen NOAA-Studie (National Marine Fisheries Service, 2016) auch National Research Council, 2005, Southall et al., 2007 und Erbe et al., 2016 herangezogen.

5.2 Abschätzung möglicher (in-)direkter Beeinträchtigungen

5.2.1 Fauna

180. Die Abschätzung der Risiken einer möglichen (in-)direkten Beeinträchtigung von in der Antarktis heimischen marinen Säugetieren durch den Einsatz der in dieser UES behandelten hydroakustischen Geräte wird in den folgenden Anlagen vorgenommen:

- Annex 10 Hydrosweep Atlas DS3;
- Annex 11 Sedimentecholot ATLAS Parasound P70;
- Annex 12 SIMRAD EK60 im Einzelkanal-Modus (18 kHz) zur Bestimmung der Meerestiefe;
- Annex 13 SIMRAD Multi-Frequenz Echolot für Bestandsabschätzungen von Organismen (z.B. Zooplankton, Krill, Fisch) in der Wassersäule:
 - im EK60 Mehrkanal-Modus (18, 38, 70, 120 und 200 kHz)
 - im EK 80 Mehrkanal-Modus (45-90; 95-160 kHz)
 - als geschlepptes Multi-Frequenz Echolot im EK 80 Modus (FM: 95-160 kHz; 260-460 kHz)
- Annex 14 Ortungssystem Posidonia;
- Annex 15 Ortungssystem GAPS.

181. Diese Anlagen sind in Englisch verfasst und wie folgt gegliedert:

- **Applicability**
Angabe des hydroakustischen Gerätes bzw. des Betriebs-Modus, der in der Risikobetrachtung untersucht wurde.
- **Model assumptions and variables used**
Auflistung der für die Modellierung der Schallfelder notwendigen Parameter.
- **Risk of permanent acoustic threshold shift**
Abschätzung des Risikos dass durch den Einsatz des hydroakustischen Geräts bei einem in der Antarktis heimischen Säugetier eine permanente Hörschwellenverschiebung ausgelöst wird auf Basis der *Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing* (National Marine Fisheries Service, 2016).
- **Risk of significant behavioral response**
Abschätzung des Risikos dass durch den Einsatz des hydroakustischen Geräts bei einem in der Antarktis heimischen Säugetier eine erhebliche Verhaltensstörung ausgelöst wird auf Basis der Literaturen Southall et al., 2007 und National Research Council, 2005
- **Risk of masking**

Abschätzung des Risikos dass durch den Einsatz des hydroakustischen Geräts die Kommunikation zwischen Individuen von in der Antarktis heimischen Säugetiere maskiert wird auf Basis von Erbe et al., 2016.

- **Cumulative effects**

Abschätzung der potentiellen kumulativen Effekte auf ein in der Antarktis heimischem Säugetier, wenn mehrere in dieser UES behandelte hydroakustische Geräte gleichzeitig betrieben werden.

- **Conclusion and mitigation measures**

Zusammenfassende Bewertung der Risikoabschätzungen und Hinweise auf die Notwendigkeit von Mitigationsmaßnahmen.

182. Für die Abschätzung des Risikos sind in der neuen *Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing* (National Marine Fisheries Service, 2016) folgende akustischen Grenzwerte für marine Säuger publiziert, bei deren Überschreitung mit dem Beginn einer permanenten Hörschwellenverschiebung gerechnet werden muss:

Table ES3: Summary of PTS onset acoustic thresholds.

Hearing Group	PTS Onset Acoustic Thresholds* (Received Level)	
	Impulsive	Non-impulsive
Low-Frequency (LF) Cetaceans	<i>Cell 1</i> $L_{pk.flat}$: 219 dB $L_{E,LF,24h}$: 183 dB	<i>Cell 2</i> $L_{E,LF,24h}$: 199 dB
Mid-Frequency (MF) Cetaceans	<i>Cell 3</i> $L_{pk.flat}$: 230 dB $L_{E,MF,24h}$: 185 dB	<i>Cell 4</i> $L_{E,MF,24h}$: 198 dB
High-Frequency (HF) Cetaceans	<i>Cell 5</i> $L_{pk.flat}$: 202 dB $L_{E,HF,24h}$: 155 dB	<i>Cell 6</i> $L_{E,HF,24h}$: 173 dB
Phocid Pinnipeds (PW) (Underwater)	<i>Cell 7</i> $L_{pk.flat}$: 218 dB $L_{E,PW,24h}$: 185 dB	<i>Cell 8</i> $L_{E,PW,24h}$: 201 dB
Otariid Pinnipeds (OW) (Underwater)	<i>Cell 9</i> $L_{pk.flat}$: 232 dB $L_{E,OW,24h}$: 203 dB	<i>Cell 10</i> $L_{E,OW,24h}$: 219 dB

* Dual metric acoustic thresholds for impulsive sounds: Use whichever results in the largest isopleth for calculating PTS onset. If a non-impulsive sound has the potential of exceeding the peak sound pressure level thresholds associated with impulsive sounds, these thresholds should also be considered.

Note: Peak sound pressure (L_{pk}) has a reference value of 1 μPa , and cumulative sound exposure level (L_E) has a reference value of 1 μPa^2s . In this Table, thresholds are abbreviated to reflect American National Standards Institute standards (ANSI 2013). However, peak sound pressure is defined by ANSI as incorporating frequency weighting, which is not the intent for this Technical Guidance. Hence, the subscript "flat" is being included to indicate peak sound pressure should be flat weighted or unweighted within the generalized hearing range. The subscript associated with cumulative sound exposure level thresholds indicates the designated marine mammal auditory weighting function (LF, MF, and HF cetaceans, and PW and OW pinnipeds) and that the recommended accumulation period is 24 hours. The cumulative sound exposure level thresholds could be exceeded in a multitude of ways (i.e., varying exposure levels and durations, duty cycle). When possible, it is valuable for action proponents to indicate the conditions under which these acoustic thresholds will be exceeded.

183. In diesem Zusammenhang kommt die neue Technical Guidance zu folgendem Schluss:

"These updated PTS acoustic thresholds do not represent the entirety of a comprehensive analysis of the effects of a proposed action, but rather serve as one tool (along with, e.g., behavioral impact thresholds, auditory masking assessments, evaluations to help understand the ultimate effects of any particular type of impact on an individual's

fitness, population assessments, etc.) to help evaluate the effects of a proposed action and make the relevant findings required by NOAA's various statutes."
(National Marine Fisheries Service, 2016, Executive Summary, S. 1/2)

184. Die NOAA Technical Guidance (National Marine Fisheries Service, 2016, S. 27) definiert Schallquellen wie folgt:

Impulsive: produce sounds that are typically transient, brief (less than 1 second), broadband, and consist of high peak sound pressure with rapid rise time and rapid decay (ANSI 1986; NIOSH 1998; ANSI 2005).

Non-impulsive: produce sounds that can be broadband, narrowband or tonal, brief or prolonged, continuous or intermittent) and typically do not have a high peak sound pressure.

185. Nach dieser Einteilung werden die in dieser UES betrachteten hydroakustischen Geräte als "non-impulsive" Schallquellen behandelt. Diese Einstufung wurde auf Nachfrage von den Autoren der NOAA-Studie bestätigt.

5.2.2 Flora

186. Die Flora in den Untersuchungsgebieten wird von dem Einsatz der hier behandelten hydroakustischen Geräte nicht direkt oder indirekt beeinträchtigt.

5.3 Unvermeidbare Auswirkungen

187. Alle in dieser UES behandelten hydroakustischen Geräte geben bei ihrem Einsatz akustische Energie in die Wassersäule ab:

- Fächerecholot Hydrosweep DS3 im Frequenzbereich 13,6-16,4 kHz;
- Sedimentecholot ATLAS Parasound P70 im Frequenzbereich von 18-22 kHz (Primärsignal) und 4 kHz bzw. 40 kHz (Sekundärsignal);
- Ortungssystem Posidonia im Frequenzbereich von 8 bis 16 kHz;
- Ortungssystem GAPS im Frequenzbereich zwischen 19.5 und 21 kHz.

5.4 Kumulative Auswirkungen

188. Einige der in dieser UES behandelten hydroakustischen Geräte werden bzw. können parallel (d.h. gleichzeitig) eingesetzt:

während der Fahrt

- Hydrosweep und Parasound werden i.d.R. gleichzeitig eingesetzt und dienen neben der Erfassung von bathymetrischen und sedimentologischen Daten des Meeresbodens auch zur Ermittlung der Wassertiefe.
- Frequenzbedingt kann EK 60/80 im Mehrkanal-Modus nicht eingesetzt werden wenn Hydrosweep und/oder Parasound in Betrieb sind.
- EK 60/80 im Single-Kanal-Modus wird nur dann zur Ermittlung der Wassertiefe eingesetzt, wenn Hydrosweep oder Parasound nicht in Betrieb sind.
- Posidonia und GAPS werden auf Fahrt nicht eingesetzt.

auf Station

- Hydrosweep und Parasound werden auf Station nicht betrieben.

- EK 60/80 wird gewöhnlich nicht auf Station im Mehrkanal-Modus betrieben. Kumulative Auswirkungen sind jedoch auch bei Betrieb nicht zu erwarten (siehe Evaluation of Risk in Annex 13).
- EK 60/80 wird auf Station im Singlekanal-Modus zur Ermittlung der Wassertiefe betrieben.
- Posidonia und GAPS werden nur auf Station eingesetzt. In der Regel werden beide Ortungssysteme nicht parallel betrieben, können aber gleichzeitig eingesetzt werden.

189. Der zeitgleiche Betrieb mehrerer in dieser UES behandelten hydroakustischen Geräte kann zu kumulativen Effekten führen, auf die in den Risikobetrachtungen der einzelnen Geräte eingegangen wird (s. Annex 10 - Annex 15).

190. Neben der Energie, die von den in dieser UES behandelten hydroakustischen Geräten ins Wasser abgestrahlt wird, muss auch der von FS Polarstern erzeugte UW-Schall berücksichtigt werden. Allerdings ist der von FS Polarstern ausgehende Schalldruck von ca. 170 dB re 1µPa relativ gering im Vergleich zu den Schallemissionen, die durch den Einsatz der in dieser UES behandelten hydroakustischen Geräte ausgeht. Hinzu kommt, dass die Schiffsschrauben, welche bei der Fahrt und auf Station³ die Hauptquelle der vom Schiff ausgehenden Schallemissionen (speziell HF-Schall) darstellen, ungefähr 60m (d.h. -35 dB) von den fest installierten bzw. im Brunnenschacht eingesetzten Geräten entfernt sind (s. Ausführungen in Annex 10 - Annex 15).

5.5 Auswirkungen auf andere bestehende und geplante Tätigkeiten

191. Ein Nichterfassen bathymetrischer Informationen (mit Hydrosweep) oder Informationen zu den oberflächennahen Sedimentstrukturen (mit Parasound) hätte nicht nur den Verlust wichtiger Basisdaten für die Antarktisforschung zur Folge. Es würde auch das Erstellen genauer Seekarten verhindern, die essentiell sind für die sichere Navigation und Schiffsführung in antarktischen Gewässern sind. Aus diesem Grund haben die Antarktisvertragsstaaten (mit Zustimmung der Bundesrepublik Deutschland) wiederholt von der internationalen Forschergemeinde die Durchführung solcher hydrographischer und bathymetrischer Surveys gefordert (s. ATCM Resolution 5 von 2014 in Annex 16).

192. Wenn Hydrosweep und Parasound nicht eingesetzt werden können, dann hätte dies auch signifikante Auswirkungen auf die Durchführung und Effizienz anderer wissenschaftlicher Forschungsarbeiten. So werden Hydrosweep und Parasound z.B. auf der Expedition PS 104 benötigt, um im Amundsenmeer geeignete Lokalitäten für den Einsatz des Meeresbodenbohrgerätes (MeBo) zu identifizieren.

193. Der Einsatz des EK60/80 im Single-Kanal-Modus zur Ermittlung der Wassertiefe ist für die wissenschaftliche Probennahme absolut unverzichtbar.

194. Ohne den Einsatz der Ortungssysteme Posidonia und GAPS wäre ein Wiederfinden und Auslösen von am Meeresboden verankerten Geräten (z.B. Verankerungen, Länder) kaum oder nicht möglich. Dies würde die Erfassung von ozeanografischen Daten zur Erforschung des Klimawandels in der Antarktis sowie die in-situ Beobachtung von benthischen Lebensgemeinschaften erheblich beeinflussen.

195. Der Einsatz der Ortungssysteme Posidonia und GAPS ist auch aus Sicherheitsgründen notwendig. Beide Systeme werden benutzt, um die räumliche Lage von Geräten relativ zum Schiff genau zu bestimmen und zu verfolgen. Nur so kann verhindert werden, dass z.B. aufsteigende

³ Die Schrauben von FS Polarstern sind sog. Verstellpropeller, d.h. auch auf Station operieren die Schrauben mit normaler Umdrehungszahl.

Verankerungsketten oder am Kabel geführte UW-Roboter (ROVs) in die Nähe der Schiffsschrauben kommen, die sich auch auf Station mit normaler Umdrehungszahl drehen.

6 Maßnahmen zur Minimierung

6.1.1 Bisher angewandte Genehmigungsaufgaben

196. Der Einsatz der in dieser UES behandelten hydroakustischen Geräte unterliegt bereits heute umfangreichen Genehmigungsaufgaben.

Hydrosweep und Parasound

(Auszug aus der Genehmigung des Vorhabens "Hydroakustische Untersuchungen der Wassersäule, des Meeresbodens und der obersten Sedimentschichten", PS 97, Antragsteller Dr. Dorschel, UBA-Geschäftsz. II 2.8-94003-3/351)

- 1.) *Der Sendeschalldruck aller verwendeten wissenschaftlichen Sonare ist grundsätzlich auf das für die wissenschaftliche Fragestellung und die jeweilige Wassertiefe erforderliche Maß zu reduzieren.*
- 2.) *"Wenn Parasound P70" und Hydrosweep DS-3" in der Nähe (<500m) zur Küste oder vor Fest- oder Schelfeiskanten betrieben werden und sich gleichzeitig Wale zwischen Schiffskurs und der Küste, Fest- oder Schelfeiskante aufhalten, soll das Schiff einen Abstand von mindestens 500m zu den Walen einhalten."*
- 3.) *Wenn Wale oder Robben mit Jungtieren (Kälbern) innerhalb einer Entfernung von 100 m im Wasser gesichtet werden, sind "Parasound P70" und Hydrosweep DS-3" sowohl bei stehendem als auch bei fahrendem Schiff abzuschalten, bis sie diesen Bereich wieder verlassen haben.*
- 4.) *Bei stehendem Schiff ("auf Station") sind die wissenschaftlichen Sonare "Parasound P70" und "Hydrosweep DS-3" grundsätzlich abzuschalten.*
- 5.) *Wenn "Parasound P70" und "Hydrosweep DS-3" aus wissenschaftlichen Gründen auf Station betrieben werden müssen, so sind für die gesamte Dauer des Betriebs auf Station erfahrene Personen mit Fernglas abzustellen, die das Umfeld des Schiffes beobachten. Wenn Wale oder Robben näher als 100 m an das Schiff heranschwimmen, sind die genannten Echolote abzuschalten, bis sie diesen Bereich wieder verlassen haben.*
- 6.) *Nach einer Abschaltpause von mehr als einer Stunde sind "Parasound P70" und "Hydrosweep DS-3" langsam wieder hochzufahren ("ramp up", "soft start").*

EK60 (Mehrkanal-Modus) + Posidonia + GAPS (iXBlue Releaser)

(Auszug aus der Genehmigung des Vorhabens "Untersuchungen der Ökologie, der Physiologie und der Diversität der Benthosfauna im Bereich des Filchner Ausstroms (FROSN FISH)", Antragsteller Dr. Lucassen, UBA-Geschäftsz. II 2.8-94003-3/346)

- 2.) *Der Sendeschalldruck aller verwendeten wissenschaftlichen Sonare ist grundsätzlich auf das für die wissenschaftlich notwendige Maß zu beschränken.*
- 3.) *Der Sendeschalldruck aller verwendeten wissenschaftlichen Sonare ist grundsätzlich auf das für die wissenschaftliche Fragestellung und die jeweilige Wassertiefe erforderliche Maß zu reduzieren.*

4.) Wenn das SIMRAD EK60 in wissenschaftlich begründeten Fällen, das Ortungssystem Posidonia oder /und der iXBlue Releaser auf Station betrieben werden, so sind für die gesamte Dauer des Betriebs erfahrene Personen mit Fernglas abzustellen, die das Umfeld des Schiffes beobachten. Wenn Wale oder Robben näher als 50 m an das Schiff heranschwimmen, ist das System abzuschalten, bis sie diesen Bereich wieder verlassen haben.

Posidonia

(Auszug aus der Genehmigung des Vorhabens "FROSN (Filchner Ronne Outflow System Now) _ Ozeanographische Untersuchungen im Bereich des Filchner Ausstroms", Antragsteller Dr. Schröder, UBA-Geschäftsz. II 2.8-94003-3/347)

3.) Wenn das Ortungssystem Posidonia auf Station betrieben wird, so sind für die gesamte Dauer des Betriebs erfahrene Personen mit Fernglas abzustellen, die das Umfeld des Schiffes beobachten. Wenn Wale oder Robben näher als 50 m an das Schiff heranschwimmen, ist das System abzuschalten, bis sie diesen Bereich wieder verlassen haben.

197. Die Genehmigungsaufgaben für Hydrosweep, Parasound und EK 60 (Mehrkanal-Modus) basieren auf den in den Jahren 2003-2005 erfolgten Fachgesprächen (z.T. unter Einbeziehung internationaler Experten) zwischen dem Alfred-Wegener-Institut und dem Umweltbundesamt und berücksichtigen u.a. die für die Geräte in 2003 und 2005 erstellten Risikoanalysen und die von Kremser et al. (2005) und SCAR (Scientific Committee on Antarctic Research 2004 und 2006) gezogenen Schlussfolgerungen.

198. Die Ortungssysteme Posidonia und GAPS waren damals nicht Gegenstand der Mediationsverhandlungen und Risikoanalysen. Für diese Geräte wurden die oben zitierten Auflagen durch das Umweltbundesamt festgelegt. Die in dieser UES erstmalig vorgenommenen detaillierten Modellierungen der Schallfelder und die genaueren Betrachtungen der Risiken, die vom Einsatz der Ortungssysteme Posidonia und GAPS ausgehen, belegen, dass die bisher angewandten Auflagenbestimmungen revidiert und angepasst werden sollten (s. Schlussfolgerungen in Kap. 8).

6.1.2 Zusätzliche Mitigations-Maßnahmen

Hydrosweep und Parasound

199. In der Nähe der Küste oder des Schelfeisrandes werden Hydrosweep und Parasound so eingesetzt, dass eventuell vor dem Schiff befindliche Meeressäuger genügend Platz haben, dem von den Geräten erzeugten Schallfächer bzw. Schallkegel auszuweichen (Vermeidung einer 'Scheuch-Wirkung').

Passiv Acoustic Monitoring (PAM)

200. Wie schon in der Risiko-Analyse für die Airguns (Boebel et al. 2009) dargestellt, kann aufgrund der von FS Polarstern ausgehenden Schallemissionen keine Überwachung der Schiffsumgebung mittels passiven akustischen Monitoring-Verfahren durchgeführt werden.

6.2 Überwachungsmaßnahmen zur Einschätzung und Verifizierung der Auswirkungen

201. Nach dem heutigen Stand der Technik und des Wissens können keine Überwachungsmaßnahmen durchgeführt werden zur Einschätzung und Verifizierung der potentiellen Umweltauswirkungen, die vom Einsatz der in dieser UES behandelten hydroakustischen Geräte

ausgehen. Aufgrund des sehr geringen Risikos, dass in der Antarktis heimische marine Säugetiere durch den Einsatz der hier behandelten hydroakustischen Geräte verletzt werden, wäre es nicht angemessen, Tiere zur Überwachung eventuell verursachter akustischer Verletzungen zu töten und zu untersuchen.

202. Maßnahmen zur Einschätzung und Verifizierung von "erheblichen Störungen" - sofern gemäß §17 AUG überhaupt rechtlich relevant -, die eventuell von den hier behandelten hydroakustischen Geräten erzeugt werden könnten, können nur dann erfolgreich und wissenschaftlich fundiert durchgeführt werden, wenn (a) geklärt ist, was in einem konkreten Fall eine "erhebliche Störung" darstellt und wie sich diese von dem normalen Verhaltensmuster und -spektrum einer Art unterscheidet (b) wie man diese wissenschaftlich überwachen kann. Die in 2015 vom Umweltbundesamt in Auftrag gegebenen Studie "*Einfluss vibroseismischer Schallwellen auf das Verhalten von Großwalen*" (FKZ 3715 55 299 0) könnte hierzu möglicherweise erste Hinweise liefern.

6.3 Möglichkeiten der Zusammenarbeit mit anderen Forschungsträgern

203. Aufgrund der speziellen Umweltverhältnisse sind die Möglichkeiten der Zusammenarbeit mit anderen Forschungsträgern in der Antarktis begrenzt. Viele Gebiete der Antarktis sind bisher noch unzureichend erforscht und i.d.R. nur durch Eisbrecher wie FS Polarstern zugänglich.

204. Der Einsatz der in dieser UES behandelten hydroakustischen Geräte ist sehr personal- und kostenaufwändig und wird nur dann durchgeführt, wenn dies zur Beantwortung von speziellen wissenschaftlichen Fragestellungen absolut notwendig ist.

205. Im Einklang der "*Erklärung zu einer verantwortungsvollen Meeresforschung*" (DFG & KDM, 2007) wird eine Duplizierung von wissenschaftlichen Daten oder eine unnötige erneute Probennahme am AWI grundsätzlich vermieden. So wird zum Beispiel durch die enge Zusammenarbeit mit anderen Antarktisvertragsstaaten unter dem International Bathymetric Chart of the Southern Ocean (IBCSO) Programm sichergestellt, dass FS Polarstern bathymetrische Surveys mit dem Fächerecholot Hydrosweep dort durchführt, wo solche Daten bisher noch nicht erhoben wurden.

7 Wissenslücken und Unsicherheiten

206. Trotz der intensiven wissenschaftlichen Arbeiten, die im Rahmen dieser UES durchgeführt wurden, verbleiben eine Anzahl von Wissenslücken und Unsicherheiten.

Fehlende wissenschaftlichen Untersuchungen

207. AWI sind keine wissenschaftlichen Untersuchungen bekannt zu den potentiellen Auswirkungen der in dieser UES behandelten hydroakustischen Geräte auf die in der Antarktis heimischen Wal- und Robbenarten. Die Übertragung von wissenschaftlichen Erkenntnissen, die mit anderen Geräten und an anderen marinen Säugetierarten gewonnen wurden, sind immer mit hohen Unsicherheiten verknüpft.

Fehlende oder unterschiedliche Auslegung von Begriffsdefinitionen für die objektive Bewertung der potentiellen Auswirkungen auf marine Säuger

208. Aus dem *Strategic Assessment of the risk posed to marine mammals by the use of airguns in the Antarctic Treaty area* (Boebel et al., 2009) und der UBA-Bewertung dieser Risiko-Analyse

(Umweltbundesamt, 2011) werden die unterschiedlichen Betrachtungen und Auslegungen der potentiellen Auswirkungen von UW-Schall auf marine Säuger sehr deutlich.

209. In dieser UES wird als Basis für die Evaluierung eines Verletzungs-Risikos durch den Einsatz der hier behandelten hydroakustischen Geräte die *Technical guidance for assessing the effects of anthropogenic sound on marine mammal hearing* (National Marine Fisheries Service, 2016) herangezogen.

210. Auch was eine unter § 17 AUG vermeintlich verbotene "erhebliche Störung" darstellt ist nicht definiert und es gibt weder empirische Daten noch entsprechende Grenzwerte für die in dieser UES behandelten hydroakustischen Geräte und marinen Säugetierarten. Ob und wie (erheblich) das Verhalten einer Art oder sogar eines Individuums durch hydroakustische Quellen gestört werden kann, hängt von vielen Variablen ab (s. Diskussion in National Marine Fisheries Service, 2016), z.B. Anzahl und Charakteristika der Schallquellen, in welcher Entfernung diese stationär oder bewegt eingesetzt werden. Wichtig ist ebenfalls die statische Wahrscheinlichkeit, dass Quelle und Tier räumlich und zeitlich aufeinandertreffen, d.h. dass sich ein Meeressäuger zum Zeitpunkt des akustischen Pulsdurchlaufs in der Sendekeule befindet und wieviel Energie das Tier empfängt, speziell wenn die hydroakustischen Geräte bei fahrendem Schiff betrieben werden.

211. In dieser UES werden Southall et al., 2007 und National Research Council, 2005 herangezogen als Basis für die Evaluierung des Risikos, dass durch den Einsatz der hier behandelten hydroakustischen Geräte eine erhebliche Verhaltensstörung ausgelöst werden könnten.

8 Zusammenfassung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

212. Die vorliegende Umwelterheblichkeits-Studie (UES) untersucht die Frage, ob im räumlichen Geltungsbereich des Antarktisvertrages (südlich 60° Süd) von dem Einsatz der hydroakustischen Geräte für wissenschaftliche Forschungen nach dem AUG verbotene schädliche Einwirkungen auf die antarktische Tierwelt ausgehen könnten.

213. In den Kapitel 2.1-2.3 werden die für die o.g. Fragestellung wichtigsten Umweltparameter (Wasser und Hydrographie; Eisbedeckung) in den drei hauptsächlichen Arbeitsbereichen von FS Polarstern (Südatlantik und Weddellmeer; die Antarktische Halbinsel mit den davor gelagerten Inseln; das Amundsenmeer) zusammengefasst. Im Rahmen dieser UES können dabei nur generelle Angaben gemacht werden, detaillierte räumliche oder zeitliche Betrachtungen dieser Umweltparameter müssen für jede Expedition, auf der hydroakustische Geräte eingesetzt werden sollen, spezifisch vorgenommen werden.

214. Im Kapitel 2.4 werden die 14 Wal- und 6 Robbenarten beschrieben, welche in der Antarktis heimisch sind ("true Antarctic species") und in den o.g. Untersuchungsgebieten angetroffen werden können. In diesen Beschreibungen werden neue Literaturangaben (z.B. über Bestandsgrößen und IUCN Schutzstatus) berücksichtigt. Für jede Art wurden aus neuerer Literatur Karten der bisherigen Sichtungen im Bereich der Antarktis sowie der relativen Habitatseignung im Südozean entnommen und in gesonderten Annexen dargestellt. Auch hierbei können im Rahmen dieser UES nur generelle Angaben gemacht werden, detaillierte räumliche oder zeitliche Betrachtungen der im Untersuchungsgebiet möglicherweise anzutreffenden Wal- und Robbenarten müssen für jede Expedition, auf der hydroakustische Geräte eingesetzt werden sollen, spezifisch vorgenommen werden.

215. Unter Berücksichtigung neuer Literatur (National Marine Fisheries Service, 2016) werden die betrachteten Wal- und Robbenarten verschiedenen funktionellen Hörgruppen zugeordnet (low-, mid and high-frequency whales, phicod and otariid pinnipeds).

216. Die Verbote unter Paragraph 17 des Ausführungsgesetzes zum Umweltschutzprotokoll gelten für Säugetiere und Vögel. Letztere, wie z.B. die im Untersuchungsgebiet vorkommenden Pinguinarten, können in dieser UES nicht behandelt werden, da es bisher keine ausreichende Literatur über das Hörvermögen dieser Tiergruppe unter Wasser gibt, und ob bzw. welche Auswirkungen uw-Schallemissionen auf diese Tiere haben könnten.

217. Auf Vorgabe des Umweltbundesamtes untersucht diese UES folgende hydroakustischen Geräte:

- Fächerecholot Atlas Hydrosweep DS3
- Sub-bottom profiler Atlas Parasound P 70
- Forschungsecholot Simrad EK 60/80
 - (i) im Single-Kanal / Frequenz-Modus (18 kHz);
 - (ii) im Mehrkanal / Frequenz-Modus (38, 70, 120 und 200 kHz);
- USBL Ortungssysteme Posidonia und GAPS.

218. Nicht berücksichtigt wurde das SC-ADCP (Self-Contained Acoustic Doppler Current Profiler) vom Typ RD Instruments Workhorse Long Ranger 75 kHz, da ein Einsatz dieser Geräte im Bereich des Antarktisvertrages in absehbarer Zukunft nicht vorgesehen ist.

219. Die Notwendigkeit des Einsatzes dieser hydroakustischen Geräte in der Antarktis ist nach wie vor gegeben und sehr hoch, nicht nur zur Beantwortung von wissenschaftlichen Fragestellungen, sondern auch für die effektive, umweltfreundliche und sichere Navigation und Schiffsführung in den kaum oder gar nicht kartierten Gewässern des Südozeans.

220. Der Einsatz und Betrieb der o.g. hydroakustischen Geräte, sowie deren generelle technische Daten, haben sich seit der Durchführung der letzten Risikostudien in 2003 (EK60) bzw. 2005 (Hydrosweep DS2 und Parasound) in begrenztem Umfang verändert.

221. Große Veränderungen erfolgten jedoch in den letzten 10 Jahren in Bezug auf die Abschätzungen der potentiellen Auswirkungen von UW-Schall auf marine Säuger. In diesem Zeitraum haben sich vor allem die Grenzwerte verringert, bei deren Überschreitung ein möglicherweise signifikantes Risiko für marine Säuger entsteht. Die neuesten Grenzwerte für Hörschwellenverschiebungen wurden im Rahmen einer breit angelegten Studie von NOAA ermittelt (National Marine Fisheries Service, 2016), die auch bei den Beurteilungen und Risikobetrachtungen in dieser UES herangezogen wurden.

222. In der Abschätzung der Risiken von Umweltauswirkungen, die durch den Einsatz der o.g. hydroakustischen Geräte entstehen können, wurden die Ergebnisse der neuen NOAA-Studie (einschl. der neuen Grenzwerte) berücksichtigt. Zusätzlich wurden die Risiken einer erheblichen Verhaltensstörung, der Maskierung der Kommunikation und eventueller kumulative Effekte durch den gleichzeitigen Einsatz mehrerer Geräte untersucht.

223. Dies erforderte eine neue Modellierung der von den hydroakustischen Geräten ausgehenden Schallfelder. Hierzu wurden von den Herstellerfirmen zusätzliche gerätespezifische Angaben und technische Daten angefordert. Diese mussten z.T. von den Herstellern selbst erst erstellt bzw. berechnet werden, da bisher niemand aus ihrem internationalen Kundenkreis (einschl. Institute die in der Antarktis operieren) solche detaillierten Angaben und Berechnungen der Schallausbreitung angefordert hat.

224. Basierend auf der Modellierung der Schallfelder und der Betrachtung der davon für die o.g. marinen Säugetierarten ausgehenden Risiken kommt die UES zu dem Ergebnis, dass die Umweltauswirkungen der hydroakustischen Geräte vernachlässigbar sind, sowohl in Bezug auf die rechtlichen Vorgaben unter §§ 3 Abs.4 und 4 Abs. 3 S.1 AUG als auch in Bezug auf die Verbote unter § 17 AUG – selbst bei Anwendung eines in der Norm nicht genannten Verbots einer (nicht definierten) erheblichen Störung. Das verbleibende, nicht auszuschließende Risiko ist somit nach den Maßstäben praktischer Vernunft als sozialadäquates Restrisiko hinnehmbar, zumal hiervon keine schädlichen Veränderungen in der Verbreitung, Häufigkeit oder Produktivität von Tier- oder Pflanzenarten oder deren Populationen oder zusätzliche Gefahren für gefährdete oder bedrohte Arten oder deren Populationen ausgehen.

225. Es besteht die theoretische Möglichkeit, dass ein Tier der in dieser UES behandelten Wal- und Robbenarten sich genau zum Zeitpunkt der Schallabstrahlung so dicht unter oder nahe zum Schiff befindet, dass es zu Verletzungen oder Auswirkungen kommen könnte. Die Eintrittswahrscheinlichkeit dieser Möglichkeit ist vernachlässigbar gering, selbst unter Berücksichtigung eventueller kumulativer Effekte durch den gleichzeitigen Betrieb von mehreren hydroakustischen Geräten.

226. Eine besondere Betrachtung muss für den Stundenglas-Delphin (*Lagenorhynchus cruciger*) als einzige relevante, als hoch-frequent klassifizierte Walart durchgeführt werden. Stundenglas-Delphine sind eine ozeanische, zirkum-polare Walart, mit dessen Vorkommen im Untersuchungsgebiet dieser UES nur im Bereich der antarktischen Halbinsel und außerhalb von Packeis eventuell gerechnet werden könnte. Wie aus den Modellierungen der Schallfelder und Risikobetrachtungen hervorgeht (s. Annex 10 - Annex 15) könnten Tiere dieser Art durch den Einsatz der hydroakustischen Geräte verletzt werden, wenn sie den Schallwandler in sehr geringer Distanz passieren würden. Dies würde bedeuten, dass die Tiere aktiv in den Nahbereich des Schallwandlers schwimmen oder direkt unter dem Schiff verbleiben während dieses das Tier passiert, und zwar trotz der zunehmenden Lautstärke der vom Gerät ausgesendeten Pings. Die Wahrscheinlichkeit eines solchen Verhaltens ist äußerst gering. Hinzu kommt, dass die Wahrscheinlichkeit, dass sich ein Tier dieser Art überhaupt in der Nähe von FS Polarstern befindet, ebenfalls sehr gering ist. Im Bereich der antarktischen Halbinsel kann allenfalls im Einzelfall geprüft werden, ob eventuell das Risiko einer erheblichen Störung – so es auf diese rechtlich nach dem AUG überhaupt ankommt - von Stundenglas-Delphinen besteht. In begründeten Einzelfällen könnte dann eine Ausnahmegenehmigung unter § 17 Abs. 2 AUG erfolgen.

227. In Bezug auf die bislang angewandten Genehmigungsaufgaben ergaben die neuen Risikobetrachtungen folgende Ergebnisse:

- in Bezug auf den Einsatz von Hydrosweep, Parasound und EK 60/80 im Mehrkanal-Modus sind die bislang angewandten Mitigationsmaßnahmen und Genehmigungsaufgaben ausreichend um das verbleibende Risiko von Umweltauswirkungen so zu minimieren, dass es nach den Maßstäben praktischer Vernunft als Restrisiko hinnehmbar ist und den Gesetzesvorgaben entspricht;
- der Einsatz von EK 60/80 im Singlekanal-Modus zur Bestimmung der Wassertiefe sollte keinen Genehmigungs-Auflagen unterworfen werden, angesichts des vernachlässigbaren Risikos von Umweltauswirkungen und unter Berücksichtigung der Folgen, die solche Auflagen für die Durchführung der wissenschaftlichen Forschungsarbeiten hätte;
- die Auflagen für den Einsatz der Ortungssysteme Posidonia und GAPS sollten revidiert werden. Die bislang angewandte Auflage, dass die Systeme abzuschalten sind wenn Wale oder Robben näher als 50 m an das Schiff heranschwimmen, ist aufgrund der in ihrer potentiellen Schadenshöhe vernachlässigbaren und gleichzeitig sehr unwahrscheinlichen Umweltauswirkungen und der erheblichen Beeinträchtigungen, die

diese Auflagen auf den wissenschaftlichen Betrieb und die Schiffssicherheit haben, nicht vertretbar. Für eine denkbare weitere Minimierung des Restrisikos könnte unter dem Gesichtspunkt der Verhältnismäßigkeit allenfalls in Betracht gezogen werden vor dem Betrieb/Einschalten dieser Ortungssysteme sicherzustellen, dass sich kein Wal oder Robbe in 50 m Entfernung zum Schiff befindet.

9 Literatur

- Acevedo J, Olavarría C, Plana J, Aguayo-Lobo A, Larrea A, Pastene L (2011) Occurrence of dwarf minke whales (*Balaenoptera acutorostrata* subsp.) around the Antarctic Peninsula. *Polar Biology*, 34(2), 313-318.
- Ainley DG, Blight LK (2009) Ecological repercussions of historical fish extraction from the Southern Ocean. *Fish and Fisheries* 10(1), 13-38.
- Arndt, J.E., Schenke, H.-W., Jakobsson, M., Nitsche, F.O., Buys, G., Goleby, B., Rebesco, M., Bohoyo, F., Hong, J., Black, J., Greku, R., Udintsev, G., Barrios, F., Reynoso-Peralta, W., Taisei, M., Wigley, R., 2013. The International Bathymetric Chart of the Southern Ocean (IBCSO) Version 1.0—A new bathymetric compilation covering circum-Antarctic waters. *Geophysical Research Letters* 40, 1-7, doi: 10.1002/grl.50413, 2013.
- Årthun, M., Nicholls, K.W., Makinson, K., Fedak, M.A., andBoehme, L., 2012: Seasonal inflow of warm water onto the southern Weddell Sea continental shelf, Antarctica. *Geophysical Research Letters*, 39, n/a-n/a.
- Årthun, M., Nicholls, K.W., andBoehme, L., 2013: Wintertime Water Mass Modification near an Antarctic Ice Front. *Journal of Physical Oceanography*, 43, 359-365.
- Bengtson JL, Stewart BS (1992) Diving and haul-out behaviour of crabeater seals in the Weddell Sea. *Polar Biology*, 12, 635-644.
- Bengtson, J.L., Stewart, B.S.,1997. Diving patterns of a Ross seal (*Ommatophoca rossii*) near the eastern coast of the Antarctic Peninsula. *Polar Biology*, 18, 214-218.
- Bengtson, J.L., Laake, J.L., Boveng, P., Cameron, M.F., Hanson, B., Stewart, B.S., 2011. Distribution, density, and abundance of pack-ice seals in the Amundsen and Ross Seas, Antarctica. *Deep-Sea Research Part II*, 58, 1261-1276.
- Best PB (2007) Whales and dolphins of the Southern African subregion. University Press, Cambridge, 352 pp.
- Bester MN (2014) Marine Mammals: Natural and Anthropogenic Influences. In: Freedman B (ed) *Handbook of Global Environmental Pollution*, Vol 1, Global Environmental Change; doi: 10.1007/978-94-007-5784-4-40.
- Bester MN, Odendaal PN (2000) Abundance and distribution of Antarctic pack ice seals in the Weddell Sea. In: Davison W, Howard-Williams C, Broady P (eds). *Antarctic Ecosystems: Models for Wider Ecological Understanding*. Caxton Press, Christchurch, 51-55.
- Bester, M.N., Hofmeyr G.J.G., 2007 Ross Seal. In: Riffenburgh B (ed). *Encyclopedia of the Antarctic*. Taylor & Francis Books Inc., New York, 815-816.
- Biuw M, Nøst OA, Stien A, Zhou Q, Lydersen C, Kovacs KM (2010) Effects of hydrographic variability on the spatial, seasonal and diel diving patterns of southern elephant seals in the eastern Weddell Sea. *PLoS ONE*, 5, e13816.
- Blix, A.S., Nordøy, E.S., 2007. Ross seal (*Ommatophoca rossii*) annual distribution, diving behaviour, breeding and moulting, off Queen Maud Land, Antarctica. *Polar Biology*, 30, 1449-1458.
- Boebel, O., Breitzke, M., Burkhardt, E. and Bornemann, H. (2009). Strategic assessment of the risk posed to marine mammals by the use of airguns in the Antarctic Treaty area; Information Paper IP 51, Agenda Item: CEP 8c, Antarctic Treaty Consultative Meeting XXXII, Baltimore, USA. hdl:10013/epic.32056
- Boehme, L., Baker, A., Fedak, M., Årthun, M., Nicholls, K., Robinson, P., Costa, D., Biuw, M., andPhotopoulou, T., 2016: Bimodal Winter Haul-Out Patterns of Adult Weddell Seals (*Leptonychotes weddellii*) in the Southern Weddell Sea. *PLoS ONE*, 11, e0155817.
- Bombosch A, Zitterbart DP, van Opzeeland I, Frickenhaus S, Burkhardt E, Wisz MS, Boebel O (2014) Predictive habitat modelling of humpback (*Megaptera novaeangliae*) and Antarctic minke (*Balaenoptera bonaerensis*) whales in the Southern. *Deep-Sea Research I*, 91, 101-114.

- Bornemann H, Plötz J (1999) Satellite tracking of crabeater seals. In: Arntz W, Gutt J (eds) The expedition ANTARKTIS XV/3 (EASIZ II) of RV "Polarstern" in 1998. Reports on Polar Research, 301, 98-102.
- Bornemann H, Kreyscher M, Ramdohr S, Martin T, Carlini A, Sellmann L, Plötz J (2000) Southern elephant seal movements and Antarctic sea ice, *Antarctic Science*, 12, 3-15.
- Bornemann, H., Elke Burkhardt, E., van Opzeeland, I.C. and Bester, M.N. (2016). Marine Mammals - Pinnipeds. In Teschke et al. (2016), p. 54-57.
- Boveng PL, Walker BG, Bengtson JL (1996) Variability in Antarctic fur seal dive data: implications from TDR studies. *Marine Mammal Science*, 12, 543-554.
- Boyd IL (2002) Antarctic Marine Mammals. In: Perrin WF, Würsig B, Thewissen JGM (eds) *Encyclopedia of Marine Mammals*, Academic Press, London, 30-36.
- Branch TA (2011) Humpback whale abundance south of 60°S from three complete circumpolar sets of surveys. *Journal of Cetacean Research and Management*, 3, 53-69.
- Branch TA, Butterworth DS (2001) Estimates of abundance south of 60° S for cetacean species sighted frequently on the 1978/79 to 1997/98 IWC/IDCR-SOWER sighting surveys. *Journal of Cetacean Research and Management*, 3(3), 251-270.
- Branch TA, Abubaker EMN, Mkango S, Butterworth DS (2007a) Separating southern blue whale subspecies based on length frequencies of sexually mature females. *Marine Mammal Science*, 23(4), 803-833.
- Branch TA, Stafford KM, Palacios DM, Allison C, Bannister JL (2007b) Past and present distribution, densities and movements of blue whales *Balaenoptera musculus* in the Southern Hemisphere and northern Indian Ocean. *Mammal Review*, 37(2), 116-175.
- Burkhardt E, Lanfredi C (2012) Fall feeding aggregations of fin whales off Elephant Island (Antarctica). Paper SC/64/SH9 WS56 presented to the IWC Scientific Committee, 6 pp.
- Burkhardt, E., van Opzeeland, I.C., Thomisch, K. and Bombosch, A. (2016). Marine Mammals - Whales. In Teschke et al. (2016), p. 57-64.
- Carwardine M (1996) *Whales, Dolphins and Porpoises: The visual guide to all the world's cetaceans*. Dorling Kindersley Limited, London, 256 pp.
- Casaux R, Baroni A, Arrighetti F, Ramón A, Carlini A (2003) Geographical variation in the diet of the Antarctic fur seal *Arctocephalus gazella*. *Polar Biology*, 26, 753-758.
- Cisewski, B. , Strass, V. , Rhein, M. and Krägefsky, S. (2010): Seasonal variation of diel vertical migration of zooplankton from ADCP backscatter time series data in the Lazarev Sea, Antarctica , *Deep Sea Research I*, 57 , pp. 78-94 . doi: 10.1016/j.dsr.2009.10.005
- Clapham PJ (2002) Humpback whale *Megaptera novaeangliae*. In: Perrin WF, Würsig B, Thewissen JGM (eds), *Encyclopedia of Marine Mammals*, Academic Press, London, 589-592.
- Cline DR, Erickson AW, Hoffman RH (1970) Elephant seals in the Weddell Sea. *Journal of Mammalogy*, 51, 204.
- Comiso, J.C., 2003. Large-scale characteristics and variability of the global sea-ice cover, in: Thomas, D.N., Diekmann, G.S. (Ed.), *Sea Ice an Introduction to its Physics. Chemistry, Biology and Geology*. Blackwell, Oxford, pp. 112-142.
- Croxall JP, Everson I, Kooyman G, Ricketts C, Davis R (1985) Fur seal diving behaviour in relation to vertical distribution of krill. *Journal of Animal Ecology*, 54, 1-8.
- Culik B (2005) Review on small cetaceans: distribution, behaviour, migration and threats. *Marine Mammal Action Plan. Regional Seas Reports and Studies*, 177, 343 pp.
- Daneri GA, Carlini AR (2002) Fish prey of southern elephant seals, *Mirounga leonina*, at King George Island. *Polar Biology*, 25, 739-743.
- De Broyer C., Koubbi P., Griffiths H.J., Raymond B., Udekem d'Acoz C. d', Van de Putte A.P., Danis B., David B., Grant S., Gutt J., Held C., Hosie G., Huettmann F., Post A., Ropert-Coudert Y. (eds.), 2014. *Biogeographic Atlas of the Southern Ocean*. Scientific Committee on Antarctic Research, Cambridge, XII + 498 pp.
- Donovan GP (1991) A review of IWC stock boundaries. In: *Genetic ecology of whales and dolphins* (Hoelzel RA ed.), The International Whaling Commission, Cambridge, UK, 39-68.

- Dorschel, B., Gutt, J., Piepenburg, D., Schröder, M., Arndt, J.E., 2014. The influence of the geomorphological and sedimentological settings on the distribution of epibenthic assemblages on a flat topped hill on the over-deepened shelf of the western Weddell Sea (Southern Ocean). *Biogeosciences* 11, 3797-3817, doi: 10.5194/bg-11-3797-2014.
- Dorschel, B., Gutt, J., Huhn, O., Bracher, A., Huntemann, M., Huneke, W., Gebhardt, A.C., Schröder, M., Herr, H., 2015. Environmental information for a marine ecosystem research approach for the northern Antarctic Peninsula (RV Polarstern expedition PS81, ANT-XXIX/3). *Polar Biology* 39, (5), 765-787, doi: 10.1007/s00300-015-1861-2.
- Dowdeswell J.A., Ó Cofaigh C., Pudsey C.J., 2004. Continental slope morphology and sedimentary processes at the mouth of an Antarctic palaeo-ice stream. *Marine Geology* 204, (1-2), 203-214, doi: 10.1016/S0025-3227(03)00338-4
- Enser P, Komiya H, Beasley I, Fukutome K, Olson P, Tsuda Y (2007) 2006-2007 International Whaling Commission-Southern Ocean Whale and Ecosystem Research (IWC-SOWER) Cruise. Paper SC/59/IA1 presented to the International Whaling Commission, Scientific Committee (SC59 meeting, Anchorage, Alaska), 58.
- Erbe, C., Reichmuth, C., Cunningham, K., Lucke, K., Dooling, R. (2016) Communication masking in marine mammals: A review and research strategy, *Marine Pollution Bulletin* Volume 103, Issues 1–2, 15 February 2016, Pages 15–38.
- Epiney, A., Heuck, J., Pirker, B. (2013) Die Genehmigung wissenschaftlicher Forschung in der Antarktis im Lichte von Umweltschutz und Forschungsfreiheit. 165 pp. UBA Texte 34/2013
- Fernández M, Berón-Vera B, García NA, Raga JA, Crespo EA (2006) Food and parasites from two hourglass dolphins *Lagenorhynchus cruciger* (Quoy and Gaimard, 1824), from patagonian waters. *Marine Mammal Science* 19(4), 832-836.
- Fischer W, Hureau JC (1985) Southern Ocean CCAMLR convention area fishing areas 48, 58 and 88. FAO, Rome, 472 pp.
- Forcada J, Trathan PN, Boveng PL, Boyd IL, Burns JM, Costa DP, Fedak M, Rogers TL, Southwell CJ (2012). Responses of Antarctic pack-ice seals to environmental change and increasing krill fishing. *Biological Conservation*, 149, 40-50.
- Ford JBK (2002) Killer whale *Orcinus orca*. In: Perrin WF, Würsig B, Thewissen JGM (eds), *Encyclopedia of marine mammals*, Academic Press, London, 669-676.
- Gambell R (1985) Sei whale, *Balaenoptera borealis* Lesson, 1828. In: Ridgway SH, Harrison RJ (eds), *Handbook of Marine Mammals, Vol 3: The Sirenians and Baleen Whales*, Academic Press, London, 155-170.
- Gebhardt, A. C., Jokat, W., Niessen, F., Matthiessen, J., Geissler, W. H., and Schenke, H.-W.: Ice sheet grounding and iceberg plow marks on the northern and central Yermak Plateau revealed by geophysical data, *Quaternary Science Reviews*, 30, 1726-1738, 10.1016/j.quascirev.2011.03.016, 2011.
- Gill A, Evans PGH (2002) Marine mammals of the Antarctic in relation to hydro-acoustic activities. Report for the German Federal Agency for Nature Conservation, Oxford, 226 pp.
- Goodall RNP (1997) Review of sightings of the hourglass dolphin, *Lagenorhynchus cruciger*, in the South American Sector of the Antarctic and sub-Antarctic. Reports of the International Whaling Commission, 47, 1001-1014.
- Goodall RNP (2002) Hourglass dolphin *Lagenorhynchus cruciger*. In: Perrin WF, Würsig B, Thewissen JGM (eds). *Encyclopedia of Marine Mammals*, Academic Press, San Diego, 583-585.
- Gottfried, M.D., 2014: Cooperative foraging behaviour by crabeater seals (*Lobodon carcinophaga*) at Pleneau Island, Antarctic Peninsula. *Antarctic Science*, 26, 263-264.
- Gurarie, E., Bengtson, J.L., Bester, M.N., Blix, A.S., Cameron, M., Bornemann, H., Nordøy, E.S., Plötz, J., Steinhage, D. Boveng, P. 2016. Distribution, density and abundance of Antarctic ice seals off Queen Maud Land and the eastern Weddell Sea. *Polar Biol* (2016). doi:10.1007/s00300-016-2029-4, p.1-17
- Gutt J, Barratt I, Domack E, d'Udekem d'Acoz C, Dimmler W, Grémare A, Heilmayer O, Isla E, Janussen D, Jorgensen E, Kock K-H, Lehnert LS, López-González P, Langner S, Linse K, Manjón-Cabeza ME, Meißner M, Montiel A, Raes M, Robert H, Rose A, Sañé Schepisi E, Saucède T, Scheidat

- M, Schenke H-W, Seiler J, Smith C (2011) Biodiversity change after climate-induced ice-shelf collapse in the Antarctic. *Deep Sea Research II*, 58, 74-83.
- Harris, C.M., Lorenz, K., Fishpool, L.D.C., Lascelles, B., Cooper, J., Coria, N.R., Croxall, J.P., Emmerson, L.M., Fijn, R.C., Fraser, W.L., Jouventin, P., LaRue, M.A., Le Maho, Y., Lynch, H.J., Naveen, R., Patterson-Fraser, D.L., Peter, H.-U., Poncet, S., Phillips, R.A., Southwell, C.J., van Franeker, J.A., Weimerskirch, H., Wienecke, B., & Woehler, E.J. 2015. Important Bird Areas in Antarctica 2015. BirdLife International and Environmental Research & Assessment Ltd., Cambridge.
- Harris P.T., Baker E.K. (Eds.), 2011. *GeoHAB Atlas of Seafloor Geomorphic Features and Benthic Habitats*, Elsevier, pp. 936.
- Hellmer H.H., Kauker F., Timmermann R., Determann J., Rae J., 2012. Twenty-first-century warming of a large Antarctic ice-shelf cavity by a redirected coastal current. *Nature* 485, 225-228, doi: 10.1038/nature11064.
- Snow K., Sloyan B.M., Rintoul S.R., Hogg A.M., Downes S.M., 2016. Controls on circulation, cross-shelf exchange, and dense water formation in an Antarctic polynya. *Geophysical Research Letters* 43, (13), 7089-7096, doi: 10.1002/2016GL069479
- Hillenbrand, C.D., Camerlenghi, A., Cowan, E.A., Hernández-Molina, F.J., Lucchi, R.G., Rebesco, M., Uenzelmann-Neben, G., 2008. The present and past bottom-current flow regime around the sediment drifts on the continental rise west of the An Hofmann, E.E., Klinck, J.M., Lascara, C.M., Smith, D.A., 1996. Water mass distribution and circulation west of the Antarctic Peninsula and including Bransfield Strait. In: Ross, R.M., Hofmann, E.E., Quetin, L.B. (Eds.), *Foundations for Ecological Research West of the Antarctic Peninsula*. Antarct. Res. Ser., vol. 70. American Geophysical Union, Washington DC, pp. 61–80.
- Hobson RP, Martin AR (1996) Behaviour and dive times of Arnoux's beaked whales, *Berardius arnuxii*, at narrow leads in fast ice. *Canadian Journal of Zoology* 74(2), 388-393.
- Horwood J (1987) *The Sei Whale: Population Biology, Ecology & Management*. Croom Helm, London, 375 pp.
- International Whaling Commission (2001) Report of the workshop on the comprehensive assessment of right whales: A worldwide comparison. *Journal of Cetacean Research and Management Special Issue 2*, 60 pp.
- International Whaling Commission (2011) Report of the workshop on the comprehensive assessment of Southern Hemisphere humpback whales. *Journal of Cetacean Research and Management - Special Issue, 3*, 1-50.
- James BS, McIntyre T, Tosh CA, Bornemann H, Plötz J, Bester MN (2012) Inter-population differences in diving behaviour of adult male southern elephant seals (*Mirounga leonina*). *Polar Biology*, 35, 1759–1766.
- Joiris, C.R., and Dochy, O., 2013: A major autumn feeding ground for fin whales, southern fulmars and grey-headed albatrosses around the South Shetland Islands, Antarctica. *Polar Biology*, 36, 1649-1658.
- Jonker FC, Bester MN (1998) Seasonal movements and foraging areas of adult southern female elephant seals, *Mirounga leonina*, from Marion Island. *Antarctic Science*, 10, 21-30.
- J.W. Durban, R.L.P., 2013: Out of Antarctica: dive data support 'physiological maintenance migration' in Antarctic killer whales. 20th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Society for Marine Mammalogy; Moss Landing, California (2013). (9–13 December 2013, Dunedin, New Zealand)
- Kasamatsu, F., and G. G. Joyce (1995), Current status of odontocetes in the Antarctic, *Antarctic Science*, 7(4), 365-379.
- Kasamatsu F, Hembree D, Joyce GG, Tsunoda L, Rowlett R, Nakano T (1988) Distribution of cetacean sightings in the Antarctic: Results obtained from the IWC/IDCR minke whale assessment cruises, 1978/79 to 1983/84. Report of the International Whaling Commission, 38, 449-473.
- Kasamatsu, F., et al. (1996), Current occurrence of baleen whales in Antarctic waters, *Rep. Int. Whaling Comm.*, 46, 293-303.

- Kaschner, K., Kesner-Reyes, C., Garilao, J., Rius-Barile, T., Rees, and R. Froese. 2016. AquaMaps: Predicted range maps for aquatic species. World wide web electronic publication, www.aquamaps.org.
- Kato H, Fujise Y (2000) Dwarf minke whales: morphology, growth and life history with some analyses on morphometric variation among the different forms and regions. Paper SC/52/OS3 presented to the Scientific Committee, International Whaling Commission, 30pp.
- Kohnen H (1982) Die Filchner-Schelfeisexpedition 1980/81. *Berichte zur Polarforschung*, 1, 1-50
- Kooyman, G.L., 1966. Maximum diving capacities of the Weddell seal (*Leptonychotes weddellii*). *Science*, 151, 1553-1554.
- Kooyman, M.M., Kooyman, G.L. 2009. History of pinniped studies in Antarctica. *Aquatic Mammals* 35,523–556.
- Korabelnikov LV (1959) The diet of sperm whales in the Antarctic seas. *Priroda*, 3, 103-104.
- Kovacs KM, Lydersen C (2008) Climate change impacts on seals and whales in the North Atlantic Arctic and adjacent shelf seas. *Science Progress*, 91, 117–150.
- Kovacs KM, Aguilar A, Aurioles D, Burkanov V, Campagna C, Gales N, Gelatt T, Goldsworthy SD, Goodman SJ, Hofmeyr GJG, Härkönen T, Lowry L, Lydersen C, Schipper J, Sipilä T, Southwell C, Stuart S, Thompson D, Trillmich F (2012) Global threats to pinnipeds. *Marine Mammal Science*, 28, 414-436.
- Krause, D.J., Goebel, M.E., Marshall, G.J., and Abernathy, K., 2015: Novel foraging strategies observed in a growing leopard seal (*Hydrurga leptonyx*) population at Livingston Island, Antarctic Peninsula. *Animal Biotelemetry*, 3.
- Krägefsky, S., Bathmann, U., Strass, V. and Wolf-Gladrow, D. (2009): Response of small copepods to an iron-induced phytoplankton bloom - a model to address the mechanisms of aggregation, *Marine Ecology Progress Series*, 374, pp. 181-198.
- Kremser, U., Klemm, P., and Kötz, W.-D., 2005. Estimating the risk of temporary acoustic threshold shift, caused by hydroacoustic devices, in whales in the Southern Ocean, *Antarctic Science*, 17, 3-10, 10.1017/S0954102005002361.
- Leaper R, Bannister JL, Branch TA, Clapham P, Donovan G, Reilly S, Zerbini AN (2008) A review of abundance, trends and foraging parameters of baleen whales in the Southern Hemisphere. International Whaling Commission Meeting document SC/60/EM3, Jun 2008.
- Leatherwood S, Reeves RR, Foster L (1983) *The Sierra Club handbook of whales and dolphins*. Sierra Club Books, San Francisco, 320 pp.
- McCann C (1975) A study of the genus *Berardius* Duvénoy. *Scientific Reports of the Whales Research Institute, Tokyo*, 27, 111-137.
- McCave, I.N., Crowhurst, S.J., Kuhn, G., Hillenbrand, C.D., Meredith, M.P., 2014. Minimal change in Antarctic Circumpolar Current flow speed between the last glacial and Holocene. *Nature Geosci* 7, 113-116, doi: 10.1038/ngeo2037.
- McIntyre T, Tosh CA, Bester MN, Bornemann H, Plötz J (2010) Segregation in a sexually dimorphic mammal: a mixed-effects modelling analysis of diving behaviour in southern elephant seals. *Marine Ecology Progress Series*, 412, 293-304.
- McIntyre, T., Stansfield, L.J., Bornemann, H., Plötz, J., Bester, M.N. (2013) Hydrographic influences on the summer dive behaviour of Weddell seals (*Leptonychotes weddellii*) in Atka Bay, Antarctica, *Polar Biology*, 36, 1693-1700.
- McIntyre, T., Bornemann, H., De Bruyn, N.P.J., Reisinger, R.R., Steinhage, D., Márquez, M.E.I., Bester, M.N., and Plötz, J., 2014: Environmental influences on the at-sea behaviour of a major consumer, *Mirounga leonina*, in a rapidly changing environment. *Polar Research*, 33.
- Mead JG (1989a) Beaked whales of the genus *Mesoplodon*. In: Ridgway SH, Harrison R (eds). *Handbook of Marine Mammals*, Academic Press, London, 349-430.
- Meredith, M.P., Woodworth, P.L., Chereskin, T.K., Marshall, D.P., Allison, L.C., Bigg, G.R., Donohue, K., Heywood, K.J., Hughes, C.W., Hibbert, A., Hogg, A.M., Johnson, H.L., Jullion, L., King, B.A., Leach, H., Lenn, Y.D., Maqueda, M.A.M., Munday, D.R., Garabato, A.C.N., Provost, C., Sallee, J.B., Sprintall, J., 2011. Sustained Monitoring of the Southern Ocean at Drake Passage: Past Achievements and Future Priorities. *Rev Geophys* 49.

- Mikhalev YA, Ivashin MV, Savusin VP, Zelenaya FE (1981) The distribution and biology of killer whales in the southern hemisphere. Report of the International Whaling Commission, 31, 551-566.
- Miyashita TH, Kato H, Kasuya T (1995) Worldwide map of cetacean distribution based on Japanese sighting data. National Research Institute of Far Seas Fisheries, Shizuoka, Japan.
- Mosher, D. C., Courtney, R. C., Jakobsson, M., Gebhardt, A. C., and Mayer, L. A.: Mapping the surficial geology of the Arctic Ocean: A Layer for the IBCAO, Arctic Technology Conference, Copenhagen, Denmark, 2015.
- Muelbert, M.M.C., De Souza, R.B., Lewis, M.N., and Hindell, M.A., 2013: Foraging habitats of southern elephant seals, *Mirounga leonina*, from the Northern Antarctic Peninsula. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 88–89, 47-60.
- Nachtsheim, D.A., Jerosch, K., Hagen, W., Plötz, J., and Bornemann, H., 2016: Habitat modelling of crabeater seals (*Lobodon carcinophaga*) in the Weddell Sea using the multivariate approach Maxent. Polar Biology, 1-16.
- National Oceanic and Atmospheric Administration. 2015. DRAFT Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing Underwater Acoustic Threshold Levels for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts. Revised version for Second Public Comment Period, July 23, 2015
- National Marine Fisheries Service. 2016. Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing: Underwater Acoustic Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts. U.S. Dept. of Commer., NOAA. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-55, 178 p.
- National Research Council (2005) Marine Mammal Populations and Ocean Noise: Determining When Noise Causes Biologically Significant Effects.. 142 pp. DOI: 10.17226/11147
- Naito, Y., Bornemann, H., Takahashi, A., McIntyre, T., Plötz, J. (2010) Fine-scale feeding behaviour of Weddell seals revealed by mandible accelerometer. Polar Science, 4, 309-316.
- Nicholls, K.W., Boehm L., Biuw, M., Fedak, M.A. (2008) Wintertime ocean conditions over the southern Weddell Sea continental shelf, Antarctica. Geophysical Research Letters, 35, L21605.
- Nordøy ES, Folkow L, Blix AS (1995) Distribution and diving behaviour of crabeater seals (*Lobodon carcinophaga*) off Queen Maud Land. Polar Biology, 15, 261-268.
- Nordøy, E.S., Blix, A.S. 2001. The previously pagophilic Ross seal is now rather pelagic. Proceedings of the VIII SCAR International Biology Symposium. Amsterdam, The Netherlands, August 27-September 1, 2001, S5O14.
- Nordøy ES, Blix AS (2009) Movements and dive behaviour of two leopard seals (*Hydrurga leptonyx*) off Queen Maud Land, Antarctica. Polar Biology, 32, 263-270.
- Ohsumi S, Masaki Y, Kawamura A (1970) Stock of the Antarctic minke whale. Scientific Reports of the Whales Research Institute, Tokyo, 22, 75-125.
- Olson PA, Reilly SB (2002) Pilot whales *Globicephala melas* and *G. macrorhynchus*. In: Encyclopedia of Marine Mammals, edited by W. F. Perrin, B. Würsig and J. G. M. Thewissen, Academic Press, London.
- Peck, V. L., Allen, C. S., Kender, S., McClymont, E. L., & Hodgson, D. (2015). Oceanographic variability on the West Antarctic Peninsula during the Holocene and the influence of upper circumpolar deep water. Quaternary Science Reviews, 119, 54-65
- Pitman RL (2002) Mesoplodont whales (*Mesoplodon* spp.). In: Perrin WF, Würsig B, Thewissen JGM. Encyclopedia of Marine Mammals, Academic Press, San Diego, 738-742.
- Pitman RL, Durban J (2010) Killer whale predation on penguins in Antarctica. Polar Biology, 33(11), 1589-1594.
- Pitman RL, Ensor P (2003) Three forms of killer whales in Antarctic waters. Journal of Cetacean Research and Management, 5, 131-139.
- Plötz, J (1986) Summer diet of Weddell seals (*Leptonychotes weddellii*) in the eastern and southern Weddell Sea, Antarctica. Polar Biology, 6, 97-102. 100pp.

- Plötz, J., Ekau, W., Reijnders, P.J.H. (1991) Diet of Weddell Seals *Leptonychotes weddellii* at Vestkapp, eastern Weddell Sea (Antarctica), in relation to local food supply. *Mammal Science*, 7, 136-144.
- Plötz, J., Bornemann, H., Knust, R., Schröder, A., Bester, M. (2001) Foraging behaviour of Weddell seals and its ecological implications. *Polar Biology*, 24, 901-909.
- Post A.L., Beaman R.J., O'Brien P.E., Eléaume M., Riddle M.J., 2011. Community structure and benthic habitats across the George V Shelf, East Antarctica: Trends through space and time. *Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 58, (1-2), 105-118, doi: 10.1016/j.dsr2.2010.05.020
- Proelß, A., Blitza, E., Oliva, J. (2013) Die Genehmigung wissenschaftlicher Forschung in der Antarktis im Lichte von Umweltschutz und Forschungsfreiheit. UBA Texte 35/2013
- Raymond B, Lea MA, Patterson T, Andrews-Goff V, Sharples R, Charrassin J, Cottin M, Emmerson L, Gales N, Gales R, Goldsworthy SD, Harcourt R, Kato A, Kirkwood R, Lawton K, Ropert-Coudert Y, Southwell C, Van den Hoff J, Wienecke B, Woehler EJ, Wotherspoon S, Hindell MA (2014) Important marine habitat off east Antarctica revealed by two decades of multispecies predator tracking. *Ecography*, 37, 1-9.
- Reisinger, R.R., Keith, M., Andrews, R.D., and De Bruyn, P.J.N., 2015: Movement and diving of killer whales (*Orcinus orca*) at a Southern Ocean archipelago. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 473, 90-102.
- Rice DW (1998) Marine mammals of the world systematics and distribution. Society for Marine Mammalogy, Lawrence, 231 pp.
- Risch D, Gales NJ, Gedamke J, Kindermann L, Nowacek DP, Read AJ, Siebert U, Van Opzeeland IC, Van Parijs SM, Friedlaender AS (2014). Mysterious bioduck sound attributed to the Antarctic minke whale (*Balaenoptera bonaerensis*). *Biology Letters* 10(4), 1-8.
- Rogers TL, Brown SM (1999) Acoustic Observations of Arnoux's Beaked Whale (*Berardius arnouxii*) Off Kemp Land, Antarctica. *Marine Mammal Science*, 15(1), 193-198.
- Ropert-Coudert, Y, Hindell, M.A., Phillips, R.A., Charrassin J.-B., Trudelle, L. & Raymond, B. (2014) Chapter 8. Biogeographic Patterns of Birds and Mammals. In: De Broyer C., Koubbi P., Griffiths H.J., Raymond B., Udekem d'Acoz C. d', et al. (eds.) *Biogeographic Atlas of the Southern Ocean*. Scientific Committee on Antarctic Research, Cambridge, pp. 363-387
- Schall E (2013) Compilation of a call catalogue for Antarctic killer whales (*Orcinus orca*) Ecotype C. University of Bremen, Bremen, 83 pp.
- Schall, E., and Van Opzeeland, I., 2016 in press: Calls produced by Ecotype C Killer Whales (*Orcinus orca*) off the Eckström Iceshelf, Antarctica. *Aquatic Mammals*.
- Scheidat M, Friedlaender A, Kock K-H, Lehnert L, Boebel O, Roberts J, Williams R (2011) Cetacean surveys in the Southern Ocean using icebreaker-supported helicopters. *Polar Biology*, 34, 1513-1522.
- Schreer, J.F., Kovacs, K.M., 1997. Allometry of diving capacity in air-breathing vertebrates. *Canadian Journal of Zoology*, 75, 339-358.
- Scientific Committee on Antarctic Research (2004) SCAR Report on marine acoustic technology and the Antarctic environment (XXVII ATCM, IP 078, 17pp.
- Scientific Committee on Antarctic Research (2006) SCAR Report on Marine Acoustics and the Southern Ocean (XXIX ATCM, WP 41, 17pp.
- Sekiguchi K, Klages N, Findlay K, Best PB (1993) Feeding habitats and possible movements of southern bottlenose whales (*Hyperoodon planifrons*). *Proceedings of the NIPR Symposium on Polar Biology*, 6, 84-97.
- Simmonds MP, Isaac SJ (2007) The impacts of climate change on marine mammals: early signs of significant problems. *Oryx*, 41, 19-26.
- Siniff DB, Garrott RA, Rotella JJ, Fraser WR, Ainley DG (2008) Projecting the effects of environmental change on Antarctic seals. *Antarctic Science*, 20, 425-435, doi: 10.1017/S0954102008001351.
- Širović A, Hildebrand JA, Wiggins SM, McDonald MA, Moore SE, Thiele D (2004) Seasonality of blue and fin whale calls and the influence of sea ice in the Western Antarctic Peninsula. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 51, 2327-2344.

- Širović A, Hildebrand J, Thiele D (2006) Baleen whales in the Scotia Sea during January and February 2003. *Journal of Cetacean Research and Management*, 8(2), 161-171.
- Southwell, C., 2005a. Diving behaviour of two Ross seals off east Antarctica. *Wildlife Research*, 32, 63-65.
- Southwell, C. 2005b. Optimising the timing of visual surveys of crabeater seal abundance: haulout behaviour as a consideration. *Wildlife Research*, 32, 333-338.
- Southwell, C., Paxton C.G.M., Borchers D., Boveng P., Nordøy E.S., Blix A.S., 2008. Estimating population status under conditions of uncertainty: the Ross seal in east Antarctica. *Antarctic Science*, 20, 123-133.
- Southwell, C., Bengtson, J., Bester, M.N., Shytte Blix, A., Bornemann, H., Boveng, P., Cameron, M., Forcada, J., Laake, J., Nordøy, E., Plötz, J., Rogers, T., Southwell, D., Steinhage, D., Stewart, B., Trathan, P. (2012) A review of data on abundance, trends in abundance, habitat use and diet of ice-breeding seals in the Southern Ocean. *CCAMLR Science*, 19, 49-74.
- Southall, B.L., Bowles, A.E., Ellison, W.T., Finneran, J.J., Gentry, R.L., Greene Jr., C.R., Kastak, D., Ketten, D.R., Miller, J.H., Nachtigall, P.E., Richardson, W.J., Thomas, J.A., Tyack, P.L., 2007. Marine mammal noise exposure criteria: initial scientific recommendations. *Aquatic Mammals* 33, (4), 1-121
- Stafford KM, Bohnenstiehl DR, Tolstoy M, Chapp E, Mellinger DK, Moore SE (2004) Antarctic-type blue whale calls recorded at low latitudes in the Indian and eastern Pacific Oceans. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 51(10), 1337-1346.
- Stewart BS, Leatherwood S (1985) Minke whale *Balaenoptera acutorostrata* Lacépède, 1804. In: Ridgeway SH, Harrison R (eds.), *Handbook of Marine Mammals, Volume 3: Sirenians and the Baleen Whales*. Academic Press, London, 91-136.
- Teschke, K., D. Beaver, M.N. Bester, A. Bombosch, H. Bornemann, A. Brandt, P. Brtnik, C. de Broyer, E. Burkhardt, B. Danis, G. Dieckmann, L. Douglass, H. Flores, D. Gerdes, H.J. Griffiths, J. Gutt, S. Hain, J. Hauck, H. Hellmer, H. Herata, M. Hoppema, E. Isla, K. Jerosch, S. Kaiser, P. Koubbi, K.-H. Kock, R. Krause, G. Kuhn, P. Lemke, A. Liebschner, K. Linse, H. Miller, K. Mintenbeck, U. Nixdorf, H. Pehlke, A. Post, M. Schröder, K.V. Shust, S. Schwegmann, V. Siegel, V. Strass, K. Thomisch, R. Timmermann, P.N. Trathan, A. van de Putte, J. van Franeker, I.C. van Opzeeland, H. von Nordheim and T. Brey (2016): Scientific background document in support of the development of a CCAMLR MPA in the Weddell Sea (Antarctica) – Version 2016 – Part A: General context of the establishment of MPAs and background information on the Weddell Sea MPA planning area. 150 pp. Working Paper 16/01 für die Sitzung der CCAMLR-Arbeitsgruppe Ecosystem Monitoring and Management (WG-EMM, Bologna, Italy, 4 to 15 July 2016)
- Thiele D, Gill P (1999) Cetacean observations during a winter voyage into Antarctic sea ice south of Australia. *Antarctic Science*, 11(1), 48-53.
- Thiele D, Hofmann E, Friedlaender A, Moore S, McDonald M (2001) Preliminary report on IWC GLOBEC collaborative research in the Western Antarctic Peninsula Study Area, Mar-Jun 2001. IWC Scientific Committee document SC/53/E8, 10 pp.
- Thomas JA, Leatherwood S, Evans WE, Jehl JR Jr, Awbrey FT (1981) Ross Sea killer whale distribution, behavior, color pattern and vocalizations. *Antarctic Journal of the United States*, 157-158.
- Thomisch, K., Boebel, O., Clark, C.W., Hagen, W., Spiesecke, S., Zitterbart, D.P., and Van Opzeeland, I., 2016: Spatio-temporal patterns in acoustic presence and distribution of Antarctic blue whales *Balaenoptera musculus intermedia* in the Weddell Sea. *Endangered Species Research*, 30, 239-253.
- Tormosov DD, Mikhailiev YA, Best PB, Zemsky VA, Sekiguchi K, Brownell RL Jr (1998) Soviet catches of southern right whales *Eubalaena australis*, 1951–1971. Biological data and conservation implications. *Biological Conservation*, 86(2), 185-197.
- Tosh CA, Bornemann H, Ramdohr S, Schröder M, Martin T, Carlini A, Plötz J, Bester MN (2009) Adult male southern elephant seals from King George Island utilize the Weddell Sea, *Antarctic Science*, 21, 113-121.

- Trathan PN, Agnew D (2010) Climate change and the Antarctic marine ecosystem: an essay on management implications. *Antarctic Science*, 22, 387-398.
- Van Franeker JA (1992) Top predators as indicators for ecosystem events in the confluence zone and marginal ice zone of the Weddell and Scotia Seas, Antarctica, November 1988 to January 1989 (EPOS Leg 2). *Polar Biology*, 12, 93-102.
- Van Opzeeland I, Van Parijs SM, Bornemann H, Frickenhaus S, Kindermann L, Klinck H, Plötz J, Boebel O (2010) Acoustic ecology of Antarctic pinnipeds. *Marine Ecology Progress Series*, 414, 267-291.
- Van Opzeeland I, Van Parijs SM, Kindermann L, Burkhardt E, Boebel O (2013) Calling in the cold: pervasive acoustic presence of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in Antarctic coastal waters. *PLoS ONE*, 8(9), e73007. doi:10.1371/journal.pone.0073007.
- Van Waerebeek K, Leaper R, Baker AN, Papastavrou V, Thiele D (2004) Odontocetes of the Southern Ocean Sanctuary. IWC Scientific Committee document SC/56/SOS1, July 2004, Sorrento, Italy, 25 pp.
- Vaughan, D.G., Marshall, G.J., Connolley, W.M., Parkinson, C., Mulvaney, R., Hodgson, D.A., King, J.C., Pudsey, C.J., Turner, J., 2003. Recent rapid regional warming on the Antarctic Peninsula. *Clim. Change* 60, 243e274.
- Visser IN, Smith TG, Bullock ID, Green GD, Carlsson OGL, Imberti S (2008) Antarctic Peninsula killer whales (*Orcinus orca*) hunt seals and a penguin on floating ice. *Marine Mammal Science*, 24(1), 225-234.
- Watanabe, Y., Bornemann, H., Liebsch, N., Plötz, J., Sato, K., Naito, Y., Miyazaki, N. (2006) Seal-mounted cameras detect invertebrate fauna on the underside of an Antarctic ice shelf. *Marine Ecology Progress Series*, 309, 297-300.
- Wegener, B. (2013) Die Genehmigung wissenschaftlicher Forschung in der Antarktis im Lichte von Umweltschutz und Forschungsfreiheit. 57 pp. UBA Texte 36/2013.
- Whitehead H (2002) Sperm whale *Physeter macrocephalus*. In: Perrin WF, Würsig B, Thewissen JGM (eds), *Encyclopedia of Marine Mammals*. Academic Press, London, 1165-1172.
- Williams R, Kelly N., Boebel O, Frielaender AS, Herr H, Kock K-H, Lehnert LS, Maksym T, Roberts J, Scheidat M, Siebert U, Brierley AS (2014) Counting whales in a challenging, changing environment. *Scientific Reports*, 4, 4170.

10 Anhänge

Annex 1: Auszüge aus dem Gesetz zur Ausführung des Umweltschutzprotokolls vom 4. Oktober 1991 zum Antarktis-Vertrag (Umweltschutzprotokoll-Ausführungsgesetz)

§ 3 Allgemeine Genehmigungspflicht

(1) Jede Tätigkeit nach § 2 Abs. 1 Nr. 2, die von

1. deutschen Staatsangehörigen,
2. anderen natürlichen Personen mit Wohnsitz oder gewöhnlichem Aufenthalt im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland,
3. juristischen Personen oder nichtrechtsfähigen Personenvereinigungen mit Sitz im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland,
4. ausländischen juristischen Personen oder nichtrechtsfähigen Personenvereinigungen

durchgeführt wird, bedarf einer Genehmigung.

(2) ...

(3) ...

(4) Die Genehmigung darf nur erteilt werden, wenn die Tätigkeit in der Antarktis keine

1. nachteiligen Wirkungen auf Klima- oder Wetterverhältnisse,
2. erheblichen nachteiligen Wirkungen auf die Luft- oder Wasserqualität,
3. erheblichen Veränderungen der atmosphärischen, Land-, Wasser-, Gletscher- oder Meeresumwelt,
4. schädlichen Veränderungen in der Verbreitung, Häufigkeit oder Produktivität von Tier- oder Pflanzenarten oder deren Populationen,
5. zusätzlichen Gefahren für gefährdete oder bedrohte Arten oder deren Populationen,
6. Schädigung oder erhebliche Gefährdung der Gebiete von biologischer, wissenschaftlicher, historischer, ästhetischer Bedeutung oder der Gebiete mit ursprünglichem Charakter,
7. sonstigen erheblichen Beeinträchtigungen der Umwelt und der abhängigen und verbundenen Ökosysteme

besorgen läßt.

(5) Umfaßt die beabsichtigte Tätigkeit Handlungen, die nach § 17 Abs. 1, § 18 Abs. 2 und 4 oder § 29 Abs. 2 und 3 verboten sind, darf die Genehmigung nur erteilt werden, wenn die in § 17 Abs. 2, 3 und 4, § 18 Abs. 5 oder § 30 Abs. 1 und 2 genannten Voraussetzungen erfüllt sind. In diesem Fall gilt die nach § 3 erteilte Genehmigung auch als Genehmigung nach den §§ 17, 18 und 29.

(6) ...

(7) ...

(8) ...

§ 17 Erhaltung der antarktischen Tier- und Pflanzenwelt

(1) Es ist verboten, in der Antarktis

1. Säugetiere oder Vögel zu töten, zu verletzen, zu fangen oder zu berühren oder heimische Pflanzen in solchen Mengen zu entfernen oder zu beschädigen, daß Verbreitung oder Dichte dieser Pflanzen erheblich beeinträchtigt wird;

2. auf die in der Antarktis heimische Tier- oder Pflanzenwelt schädlich einzuwirken; als schädliches Einwirken gilt:

- a) das Fliegen oder Landen von Hubschraubern oder sonstigen Luftfahrzeugen in einer Weise, daß Vogel- oder Robbenansammlungen beunruhigt werden;

- b) die Benutzung von Land- und Wasserfahrzeugen, einschließlich von Hovercraft-Schiffen und kleinen Booten in einer Weise, daß Vogel- oder Robbenansammlungen beunruhigt werden;
- c) die Verwendung von Sprengstoffen oder Schußwaffen in einer Weise, daß Vogel- oder Robbenansammlungen beunruhigt werden;
- d) das absichtliche Beunruhigen brütender Vögel, Vögel in der Mauser oder Vogel- oder Robbenansammlungen durch Menschen zu Fuß;
- e) das erhebliche Schädigen von Ansammlungen von Landpflanzen durch das Landen von Luftfahrzeugen, das Fahren von Fahrzeugen, durch Niedertreten oder auf andere Weise;
- f) eine sonstige Handlung, die zu einer erheblichen nachteiligen Veränderung des Lebensraums von Arten oder Populationen von Säugetieren, Vögeln, Pflanzen oder Wirbellosen führt.

(2) Das Umweltbundesamt kann im Einzelfall im Einvernehmen mit dem Bundesamt für Naturschutz im Rahmen des § 3 Abs. 1 Ausnahmen von den Verboten des Absatzes 1 genehmigen. Eine Genehmigung darf nur erteilt werden

- 1. für die Beschaffung von Exemplaren für wissenschaftliche Untersuchungen oder zur wissenschaftlichen Information oder
- 2. für die Beschaffung von Exemplaren für Museen, Herbarien, zoologische oder botanische Gärten oder für andere Bildungs- oder Kultureinrichtungen oder entsprechende Nutzungen oder
- 3. als vorsorgliche Maßnahme hinsichtlich der unvermeidlichen Folgen der Errichtung und des Betriebs wissenschaftlicher Unterstützungseinrichtungen sowie wissenschaftlicher Tätigkeiten, die nicht unter die Nummern 1 und 2 fallen.

(3) Die Erteilung von Genehmigungen ist insoweit zu beschränken, als

- 1. nicht mehr Säugetiere oder Vögel getötet, verletzt, gefangen oder berührt werden, oder Pflanzen der Natur entnommen werden dürfen, als für die in Absatz 1 genannten Zwecke unbedingt erforderlich ist,
- 2. nur eine geringe Zahl von Säugetieren oder Vögeln getötet werden darf und - auch im Zusammenwirken mit anderen genehmigten Entnahmen - nur so viele Säugetiere und Vögel einer lokalen Population getötet werden dürfen wie normalerweise durch natürliche Vermehrung in der folgenden Saison ersetzt werden,
- 3. die Vielfalt der Arten, die für diese Arten wesentlichen Lebensräume, sowie das Gleichgewicht der in der Antarktis vorhandenen Ökosysteme erhalten bleiben.

(4) Alle Arten der Gattung *Arctocephalus* (Pelzrobben) und *Ommatophoca rossii* (Ross-Robben) stehen unter besonderem Schutz. Eine Genehmigung für das Töten, Verletzen, Fangen oder Berühren dieser Arten kann nur für einen zwingenden wissenschaftlichen Zweck erteilt werden, wenn das Überleben oder die Erholung der Art oder der örtlichen Population nicht gefährdet und, soweit möglich, Methoden angewandt werden, die nicht zum Tod führen.

(5) Die Genehmigung hat ausstellende Behörde und Genehmigungsempfänger sowie Ort und Zeitpunkt der genehmigten Tätigkeit zu benennen.

(6) Jedes Töten, Verletzen, Fangen oder Berühren von Säugetieren oder Vögeln hat so zu erfolgen, daß Schmerzen und Leiden der Tiere so weit wie möglich vermieden werden.

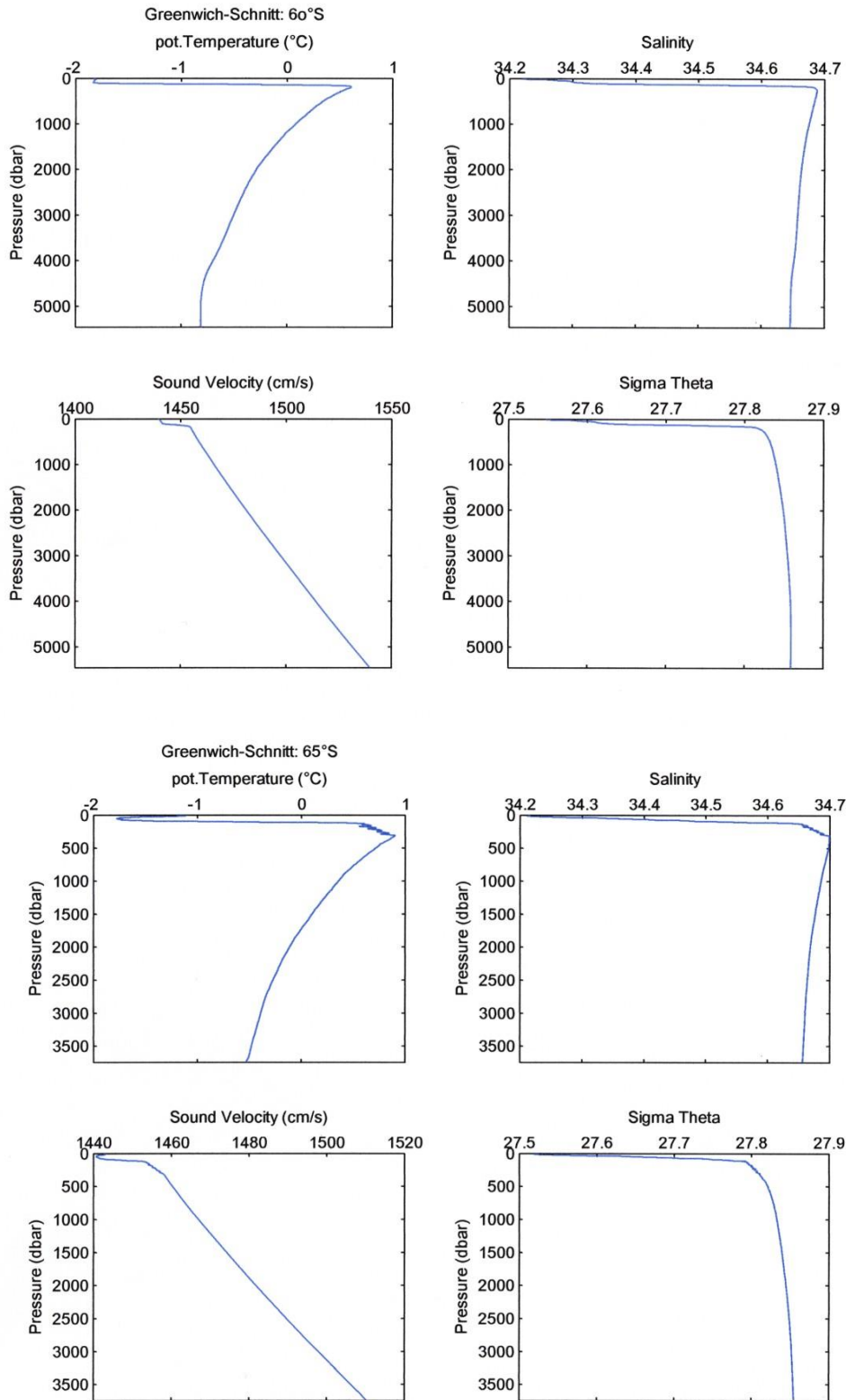
(7) ...

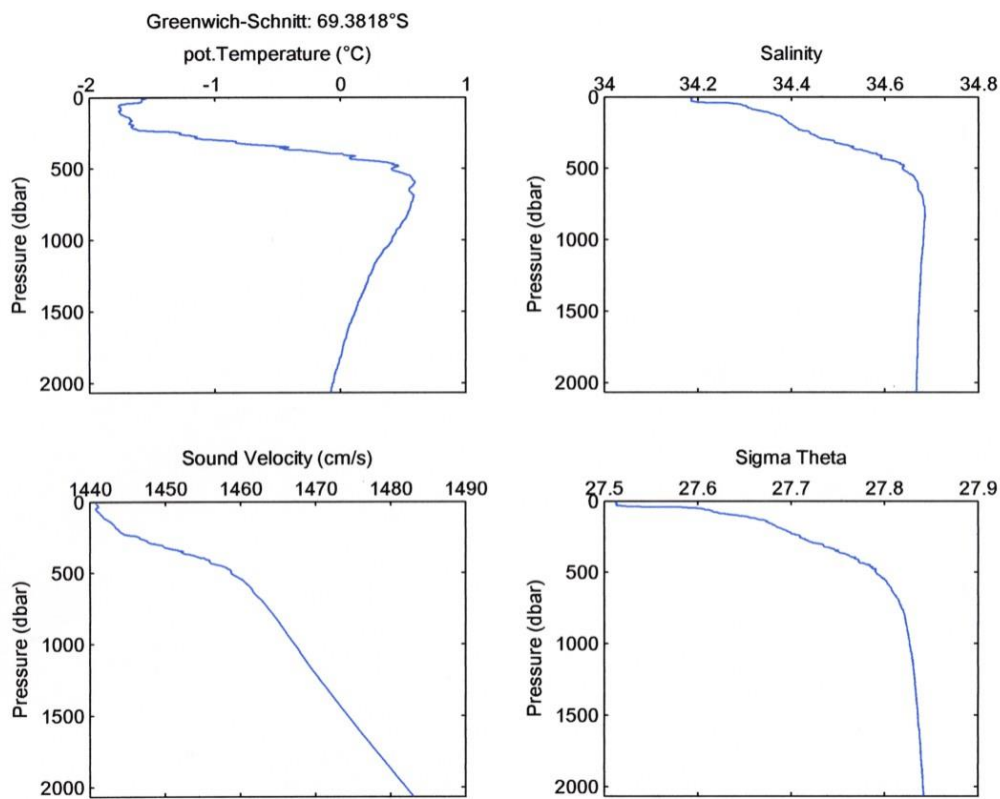
(8) ...

Annex 2: Schallausbreitungsgeschwindigkeiten

Südatlantik und Weddellmeer

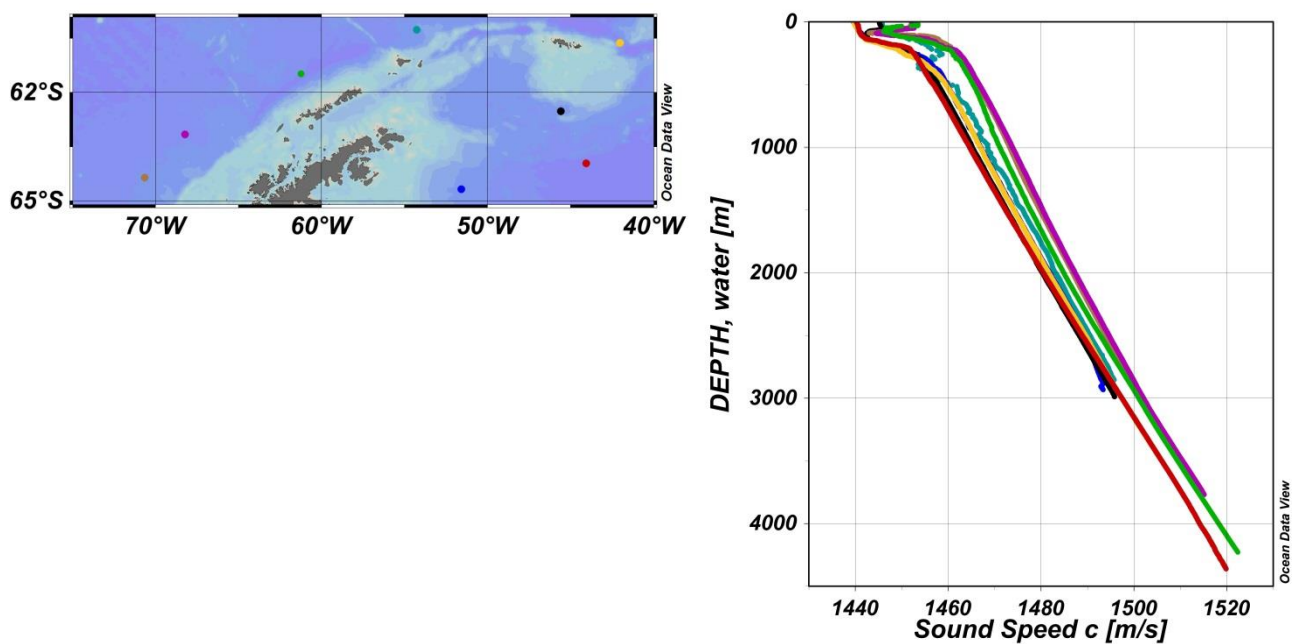
Charakteristische CTD-Profile mit berechneten Schallgeschwindigkeitsprofilen auf dem Greenwich-Schnitt. Zur Zuordnung ist jeweils die geographische Breite bzw. Länge angegeben.





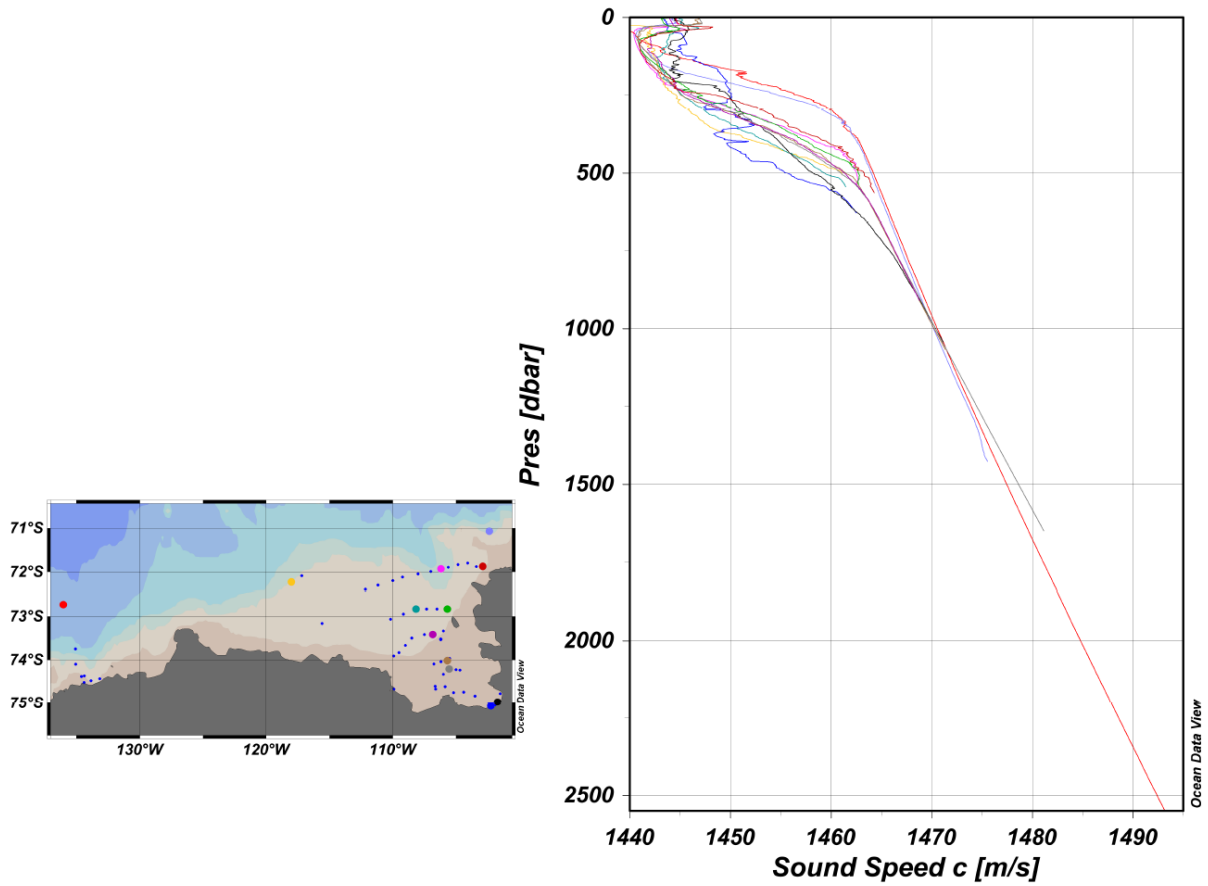
Der Bereich der antarktischen Halbinsel

Die folgende Karte und Grafiken verdeutlichen ausgewählte Schallgeschwindigkeitsprofile im Bereich der antarktischen Halbinsel.

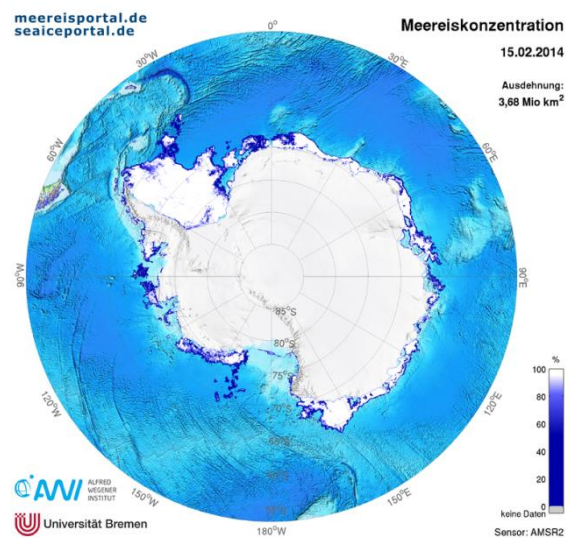
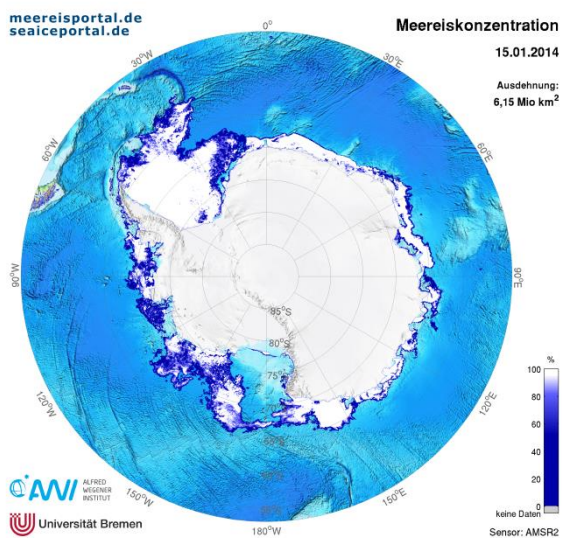
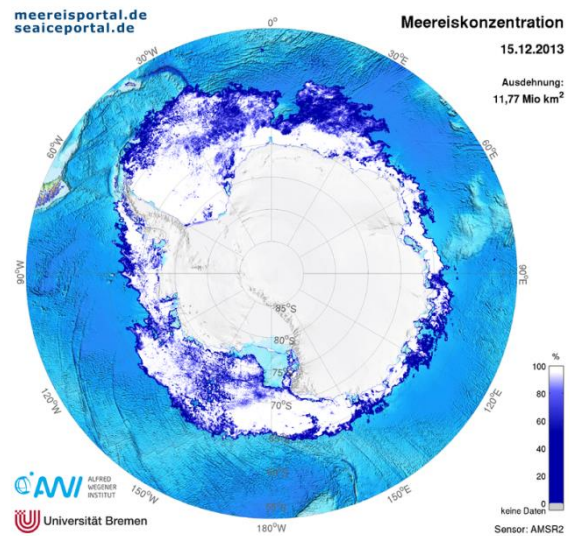
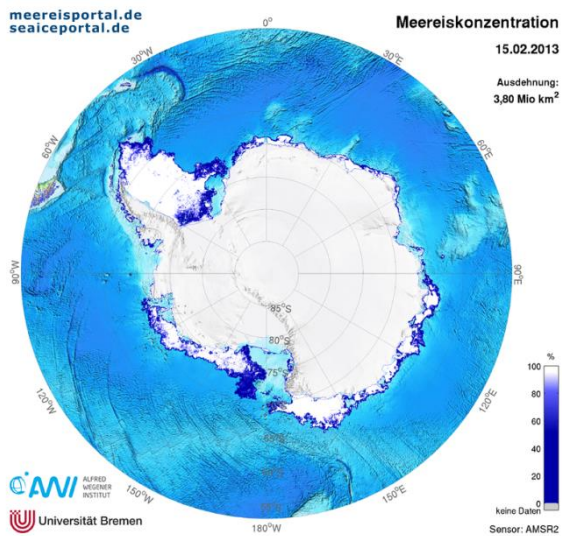
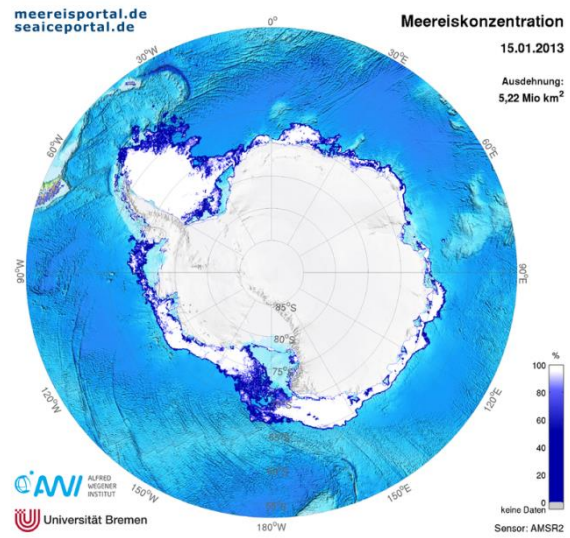
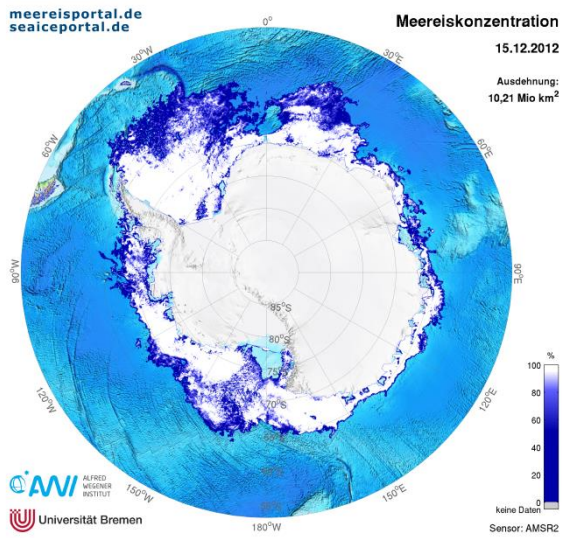


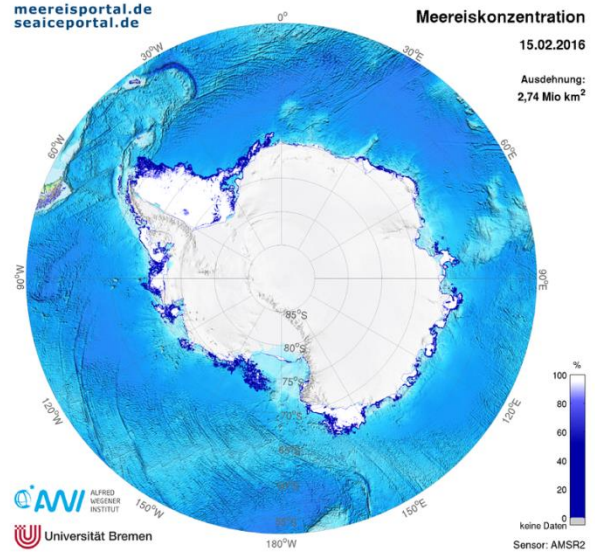
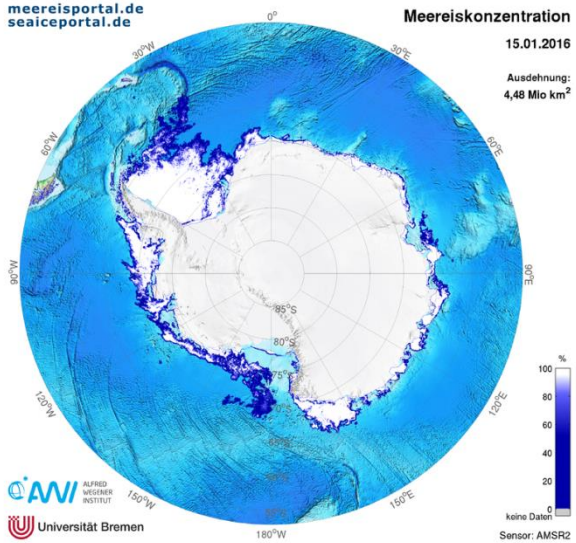
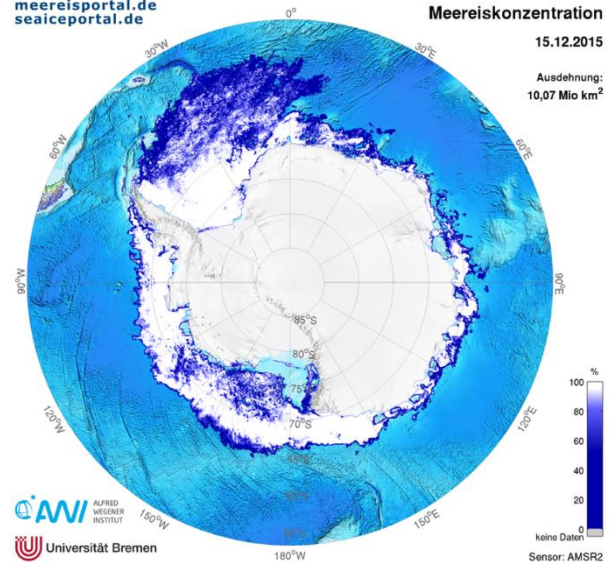
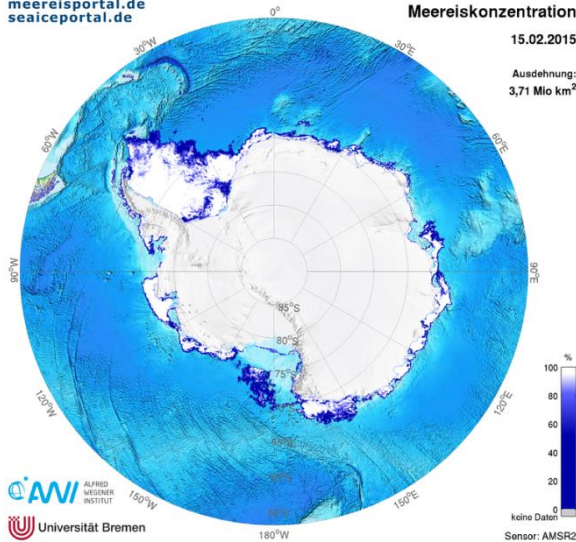
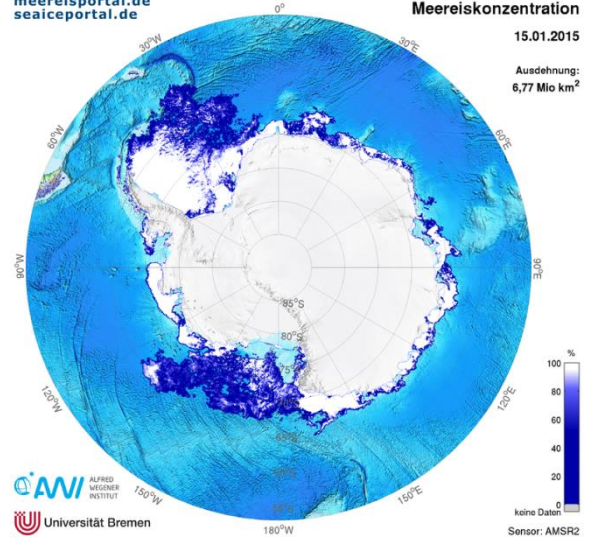
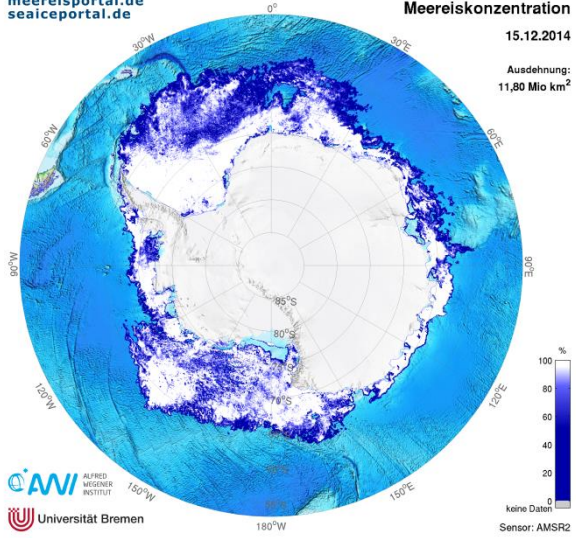
Das Amundsenmeer

Die folgende Karte und Grafiken verdeutlichen ausgewählte Schallgeschwindigkeitsprofile im Bereich der Amundsen Sea Embayment und Pine Island Bay.



Annex 3: Meereiskarten





Annex 4: Grundlegende Information zu Aufenthaltszeiten, Artenspektrum, Bestandsgrößen von Meeressäugern

(nach Lucke (2000), Knickmeier (2002), Gill und Evans (2002), Boebel et al., 2009 zusammengefasst und neueren Literaturquellen, s. Tabellen-Überschrift)

Tabelle 4.1: Artnamen und umgangssprachliche Bezeichnungen antarktischer Walarten mit Populationsgrößen im Südpolarmeer, Schutzstatus und Trends der Bestände nach Boyd (2002, 2009); Reeves et al., 2003, IWC (<https://iwc.int/estimate> September 2016), Thomas et al., 2016 und der IUCN Roten Liste bedrohter Arten (<http://www.iucnredlist.org>) as of 2016).

Lateinischer Name Familie Art	Englisch	Deutsch	Abundance / estimated population	Conservation Status 2016 (IUCN) *	Population Trend
Suborder Mysticeti					
Family Balaenopteridae					
<i>Balaenoptera musculus ssp intermedia</i>	Antarctic Blue whale	Antarktischer Blauwal	2280 (1150-4500)	Critically Endangered A1abd	increasing
<i>Balaenoptera musculus ssp brevicauda</i>	Pygmy blue whale	Zwergblauwal	-	Data Deficient	-
<i>B. physalus</i>	Fin whale	Finnwal	15.000	Endangered A1d	unknown
<i>B. borealis</i>	Sei whale	Seiwal	10.000 (south of 30°S)	Endangered A1ad	unknown
<i>B. bonaerensis</i>	Minke whale	Südlicher Zwergwal	760.000	Data Deficient	unknown
<i>B. acutorostrata subsp.</i>	Dwarf minke whale	Zwergwal, subsp.	Unknown ¹	Least Concern	stable
<i>Megaptera novaeangliae</i>	Humpback whale	Buckelwal	42.000 (partial coverage of feeding grounds)	Least Concern	increasing
Family Balaenidae					
<i>Eubalaena australis</i>	Southern right whale	Südkaper	12.000	Least Concern	increasing
Suborder Odontoceti					
Family Physeteridae					
<i>Physeter macrocephalus</i>	Sperm whale	Pottwal	30.000	Vulnerable A1d	unknown
Family Ziphiidae					
Beaked whales					
<i>Hyperoodon planifrons</i>	Southern bottlenose whale	Südlicher Entenwal	Unresolved ²	Least Concern	unknown
<i>Berardius arnuxii</i>	Arnoux's beaked whale	Südlicher Schwarzwal	unresolved	Data Deficient	unknown
<i>Mesoplodon layardii</i>	Strap-toothed whale	Layardwal	unresolved	Data Deficient	unknown
Family Delphinidae					
<i>Orcinus orca</i>	Killer whale	Schwertwal	25.000 ³	Data Deficient	unknown
<i>Globicephala melas</i>	Long-finned pilot whale	Langflossengrindwal	200.000 (in austral summer south of the AA Convergence)	Data Deficient	unknown
<i>Lagenorhynchus cruciger</i>	Hourglass dolphin	Stundenglasdelphin	144.300 (south of AA Convergence) ⁴	Least Concern	unknown

* 2001 Categories & Criteria (version 3.1), available at www.iucnredlist.org/static/categories_criteria_3_1

¹ It is not possible at this time to estimate the abundance of *B. acutorostrata* in the Southern Hemisphere, because most of the available quantitative sighting data do not distinguish it from the much more numerous *B. bonaerensis* with which it is partially sympatric. *B. acutorostrata* has not been subject to significant exploitation in the Southern Hemisphere.

² Of the estimated abundance for beaked whales south of the Antarctic Convergence the Southern bottlenose whale was the most common (see Kasamatsu and Joyce 1995).

³ Most likely underestimated abundance due to bias in methodology and survey coverage.

⁴ Abundance estimate on the basis of combined data of sighting surveys from 1976/77 to 1987/88 (see Kasamatsu and Joyce 1995).

Tabelle 4.2: Artnamen und umgangssprachliche Bezeichnungen antarktischer Robben mit Populationsgrößen (Anzahl erwachsener Tiere), Schutzstatus und Trends der Bestände nach der IUCN Roten Liste bedrohter Arten (<http://www.iucnredlist.org/> as of 2016)

Lateinischer Name Familie Art	Englisch	Deutsch	Abundance / estimated population	Conservation Status 2016 (IUCN) *	Population Trend
Family Otariidae					
<i>Arctocephalus gazella</i>	Antarctic fur seal	Antarktische Pelzrobbe	4.5 -6.2 Mio	Least Concern	decreasing
Family Phocidae					
<i>Leptonychotes weddellii</i>	Weddell seal	Weddellrobbe	200,000 to 1,000,000 (Erickson and Hanson 1990, Southwell et al. 2012)	Least Concern	unknown
<i>Hydrurga leptonyx</i>	Leopard seal	Seeleopard	35,000 (most likely underestimated)	Least Concern	unknown
<i>Mirounga leonina</i>	Southern elephant seal	Südlicher Seeelefant	325.000	Least Concern	stable
<i>Lobodon carcinophaga</i>	Crabeater seal	Krabbenfresser	8.000.000	Least Concern	unknown
<i>Ommatophoca rossii</i>	Ross seal	Rossrobbe	78.000	Least Concern	unknown

*2001 Categories & Criteria (version 3.1), available at www.iucnredlist.org/static/categories_criteria_3_1

(Anmerkung: Neue Angaben der Populationsgrößen der Robben im Weddellmeer s. Gurarie et al., 2016 und Paragraph 82 auf Seite 21 der UES.)

Tabelle 4.3: Tauchtiefen, Tauchzeiten- und Oberflächenverweildauern von in dieser UES behandelten Wal- und Robbenarten

(aus Boebel et al. (2009), mit neueren Angaben von Krause et al., 2015, Reisinger et al., 2015; McIntyre et al., 2014, Gottfried, 2014, Muelbert et al., 2013, Årthun et al., 2013; Årthun et al., 2012 und J.W. Durban, 2013)

Single = basierend auf Analyse einzelner Tauchgänge; Max = Maximalwerte mehrerer Tauchgänge, eventuell von verschiedenen Individuen; Ø = Durchschnittswert; Range = Minimum und Maximum von mehreren Tauchgängen von mehreren Individuen. Grau unterlegt: nicht-antarktische, verwandte Arten zum Vergleich für antarktische Arten ohne Daten.

Art	Parameter	Tauchtiefe [m]	Tauchzeit[min]	Oberflächenverweildauer [min]
Suborder Mysticeti				
Family Balaenopteridae				
Blauwal	Ø	140 ± 46	8 ± 2	-
	max	200	30	2-3
Finwal	max	500	30	≈10
	Ø	98 ± 33	6 ± 2	≈3
Seiwal	range		0,5-12	< 1
Südl. Zwergwal				
Zwergwal				
Buckelwal	Ø	176	25.7	-
Family Balaenidae				
Südkaper				
Nordkaper	max	184	50	≈3
	range	-	7,83 – 16,32	4,54 – 11,08
Suborder Odontoceti				
Family Physeteridae				
Pottwal	Ø	990	45	10,5 (day); 7 (night)
	range	400-1800	30-45	8
Family Ziphiidae				
Südl. Schwarzwal				
Südl. Entenwal				
Layardwal				
Nördl. Entenwal	range	493-1453	25,25- 70,50	-
Cuvier-SW	max	1267		
	range		34 – 75	mehrere sek
Blainville-SW	max	975		
	range		36 - 54	mehrere sek
Family Delphinidae				
Schwertwal ⁴	Ø for ~80% der Tauchgänge	7.5-50		
	Ø	57±112.5		3.41±2.34
	max	767.5		15.9
Type C killer whales	max	700		
Langflossengrindwal	Ø	600	15-21	
	max	830		
Stundenglasdelphin				

⁴ Dive data derived from animals tagged at Prince Edward Islands ([46° 46' S, 37° 51' E](#)).

Tabelle 4.3 (Fortsetzung): Tauchtiefen, Tauchzeiten- und Oberflächenverweildauern von in dieser UES behandelten Wal- und Robbenarten

Art	Parameter	Tauchtiefe [m]	Tauchzeit [min]	Oberflächenverweildauer [min]
Pinnipedia				
Family Otariidae				
Antarctic fur seal	max	181	10	
	range			
	∅	30.14 ± 6.3	89.86 ± 11.00 sec	
Family Phocidae				
Weddell seal	Max	932	82	
	∅	489		
Ross seal	max	792	< 30	
	range			
	∅	110	6.4	
Crabeater seal	max	528	11	
	range	6-713	0.2-23.6	
	∅	92±0.2	5.26±0.6	4-5
Leopard seal	max	424.5	>15	
	range	8 – 304		
	∅	108, 140		
Leopard seal	∅ (females)	14,84±8.98		
	max	424.5	>15	
	range	8 – 304		
	∅	108, 140		
	∅ (females)	14,84±8.98		
Southern elephant seal	max	1,256	120	
	max (males)	2389	88.3	3,5±1
	range			2.7±1.1-3.8±1.6

Tabelle 4.4: Artenspezifische Frequenzbereiche

Frequency range	Suborder Mysticeti	Suborder Odontoceti	Family Otariidae (Pinnipedia) ⁵
< 10 Hz			
10 – 100 Hz	blue, fin, minke, humpback, southern right		Ross, leopard, crabeater, Weddell
100 – 1 kHz	fin, minke, humpback, southern right, sei		Ross, leopard, crabeater, Weddell
1 kHz – 10 kHz	minke, humpback, southern right	sperm, beaked, orca, long-finned pilot	Ross, leopard, crabeater, Weddell
10 kHz – 100 kHz		sperm, beaked, orca, long-finned pilot	Weddell
> 100 kHz		hourglass dolphin	

⁵ No information is available for *Artocephalus gazella* (family Otariidae).

Tabelle 4.5: Zusammenfassung der UW-Vokalisationsbereiche der in dieser UES behandelten Wal- und Robbenarten

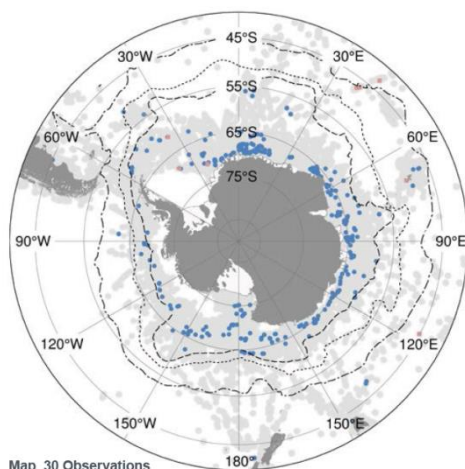
common name	auditory Class	frequency range for typical vocalizations	source level
Suborder Mysticeti			
Family Balaenopteridae			
Blue whale	low-frequency	12 Hz – 250 Hz	188 dB (max)
Fin whale	low-frequency	16 Hz – 750 Hz	160-186 dB
Sei whale	low-frequency	200 Hz – 3,500 Hz	
Minke whale	low-frequency	60 Hz – 6,000 Hz	
Dwarf minke whale	low-frequency	50 Hz – 9,400 Hz	150-165 dB
Humpback whale	low-frequency	30 Hz – 8,000 Hz	175-190 dB
Family Balaenidae			
Southern right whale	low-frequency	30 Hz – 2,200 Hz	172-187 dB
Suborder Odontoceti			
Family Physeteridae			
Sperm whale	mid-frequency	2000 Hz – 16,000 Hz	
Family Ziphiidae			
Arnoux's beaked whale	mid-frequency	1,000 Hz – 11,000 Hz	
Southern bottlenose whale	mid-frequency	6,000Hz – 20,000 Hz	
Strap-toothed whale	mid-frequency		
Family Delphinidae			
Killer whale	mid-frequency	100 Hz – 35,000 Hz	
Long-finned pilot whale	mid-frequency	1000 Hz - 8000 Hz and clicks	
Hourglass dolphin	high-frequency	126kHz clicks (BW 8 kHz)	197 dB re 1µPa _{p-p}
Pinnipedia			
Family Otariidae			
Antarctic fur seal		unknown	
Family Phocidae			
Weddell seal		100 – 24,000 Hz	153-193 dB re 1 µPa at 1 m
Ross seal		140 – 6,700 Hz	
Crabeater seal		250 – 4,900 Hz	
Leopard seal		035 – 6,700 Hz	153-177 dB re 1 µPa at 1 m
Southern elephant seal		unknown	

Annex 5: Antarktische Verbreitung der in dieser UES berücksichtigten Walarten (Quelle Ropert-Coudert et al., 2014)

Anmerkung:

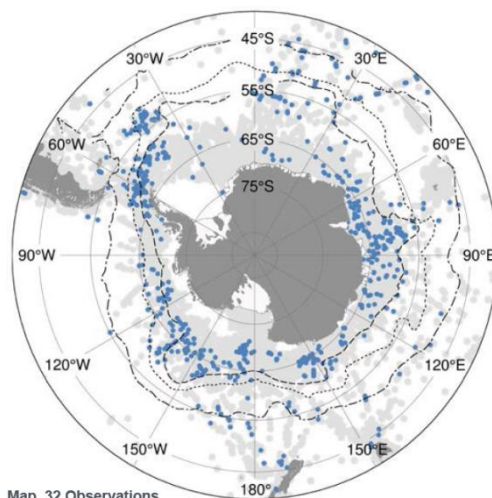
Die folgenden Sichtungskarten wurden aus dem Biogeographic Atlas of the Southern Ocean, Part 8 {Ropert-Coudert, 2013}, entnommen. Graue Punkte repräsentieren die Gesamtmenge aller Sichtungen, und werden von den Autoren als Proxy für den Effort beschrieben:

“To provide an indication of the breadth of survey effort, and so to assist the reader in distinguishing areas of likely species absence from areas that have not been surveyed, the survey effort is shown in light grey on each map. The survey effort is simply the complete set of locations where any presence data were recorded, indicating that a survey was made at that location.”



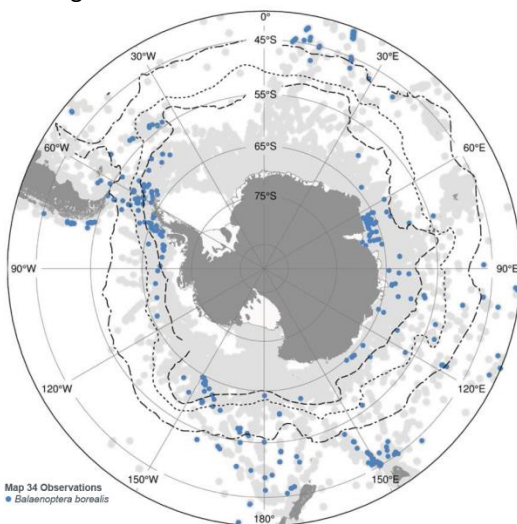
Map 30 Observations
● *Balaenoptera musculus intermedia*
■ *Balaenoptera musculus brevicauda*

- Antarktischer Blauwal
- Zwergblauwal



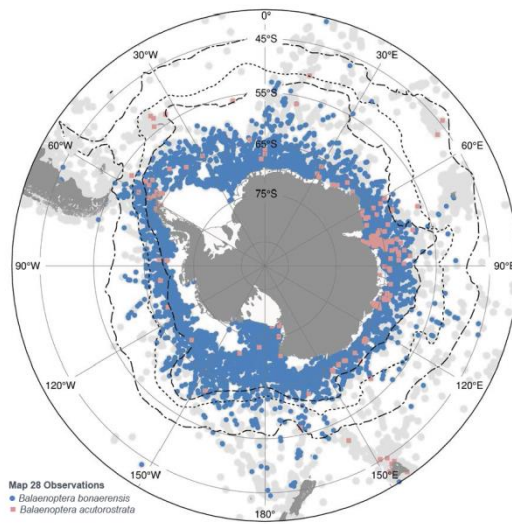
Map 32 Observations
● *Balaenoptera physalus*

- Finnwal



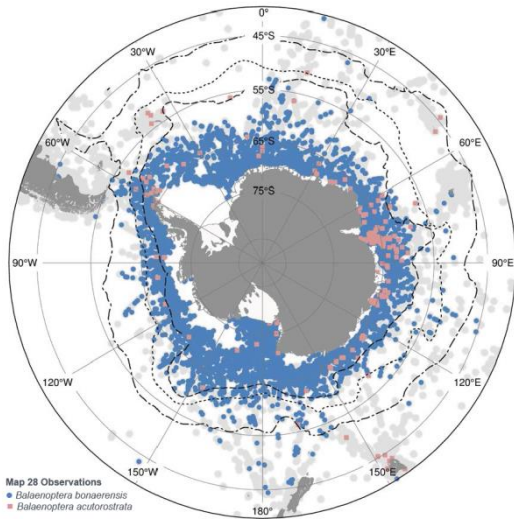
Map 34 Observations
● *Balaenoptera borealis*

- Seiwal

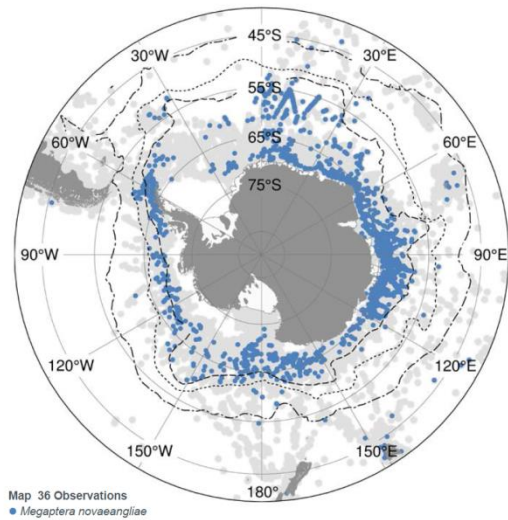


Map 28 Observations
● *Balaenoptera bonaerensis*
■ *Balaenoptera acutorostrata*

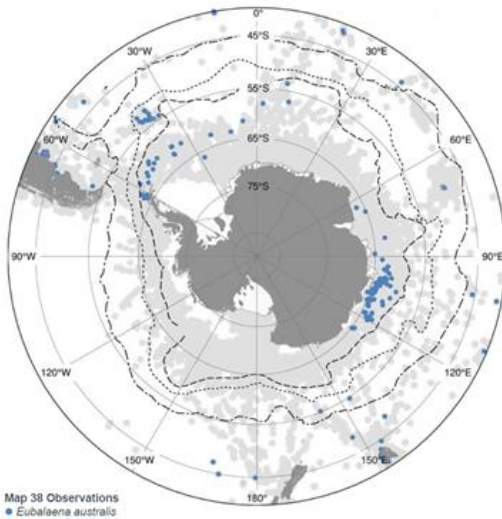
- Antarktischer Zwergwal



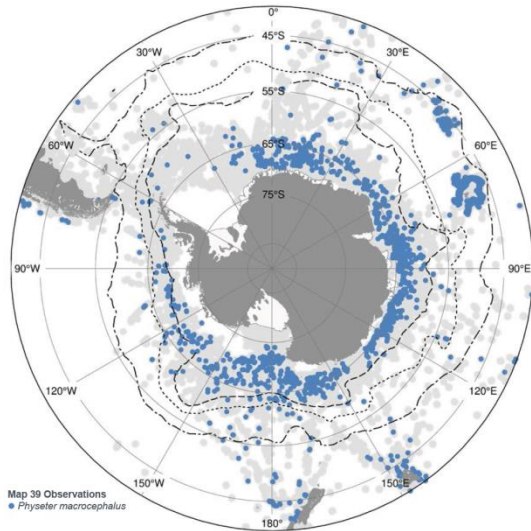
■ Dwarf minke whale



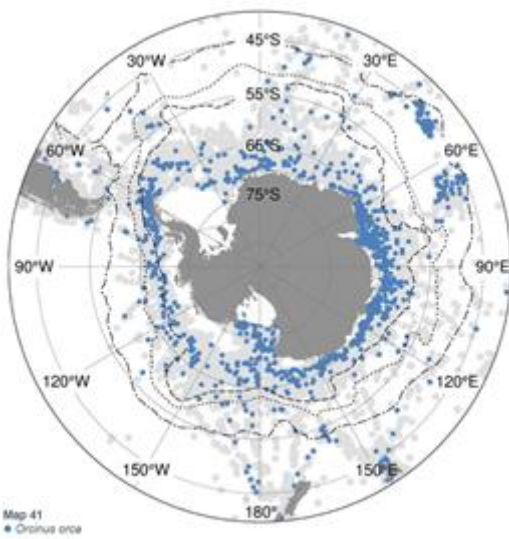
● Buckelwal



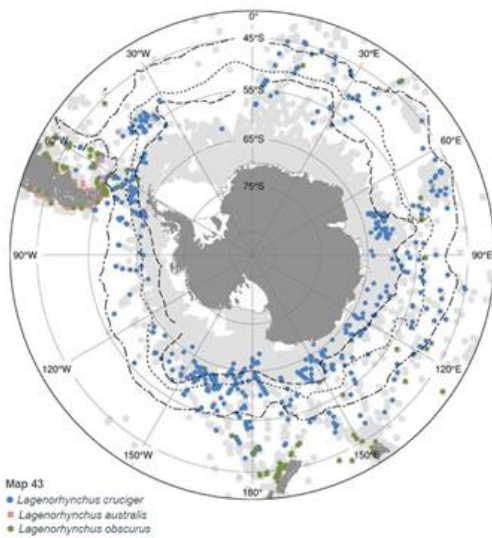
● Südkaper



● Pottwal



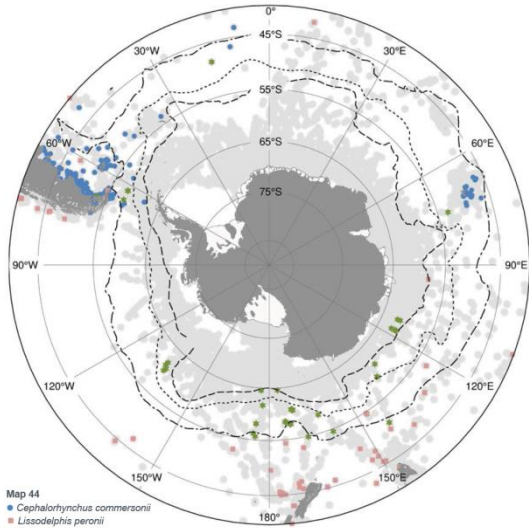
● Schwertwal



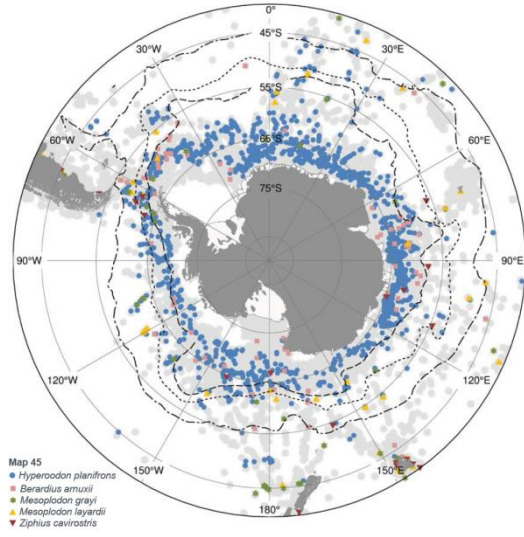
● Stundenglas-Delfin

■ Schwarzdelfin

★ Peale-Delfin



Map 44
 ● *Cephalorhynchus commersonii*
 ■ *Lissodelphis peronii*
 ★ *Phocoena dioptera*

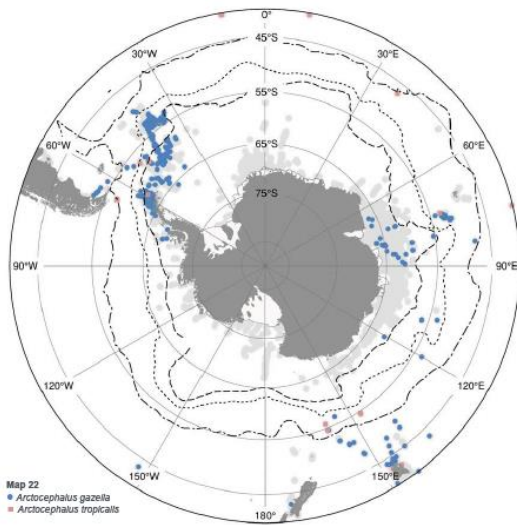


Map 45
 ● *Hyperoodon planifrons*
 ■ *Berardius arxii*
 ★ *Mesoplodon grayi*
 ▲ *Mesoplodon layardii*
 ▼ *Ziphius cavirostris*

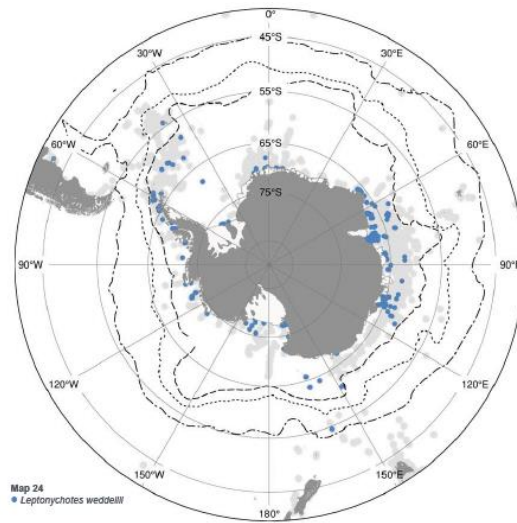
- Commerson-Delfin
- Südlicher Glattdelfin
- ★ Brillentümmler

- Südlicher Entenwal
- Südlicher Schwarzwal
- ★ Gary-Schnabelwal (Camperdown-Wal)
- ▲ Layard-Wal
- ▼ Cuvier-Schnabelwal

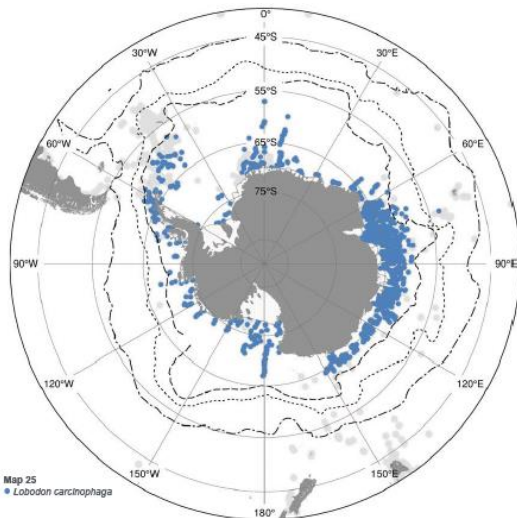
Annex 6: Antarktische Verbreitung der in dieser UES berücksichtigten Robbenarten
 (Quelle Robert-Coudert et al., 2016)



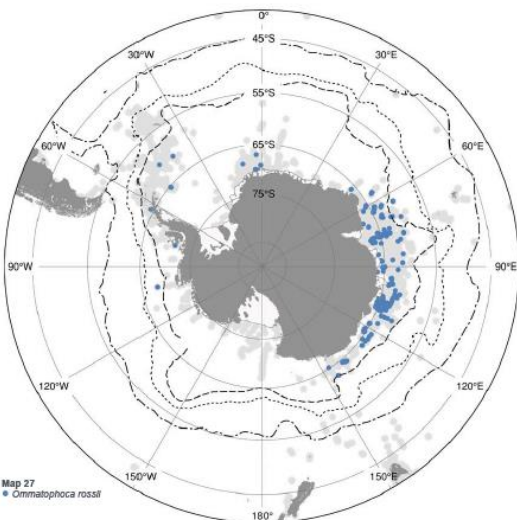
- Antarktische Pelzrobbe
- Sub-Antarktische Pelzrobbe



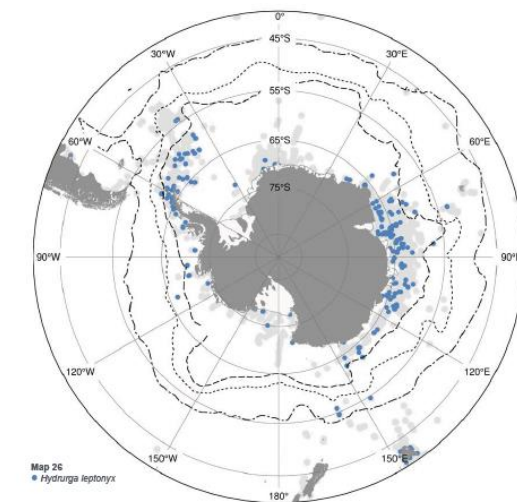
- Weddellrobbe



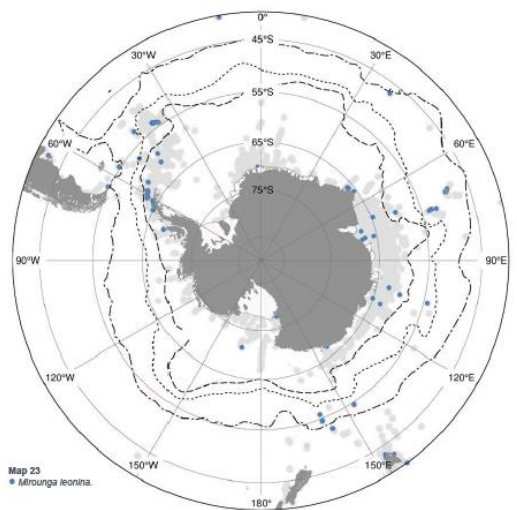
- Krabbenfresser



- Rossrobbe



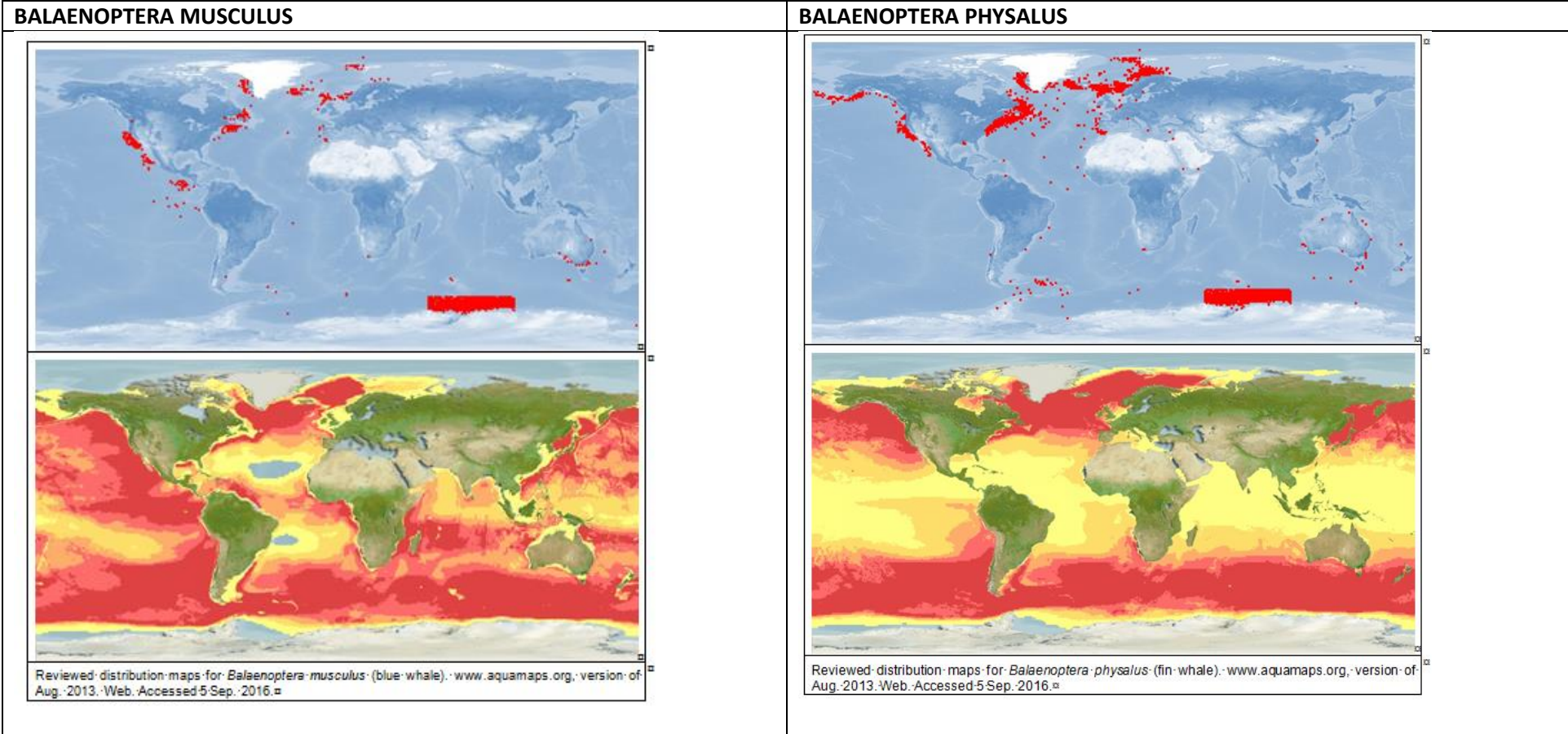
- Seeleopard



- Südlicher Seeelefant

Annex 7: Relative Habitategnung im Südozean der in der UES betrachteten Walarten

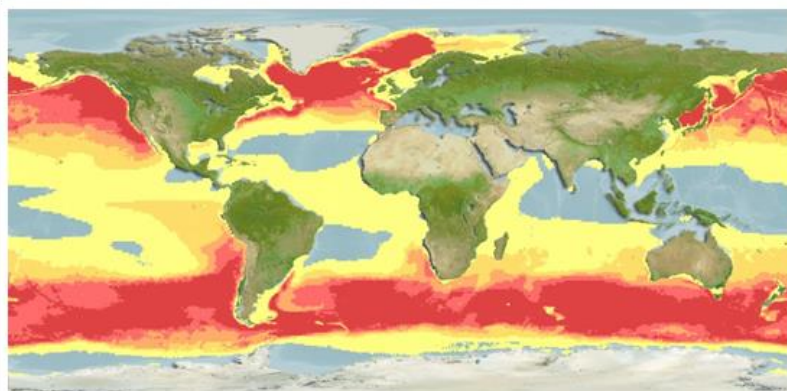
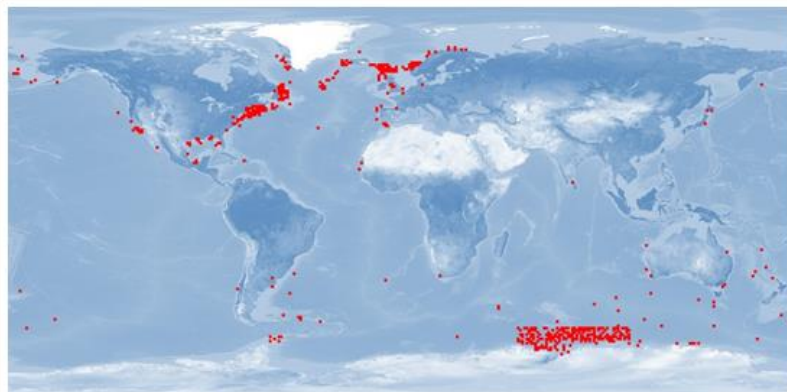
(Maps of native range (derived by habitat suitability modelling) and point sightings as extracted form the AquaMaps website Kaschner et al. (2013), distribution at sea maps from Biogeographic Atlas of the Southern Ocean, Part 8 (Ropert-Coudert et al., 2013). Legend at the end of the Annex)



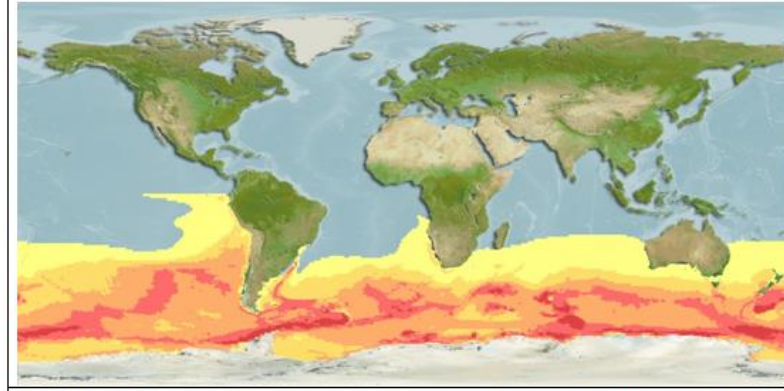
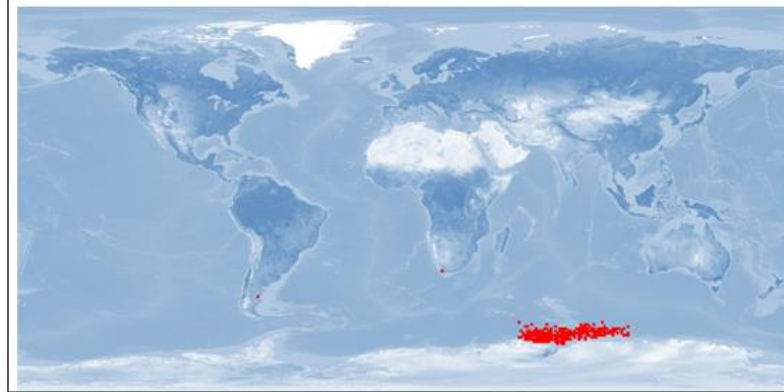
RECENT RELEVANT ADDITIONS

Balaenoptera musculus: Attard et al (2016) proposed the existence of three sympatric Antarctic blue whale (*B. M. intermedia*) populations on their Antarctic feeding grounds during the austral summer feeding period. Animals of all three suggested populations occur in the Weddell Sea. Thomisch et al (2016) provide detailed information of acoustic year-round presence of Antarctic blue whales in the Weddell Sea suggesting that some Antarctic blue whales overwinter in Antarctic waters.

Balaenoptera physalus: Joiris and Dochy (2013) suggest Elephant Island as an important pre-migration feeding ground for fin whales (*Balaenoptera physalus*) based on high encounters during visual observations especially in the north-western part of the Island.

BALAENOPTERA BOREALIS

Reviewed distribution maps for *Balaenoptera borealis* (sei whale). www.aquamaps.org, version of Aug. 2013. Web. Accessed 5 Sep. 2016^a

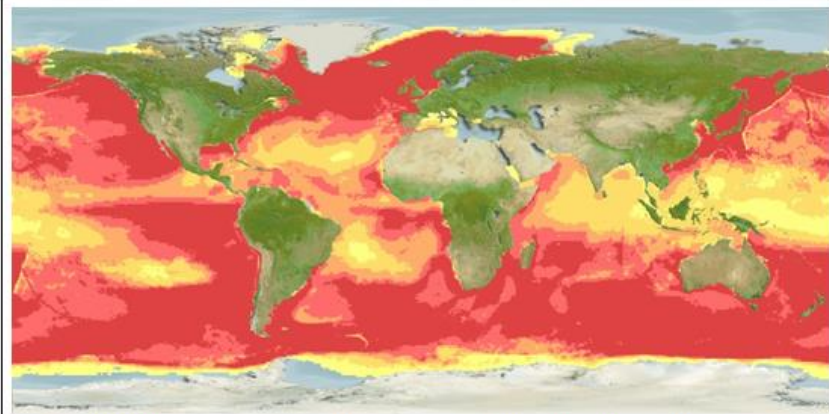
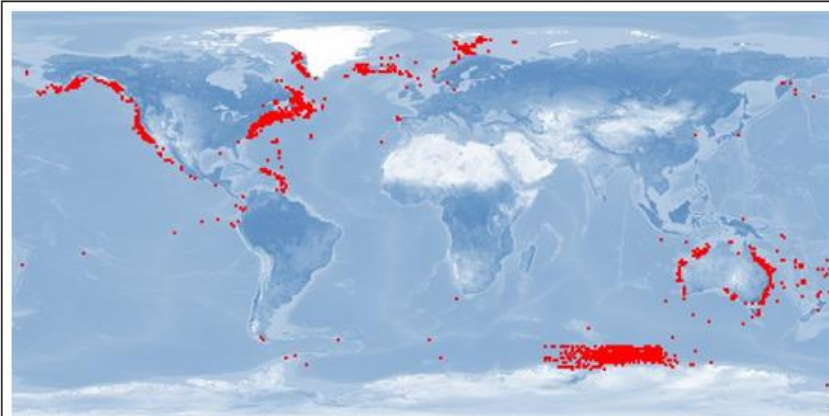
BALAENOPTERA BONAERENSIS

Reviewed distribution maps for *Balaenoptera bonaerensis* (Antarctic minke whale). www.aquamaps.org, version of Aug. 2013. Web. Accessed 5 Sep. 2016^a

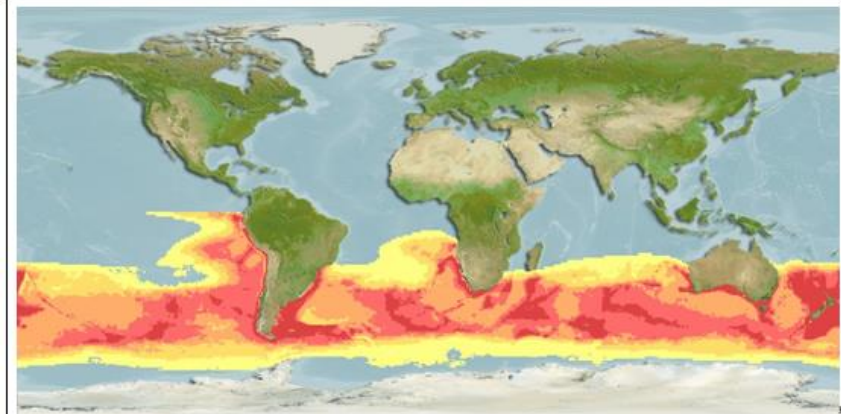
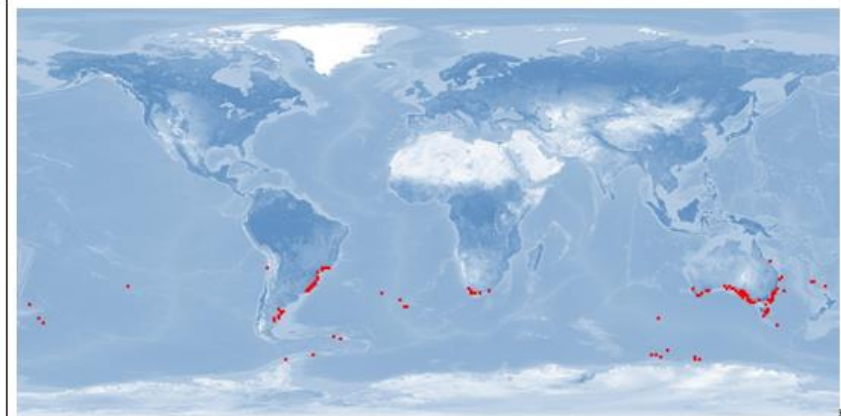
RECENT RELEVANT ADDITIONS

Balaenoptera bonaerensis: Williams et al (2014) provided information about Antarctic minke whale (*Balaenoptera bonaerensis*) abundance within ice covered areas of the Weddell Sea during austral summer month. Their results indicate that roughly 20 % of minke whales in the Weddell Sea region occur in ice covered areas, which were not surveyed in former surveys due to difficulties entering these areas. The author concludes that previously estimated abundances within this area are minimum numbers. For future surveys it might be important to adjust survey methods to cover and account for complete species range. Bombosch et al. (2014) provided temporally resolved habitat suitability models for minke whales in the Atlantic sector of the Southern Ocean. Their preferred habitat seems to be highly correlated with the presence of sea ice and appears to retreat with the waning ice. Their results are based on reports of sightings of minke whales throughout the Weddell Sea during various RV Polarstern expeditions.

Maxent spatial prediction maps for Antarctic minke whales for the 1st and 15th of each month from November 2006 to April 2007 are given at the end of this Annex.

MEGAPTERA NOVAEANGLIAE

Reviewed distribution maps for *Megaptera novaeangliae* (humpback whale). www.aquamaps.org, version of Aug. 2013. Web. Accessed 5 Sep. 2016.

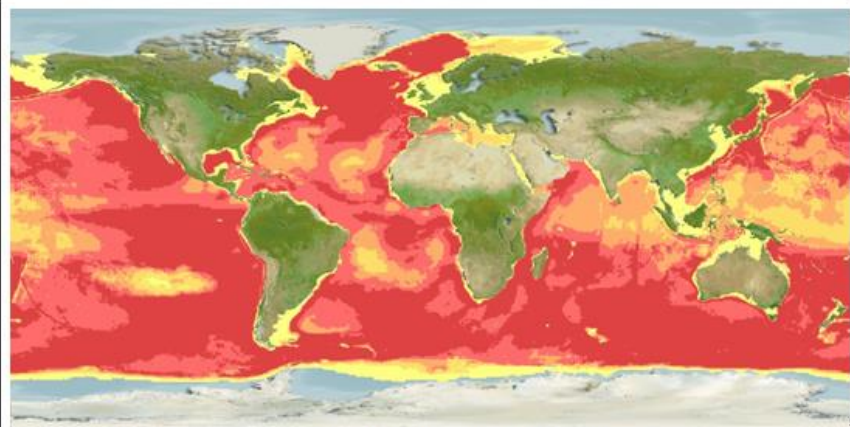
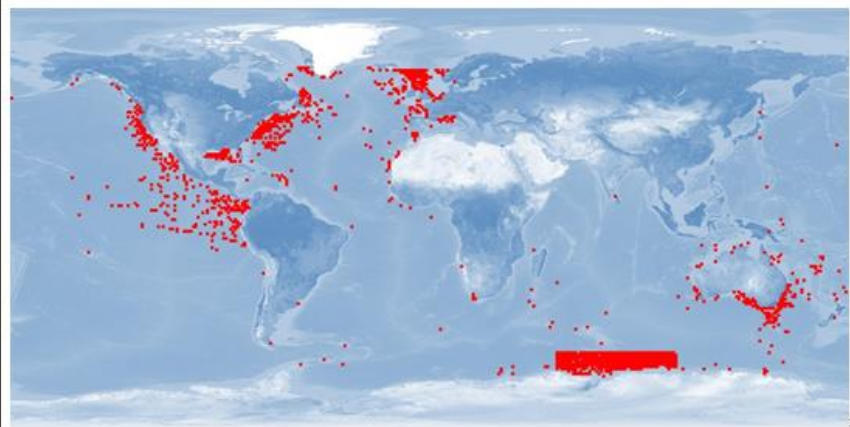
EUBALAENA AUSTRALIS

Reviewed distribution maps for *Eubalaena australis* (Southern right whale). www.aquamaps.org, version of Aug. 2013. Web. Accessed 5 Sep. 2016.

RECENT RELEVANT ADDITIONS

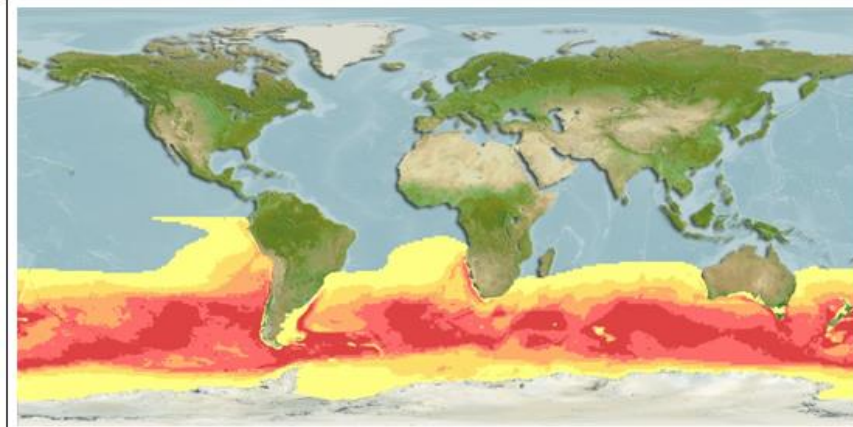
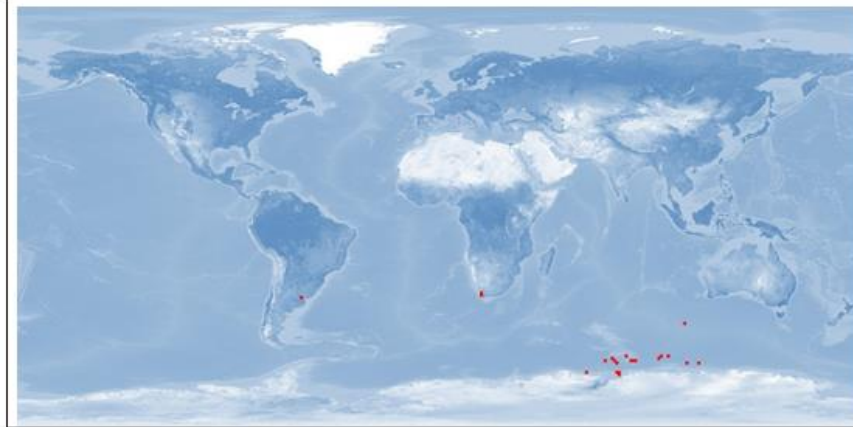
***Megaptera novaeangliae*:** Bombosch et al.(2014) provided temporally resolved, circumpolar habitat suitability models for humpback whales in the Atlantic sector of the Southern Ocean. Their preferred habitat seems to be highly correlated with the open waters north of the waxing and waning sea ice. Their results are based on reports of opportunistic sightings of humpback whales throughout the Southern Ocean during various RV Polarstern expeditions. Maxent spatial prediction maps for humpback whales for the 1st and 15th of each month from November 2006 to April 2007 are given at the end of this Annex.

PHYSETER MACROCEPHALUS



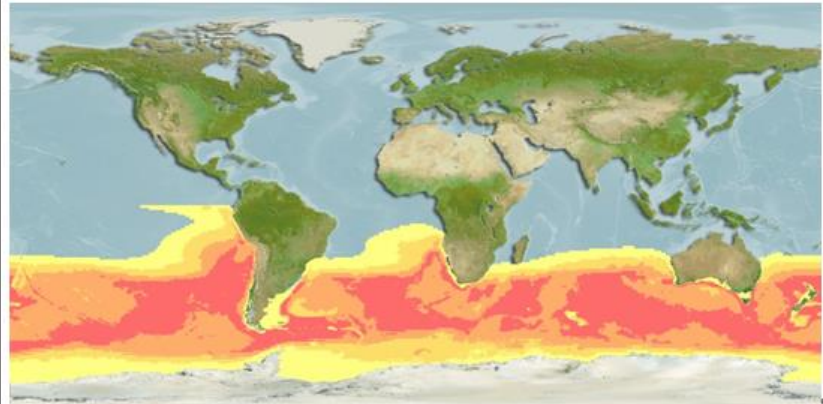
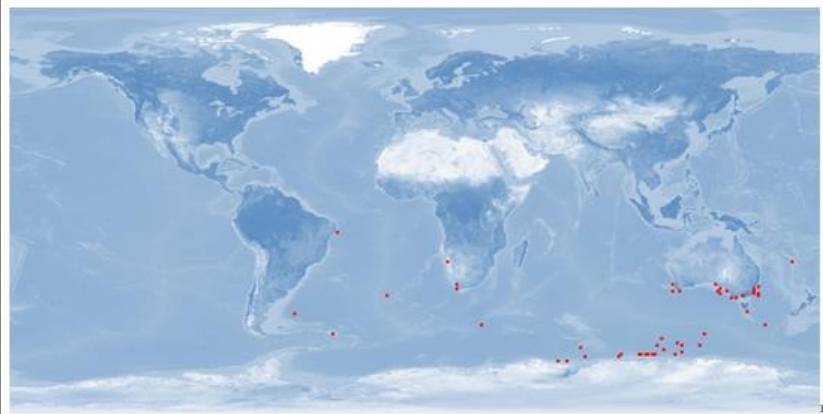
Reviewed distribution maps for *Physeter macrocephalus* (sperm whale). - www.aquamaps.org; version of Aug. 2013. Web. Accessed 5 Sep. 2016. ²⁴

BERARDIUS ARNUXII



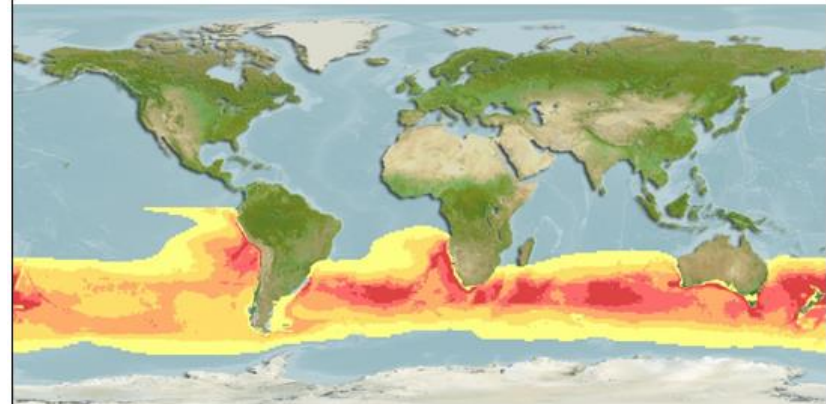
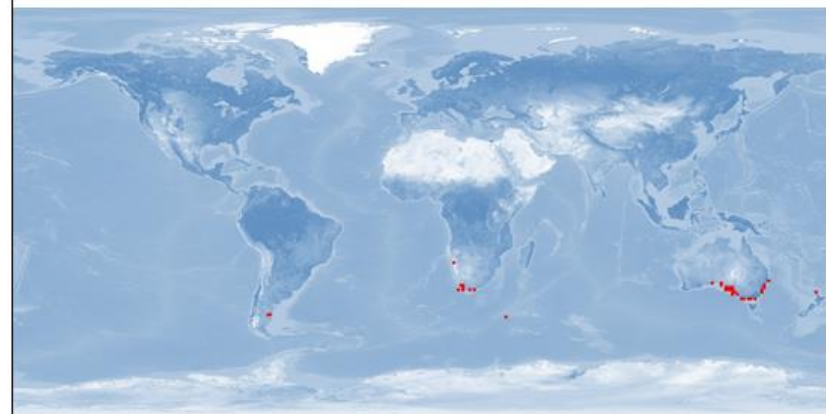
Reviewed distribution maps for *Berardius arnuxii* (Südlicher Schwarzwal). - www.aquamaps.org; version of Aug. 2013. Web. Accessed 5 Sep. 2016. ²⁴

HYPEROODON PLANIFRONS

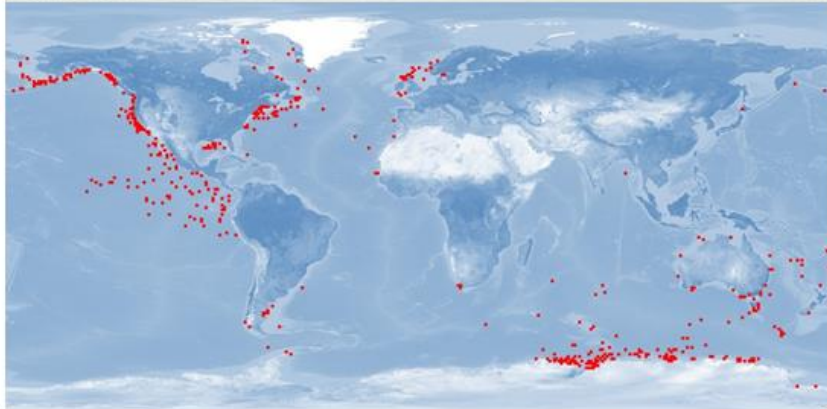
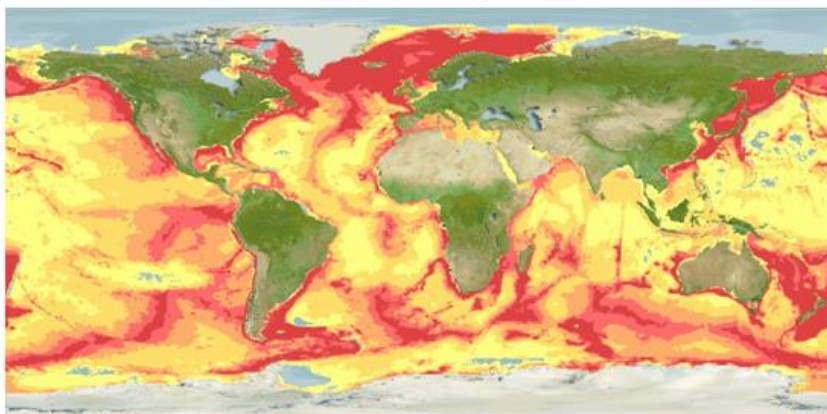


Reviewed distribution maps for *Hyperoodon planifrons* (Southern bottlenose whale): www.aquamaps.org, version of Aug. 2013. Web. Accessed 5 Sep. 2016.

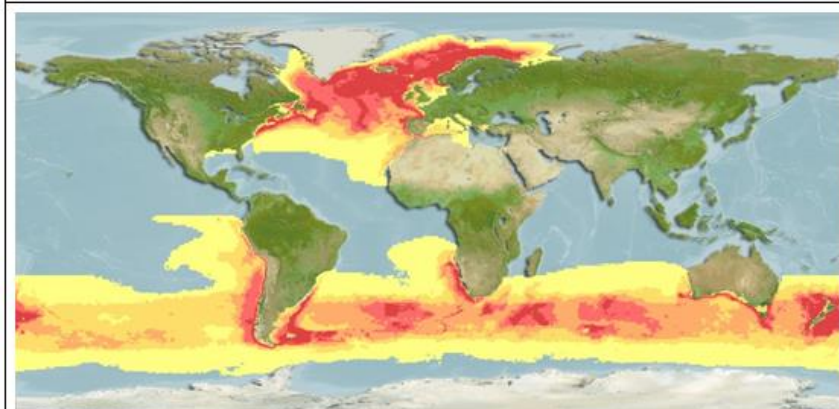
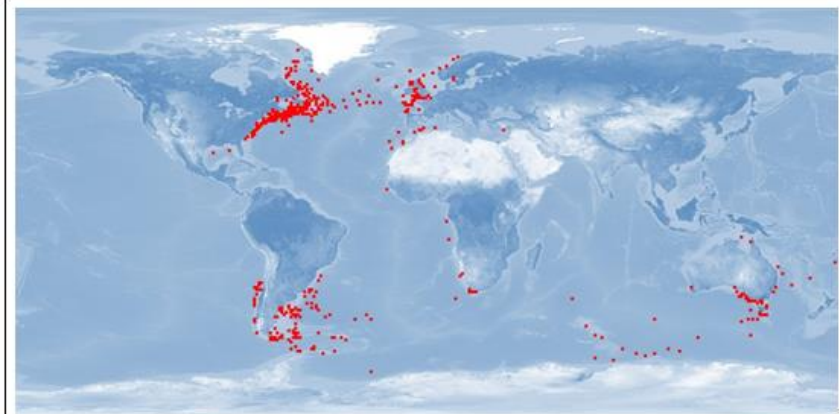
MESOPLODON LAYARDII



Reviewed distribution maps for *Mesoplodon layardii* (strap-toothed whale): www.aquamaps.org, version of Aug. 2013. Web. Accessed 5 Sep. 2016.

ORCINUS ORCA

Reviewed distribution maps for *Orcinus orca* (killer whale). -www.aquamaps.org, version of Aug. 2013. Web. Accessed 5 Sep. 2016. ²³

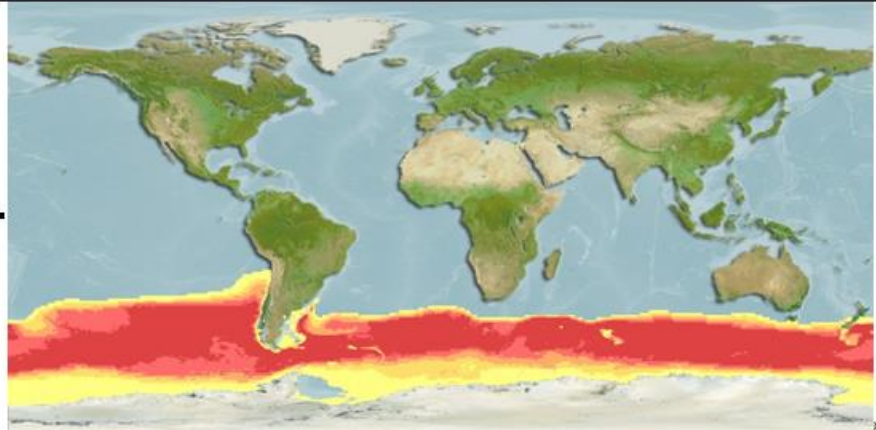
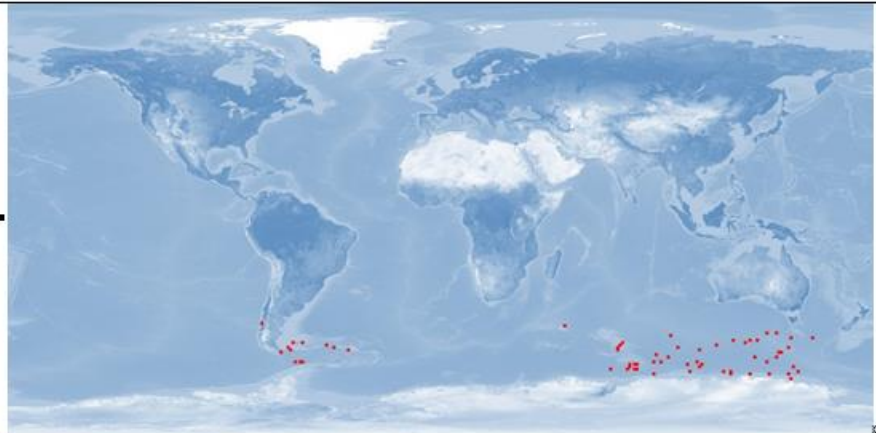
GLOBICEPHALA MELAS

Reviewed distribution maps for *Globicephala melas* (long-finned pilot whale). -www.aquamaps.org, version of Aug. 2013. Web. Accessed 5 Sep. 2016. ²³

RECENT RELEVANT ADDITIONS

Orcinus orca: Schall & Van Opzeeland (2016 in press), based on concurrent visual and passive acoustic observations, report the presence of ecotype C killer whales off the Eckstroem Iceshelf, Eastern Weddell Sea.

LAGENORHYNCHUS CRUCIGER



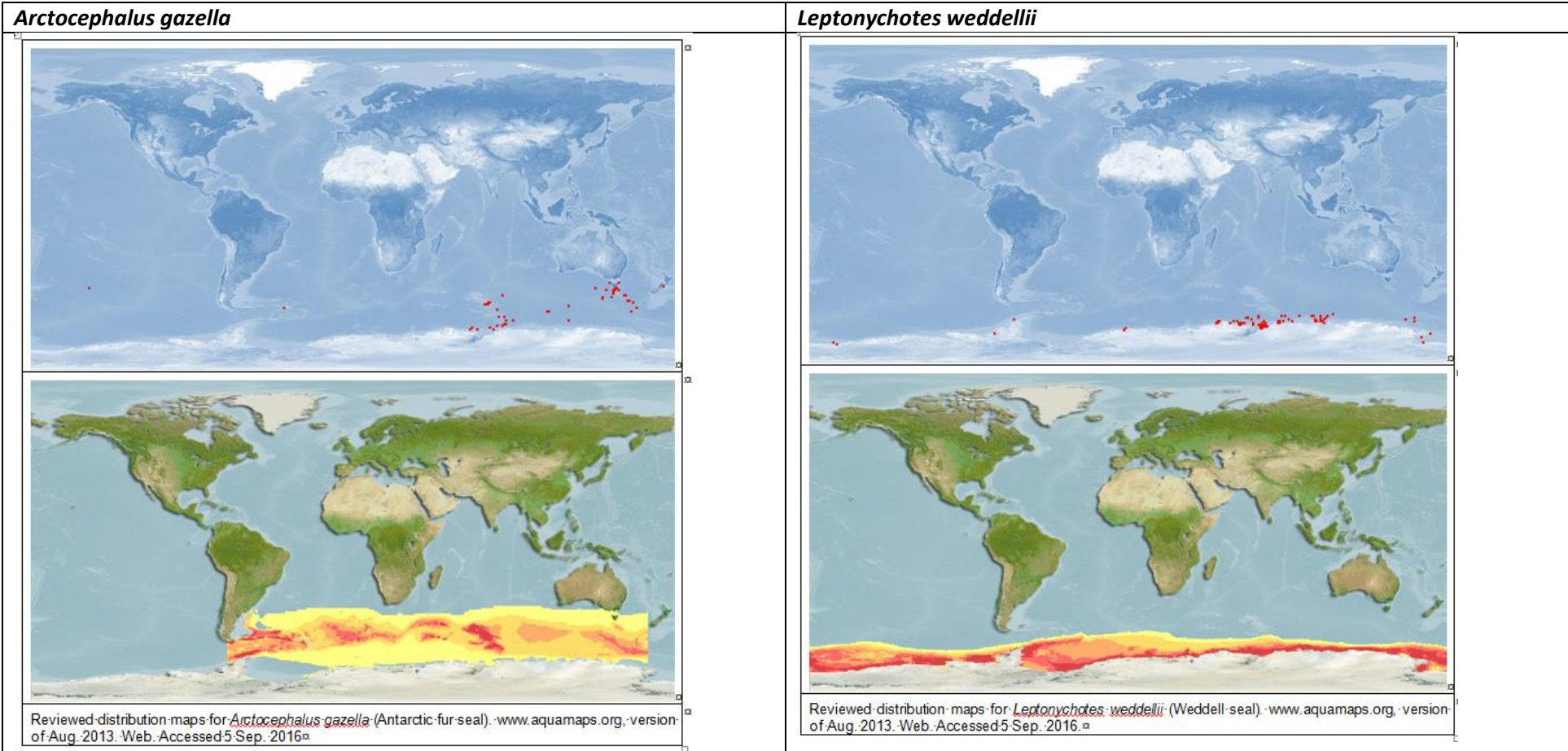
Reviewed distribution maps for *Lagenorhynchus cruciger* (hourglass dolphin). www.aquamaps.org, version of Aug. 2013. Web. Accessed 5 Sep. 2016.

Legends to Aquamaps native range and points maps.

Point Legend	Relative probabilities of occurrence
Red square: good point	Dark red: 0.80 - 1.00
Dark blue square: good point from country record	Light red: 0.60 - 0.79
Green square: non-good point	Orange: 0.40 - 0.59
White square: non-good point from country record	Yellow: 0.20 - 0.39
	Light yellow: 0.01 - 0.19

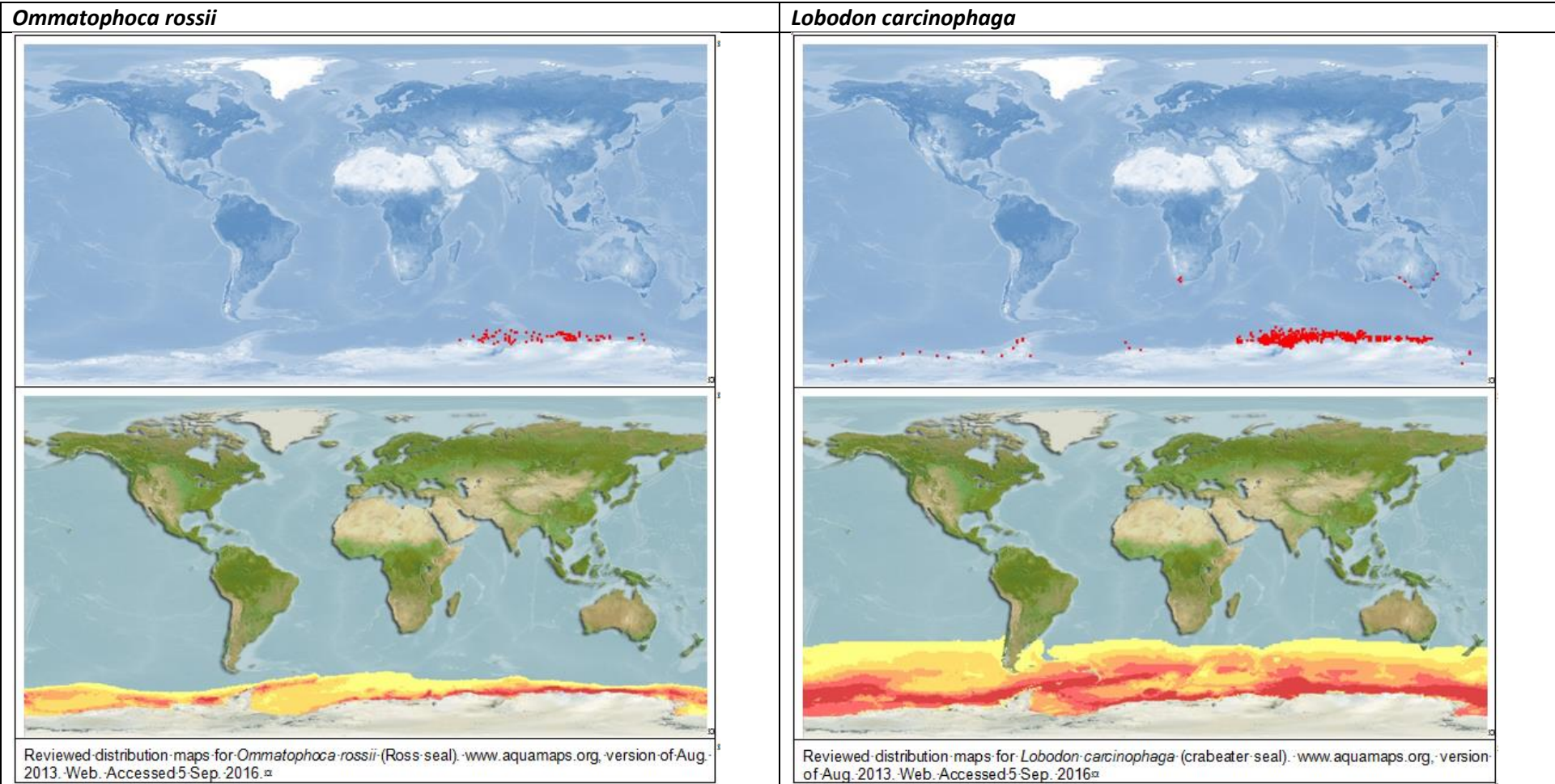
Annex 8: Relative Habitategung im Sudozean der in der UES betrachteten Robbenarten

(Maps of native range (derived by habitat suitability modelling) and point sightings as extracted from the AquaMaps website Kaschner et al. (2013), distribution at sea maps from Biogeographic Atlas of the Southern Ocean, Part 8 (Ropert-Coudert et al., 2013). Legend at the end of the Annex)



RECENT RELEVANT ADDITIONS

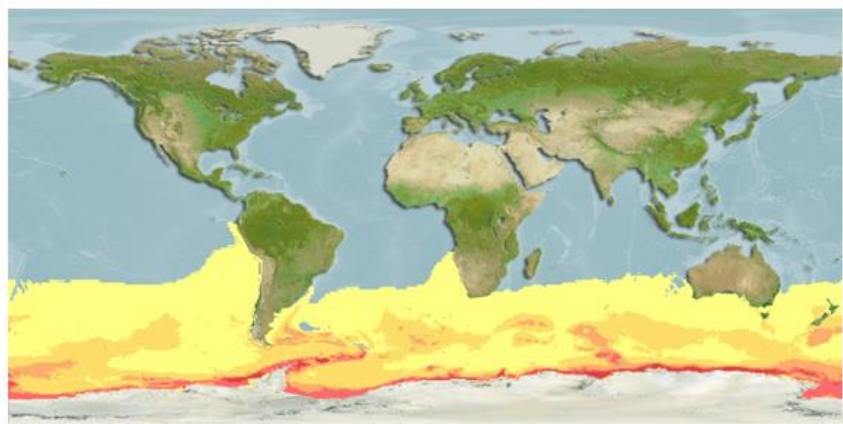
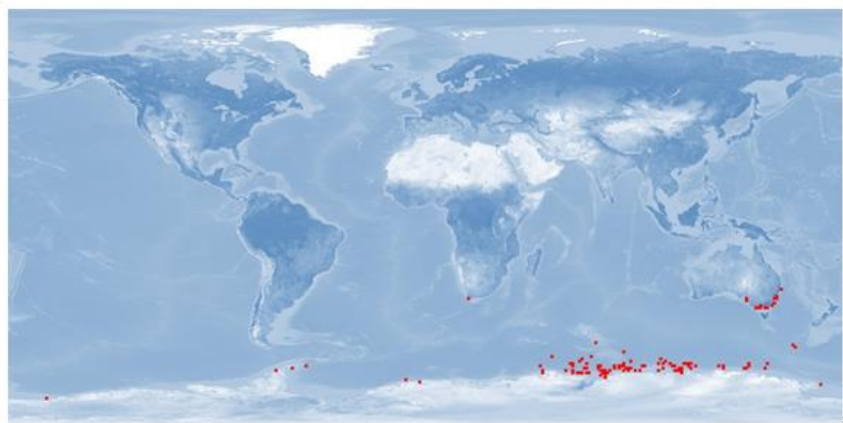
Gurarie et al (2016) published new density data from the APIS program for the eastern sector of the Weddell Sea. The models predict abundances over the surveyed area which is bound between 30°W and 10°E. Estimated abundance for Weddell Seal in this area is 60.0 (43.2–94.4) × 103. Boehme et al. (2016) provide information about winter haul-out behaviour of Weddell seals across the continental shelf break in the southern Weddell Sea including the continental shelf, continental slope and offshore waters (68 to 78°S, 8 to 50°W). Forcada et al (2012) provide density and abundance information in the Western Weddell Sea area with 0.214 (0.196; 0.142–0.303) Weddell seals/km2 of pack ice area which leads to an absolute abundance of 217,472 (0.196; 144,832–309,279). CV and 95 % confidence interval given in brackets.



RECENT RELEVANT ADDITIONS

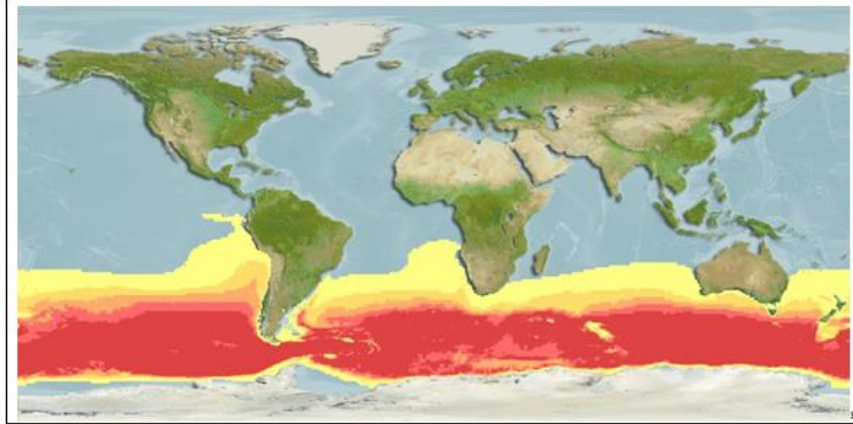
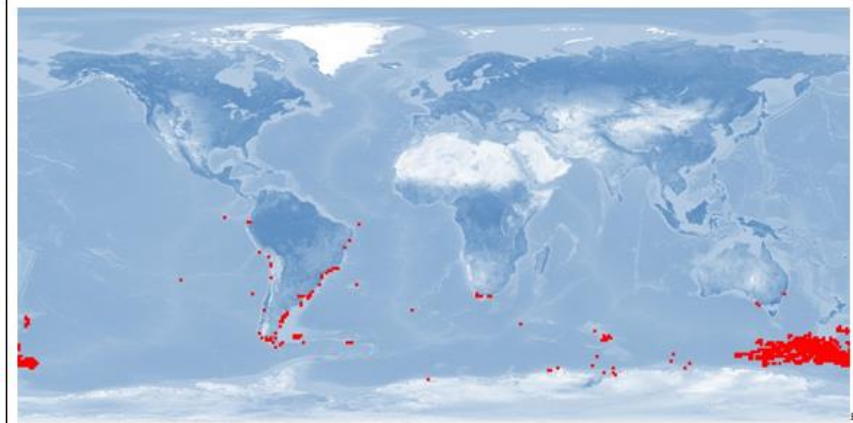
Gurarie et al (2016) published new density data from the APIS program for the eastern sector of the Weddell Sea. The models predict abundances over the surveyed area which is bound between 30°W and 10°E (see also illustration at the end of this Annex). The authors give a conservative estimate of 830 (119-2894) Ross seals due to very few sightings in this area. Forcada et al (2012) provide density and abundance information in the Western Weddell Sea area with 1.163 (0.133; 0.914–1.510) crabeater seals/km² of pack ice area which leads to an absolute abundance of 1,184,380 (0.133; 930,009–1,537,062). CV and 95 % confidence interval given in brackets. Nachtsheim et al (2016) provided information on habitat suitability of crabeater seals (*Lobodon carcinophaga*) within the Weddell Sea using MAXENT modelling. The authors suggest the eastern and southern Weddell Sea as especially suitable habitats for this species

Hydrurga leptonyx



Reviewed distribution maps for *Hydrurga leptonyx* (leopard seal). www.aquamaps.org, version of Aug. 2013. Web. Accessed 5 Sep. 2016^a

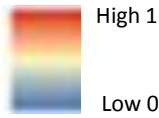
Mirounga leonina

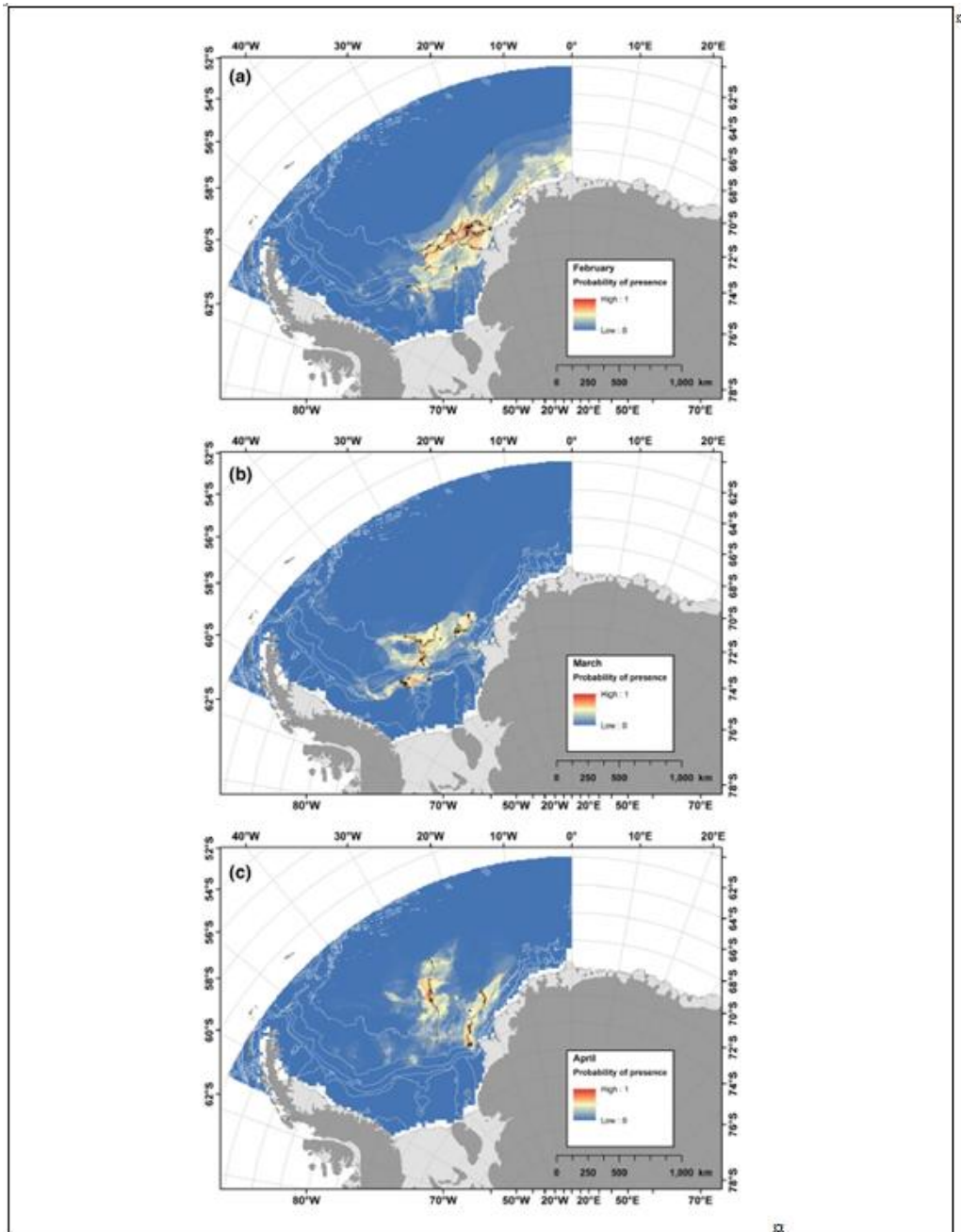


Reviewed distribution maps for *Mirounga leonina* (southern elephant seal). www.aquamaps.org, version of Aug. 2013. Web. Accessed 5 Sep. 2016^a

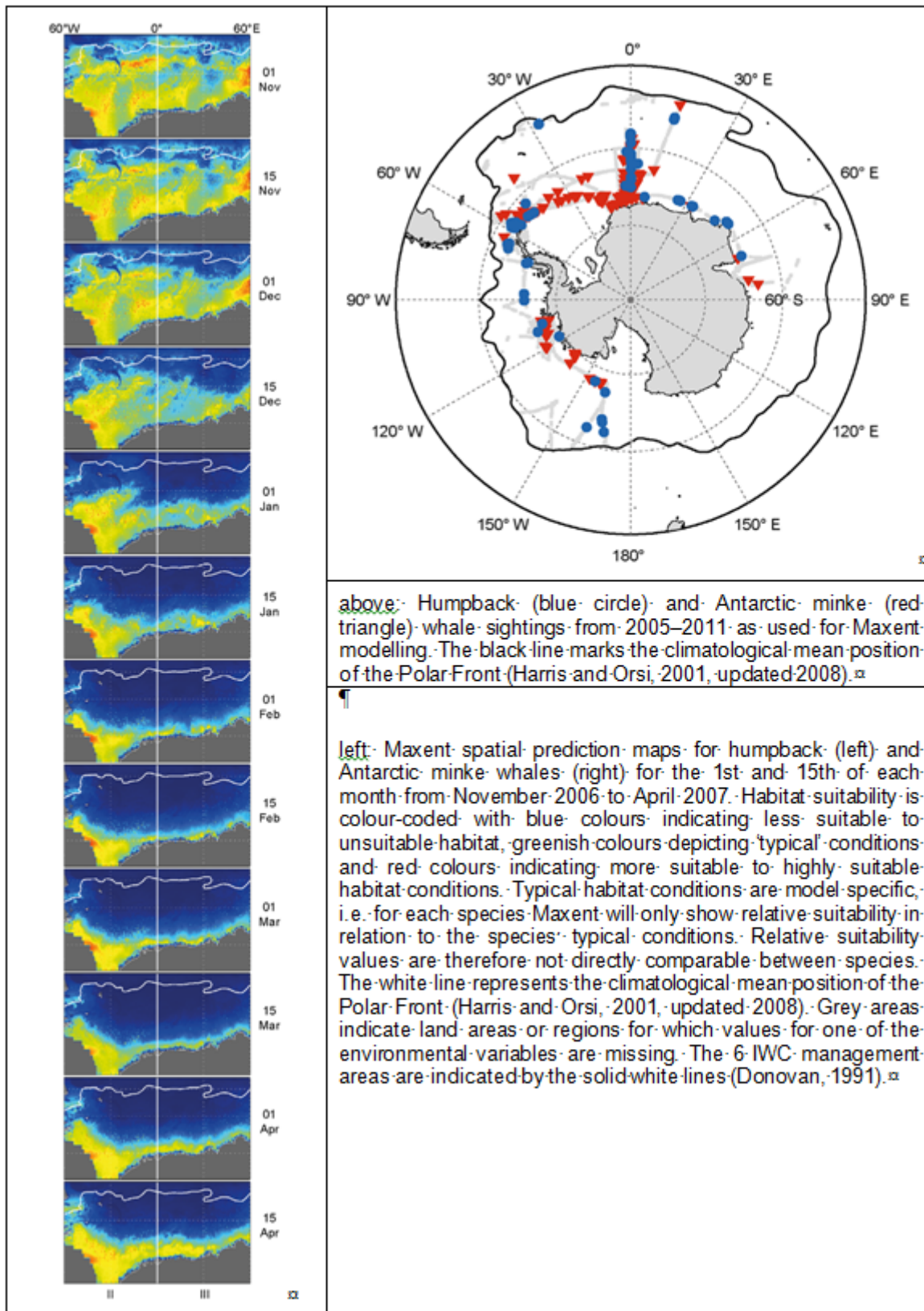
RECENT RELEVANT ADDITIONS

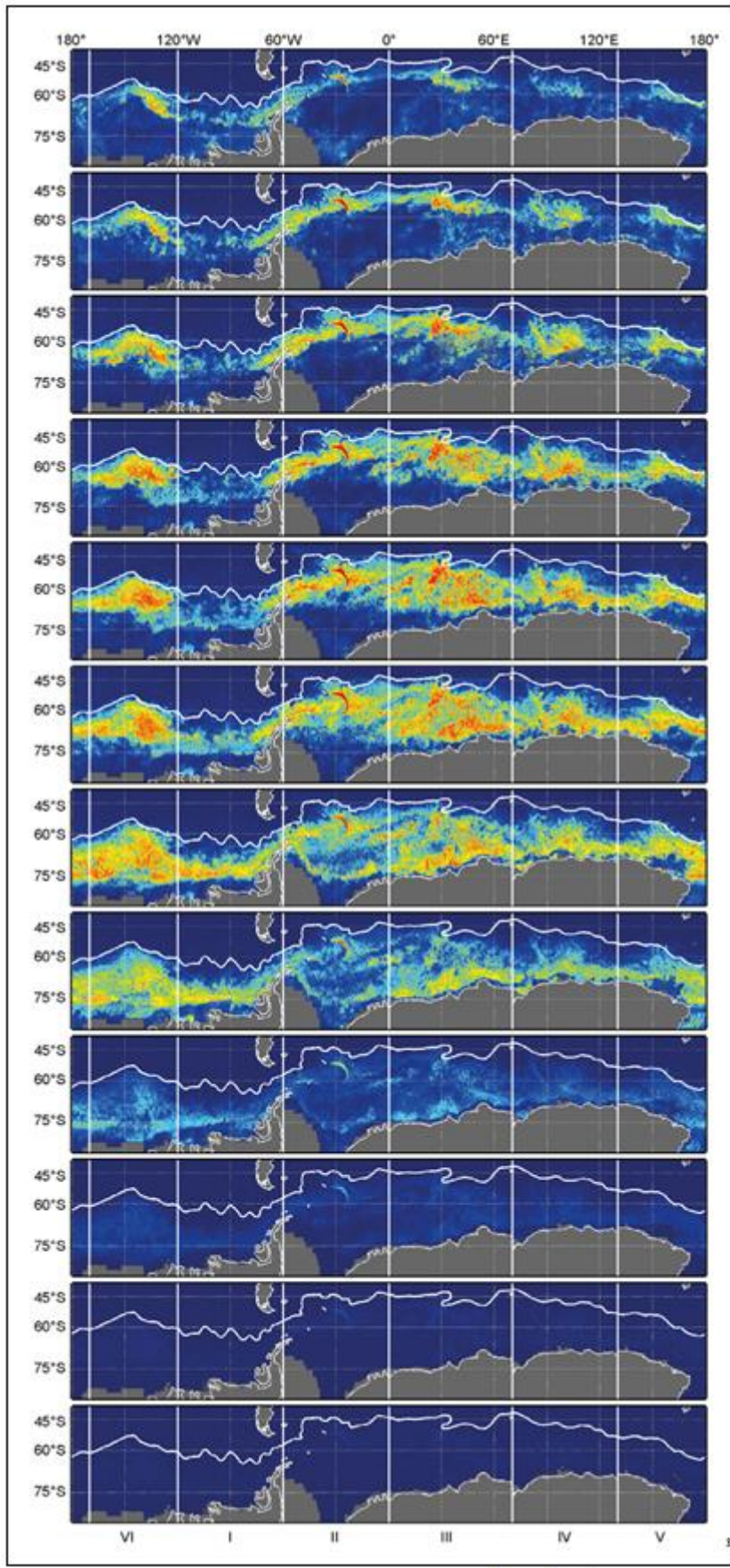
Forcada et al (2012) provide density and abundance information in the Western Weddell Sea area with 0.008 (0.555; 0.001–0.019) leopard seals/km² of pack ice area which leads to an absolute abundance of 8130 (0.555; 1376–19,033). CV and 95 % confidence interval given in brackets. Gurarie et al (2016) published new density data from the APIS program for the eastern sector of the Weddell Sea. The models predict abundances over the surveyed area which is bound between 30°W and 10°E. Estimated abundance for leopard seal in this area is 13.2 (5.50–39.7) × 10³.

Legend to previous Aquamaps native range and points maps of seal species		Legend to Nachtsheim et al (2016)	
<p>Point Legend</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ good point ■ good point from country record ■ non-good point non-good point from country record 	<p>Relative probabilities of occurrence</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 0.80 - 1.00 ■ 0.60 - 0.79 ■ 0.40 - 0.59 ■ 0.20 - 0.39 ■ 0.01 - 0.19 	<p>a) February b) March c) April</p> <p>Probability of presence</p>	



Nachtsheim et al (2016) provided information on habitat suitability of crabeater seals (*Lobodon carcinophaga*) within the Weddell Sea using MAXENT modelling. The authors suggest the eastern and southern Weddell Sea as especially suitable habitats for this species.





left: Maxent spatial prediction maps for humpback whales for the 1st and 15th of each month from November 2006 to April 2007. Habitat suitability is colour-coded with blue colours indicating less suitable to unsuitable habitat, greenish colours depicting 'typical' conditions and red colours indicating more suitable to highly suitable habitat conditions. Typical habitat conditions are model specific, i.e. for each species. Maxent will only show relative suitability in relation to the species typical conditions. Relative suitability values are therefore not directly comparable between species. The white line represents the climatological mean position of the Polar Front (Harris and Orsi, 2001, updated 2008). Grey areas indicate land areas or regions for which values for one of the environmental variables are missing. The 6 IWC management areas are indicated by the solid white lines (Donovan, 1991).³

Annex 9: Sondergebiete und Important Bird Areas

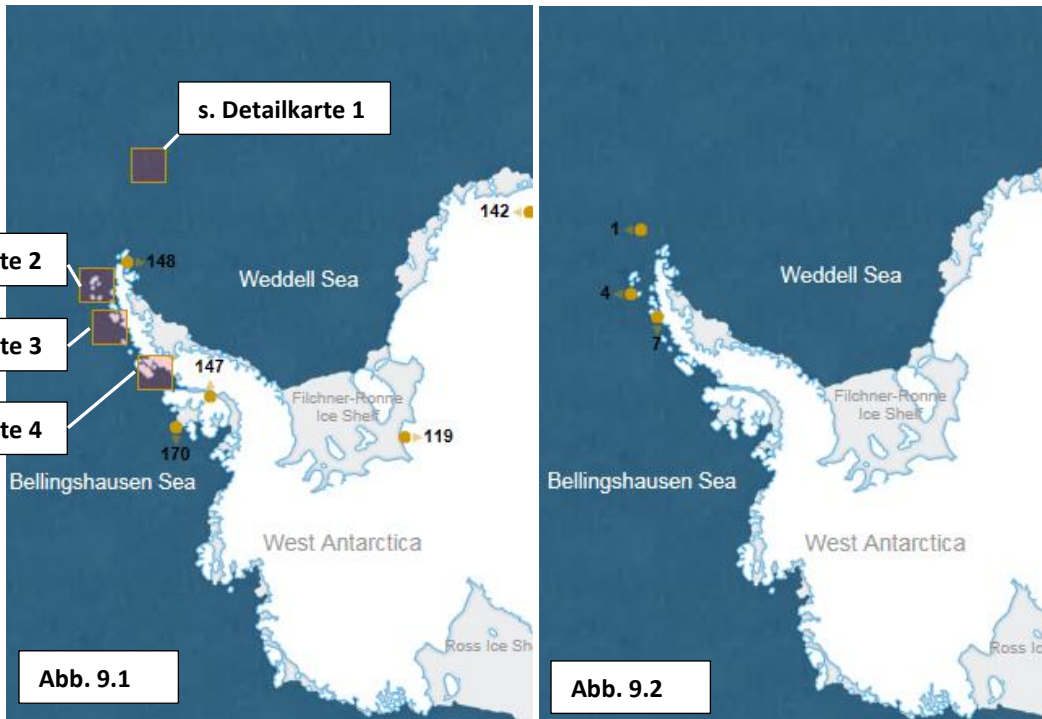
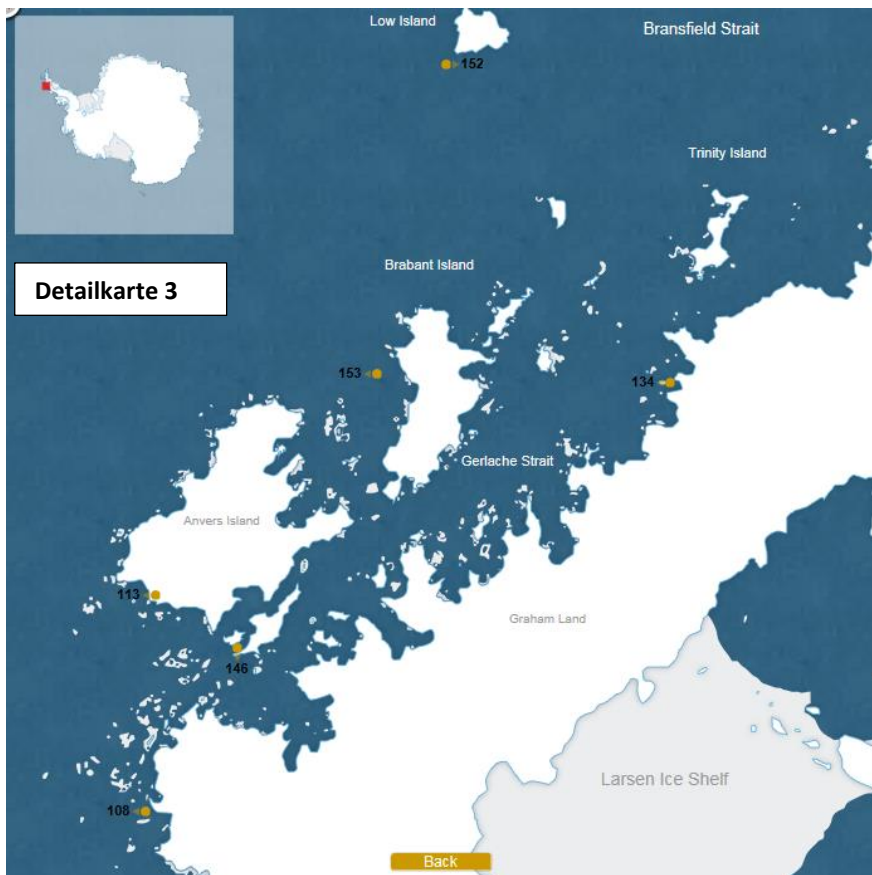
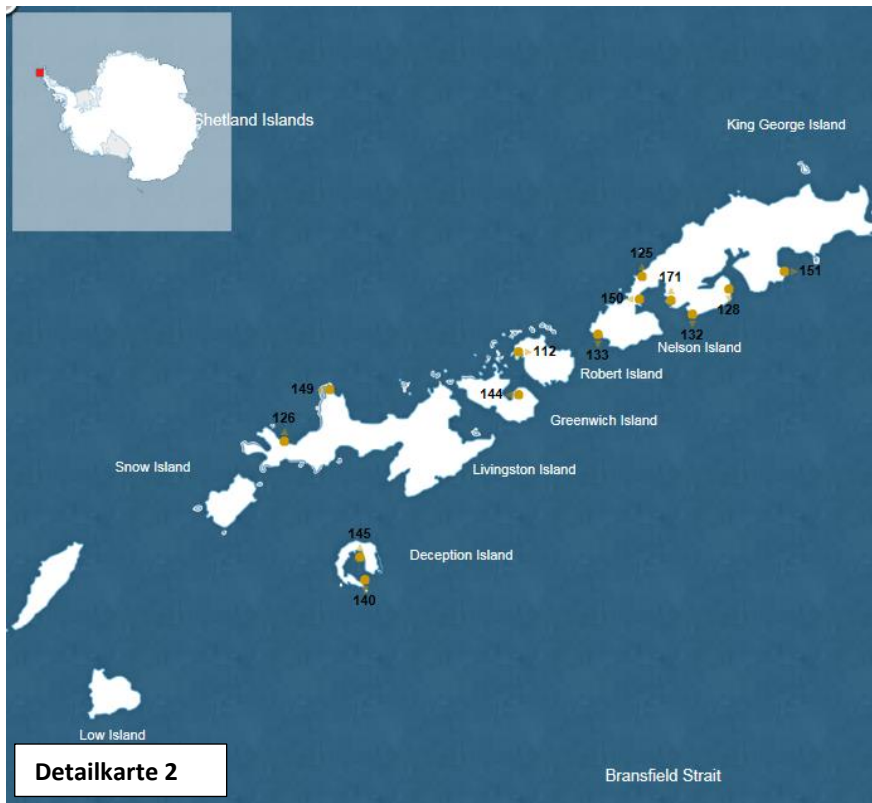


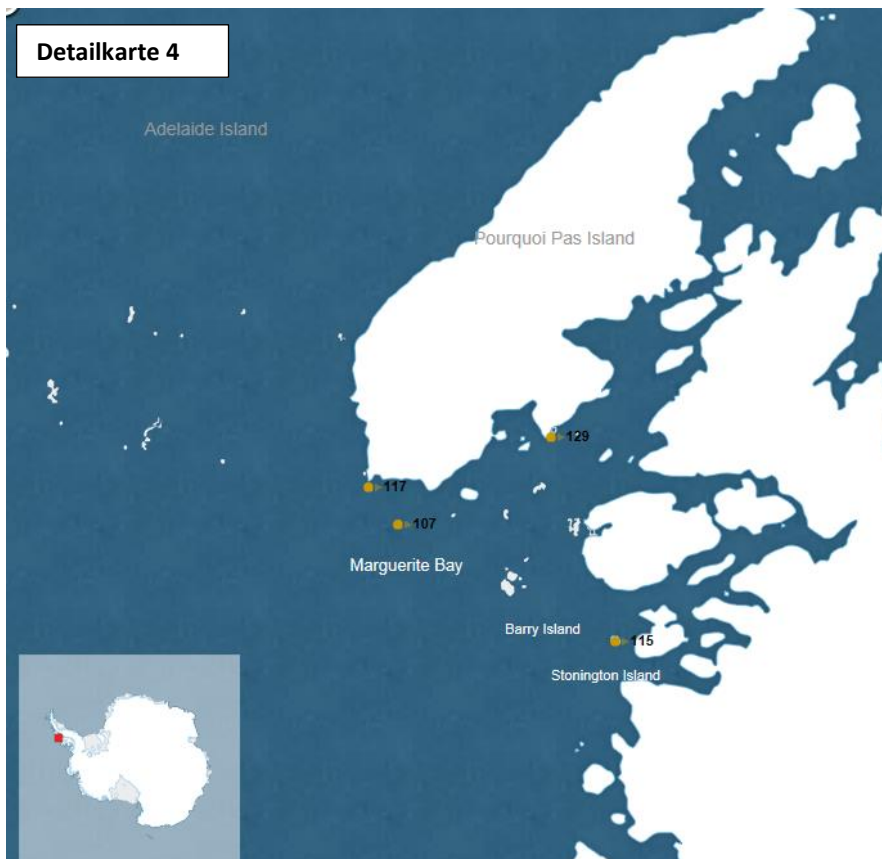
Abb. 9.1: Übersichtskarte der ASPAs in den Untersuchungsgebieten, die in der UES behandelt werden

Abb. 9.2: Übersichtskarte der ASPAs in den Untersuchungsgebieten, die in der UES behandelt werden

Detailkarte 1: Lage der ASPAs im Bereich der Süd-Orkney-Inseln



Detailkarte 2: Lage der ASPAs im Bereich der Süd-Shetland Inseln
Detailkarte 3: Lage der ASPAs im Bereich von Grahma Land (Ant. Halbinsel) und dem Palmer Archipel



Detailkarte 4: Lage der ASPAs im Bereich der Südwestküste der Antarktischen Halbinsel

(Quelle: Alle obigen Karten sind auf der ATCM home page unter www.ats.aq/devPH/apa/ep_protected.aspx?lang=e# erhältlich)

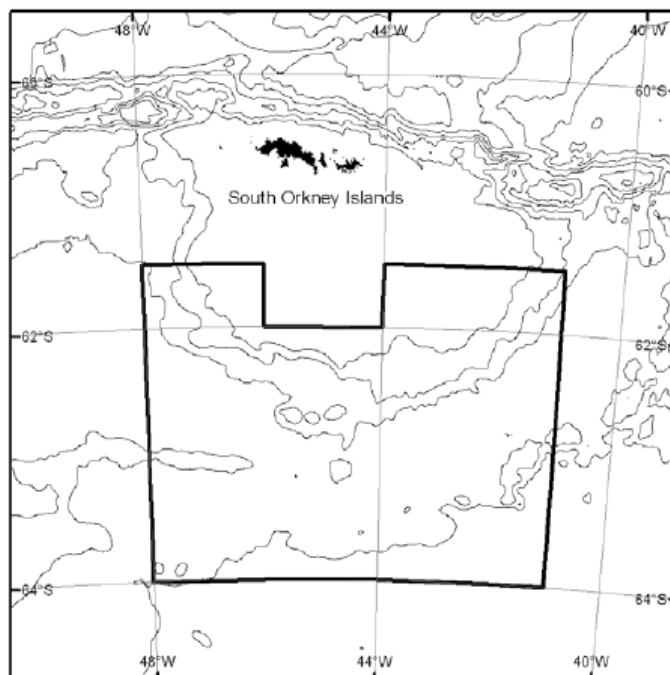


Abb. 9.3: Die Lage und Fläche des South Orkney Islands Southern Shelf MPA.

(Quelle: CCAMLR Conservation Measure 91-03 (2009) Protection of the South Orkney Islands southern shelf).

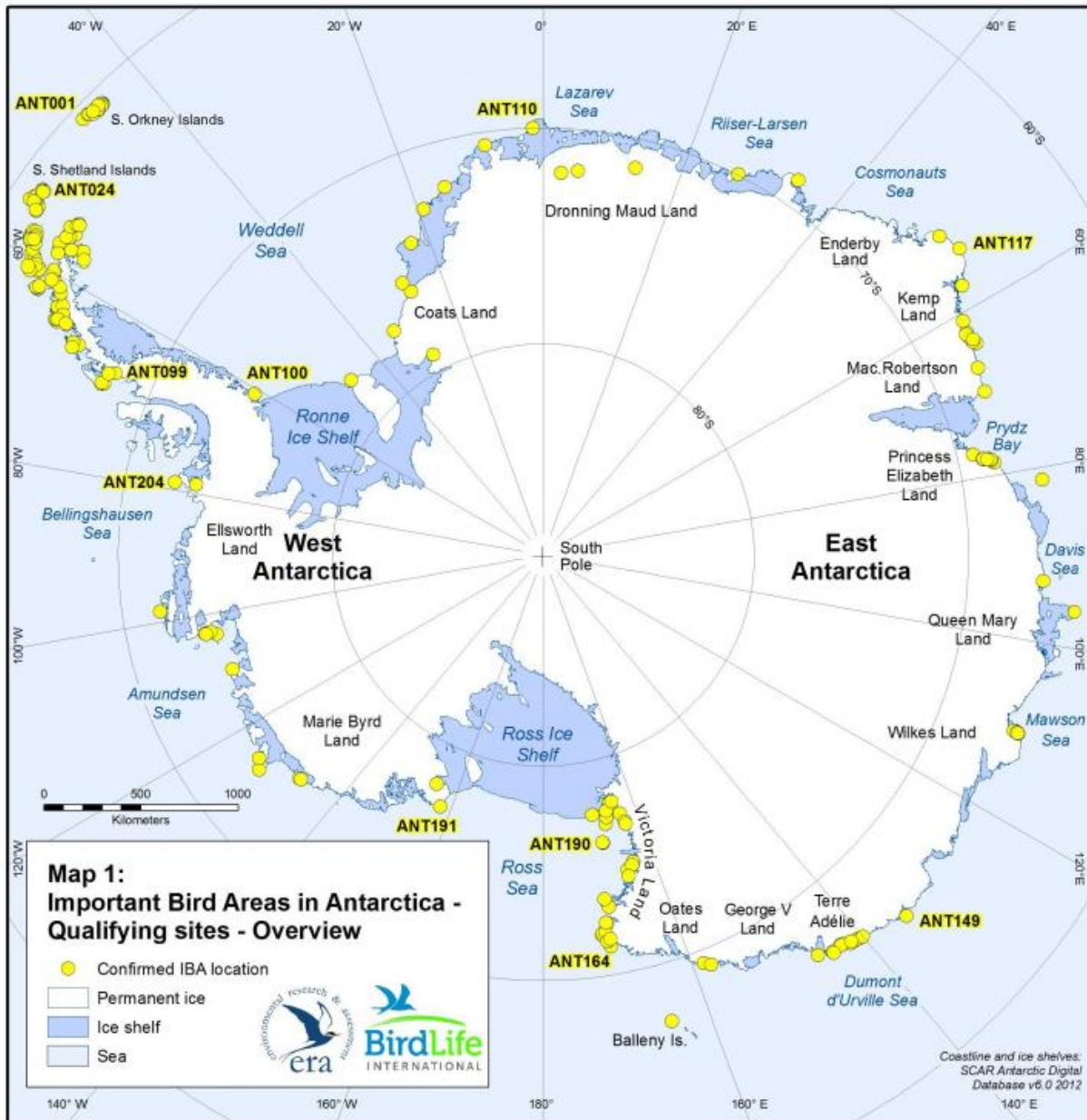


Abb. 9.4: Übersichtskarte der Important Bird Areas in der Antarktis.
 (Quelle: Harris et al., 2015)

Annex 10: Evaluation of Risk - Fächerecholot Hydrosweep DS 3

Model assumptions and variables used

sonar frequency	f	15.8 kHz \pm 0.25 kHz conservative choice with regards to HF species
source level	SL	239 dB rms re 1 μ Pa
duration of ping	τ	Port: 36.7 ms; Cntr: 18.3 ms; Stbd: 36.7 ms
ping repetition period		3 s
size of model space		x = \pm 2000 m, y = \pm 1000 m, z = 0-1000m
resolution of model space		x= speed*ping repetition rate y,z = 1m
source depth		11 m
beam pattern	b	dB (negative values)
relative speed		5 ms ⁻¹ (approx. 10kn)
acoustic attenuation coefficient	α	3.1031dB km ⁻¹ (15.8 kHz+ 0.25 kHz)
distance from source	r	matching size of model space
angle to nadir	ϑ	pitch (-90° to 90°)
angle to ship's bearing	φ	roll (-90° to 90°)
group-weighting function	W_g	dB (negative values)

Risk of permanent acoustic threshold shift

Basis for evaluation: *Technical guidance for assessing the effects of anthropogenic sound on marine mammal hearing: NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-55 July 2016.*

Single-ping, group-weighted (Fig. 10.1) sound exposure levels L_s (Figure 10.2) were calculated based on the one-way sonar equation assuming spherical spreading for 5 auditory groups (LF, MF and HF cetaceans, phocids and otariids) according to:

$$L_{E,g,s}(r, \gamma) = SL - 20\log_{10}(r) - \alpha r + b(\vartheta, \varphi) + 10\log_{10}(\tau) + W_g(f)$$

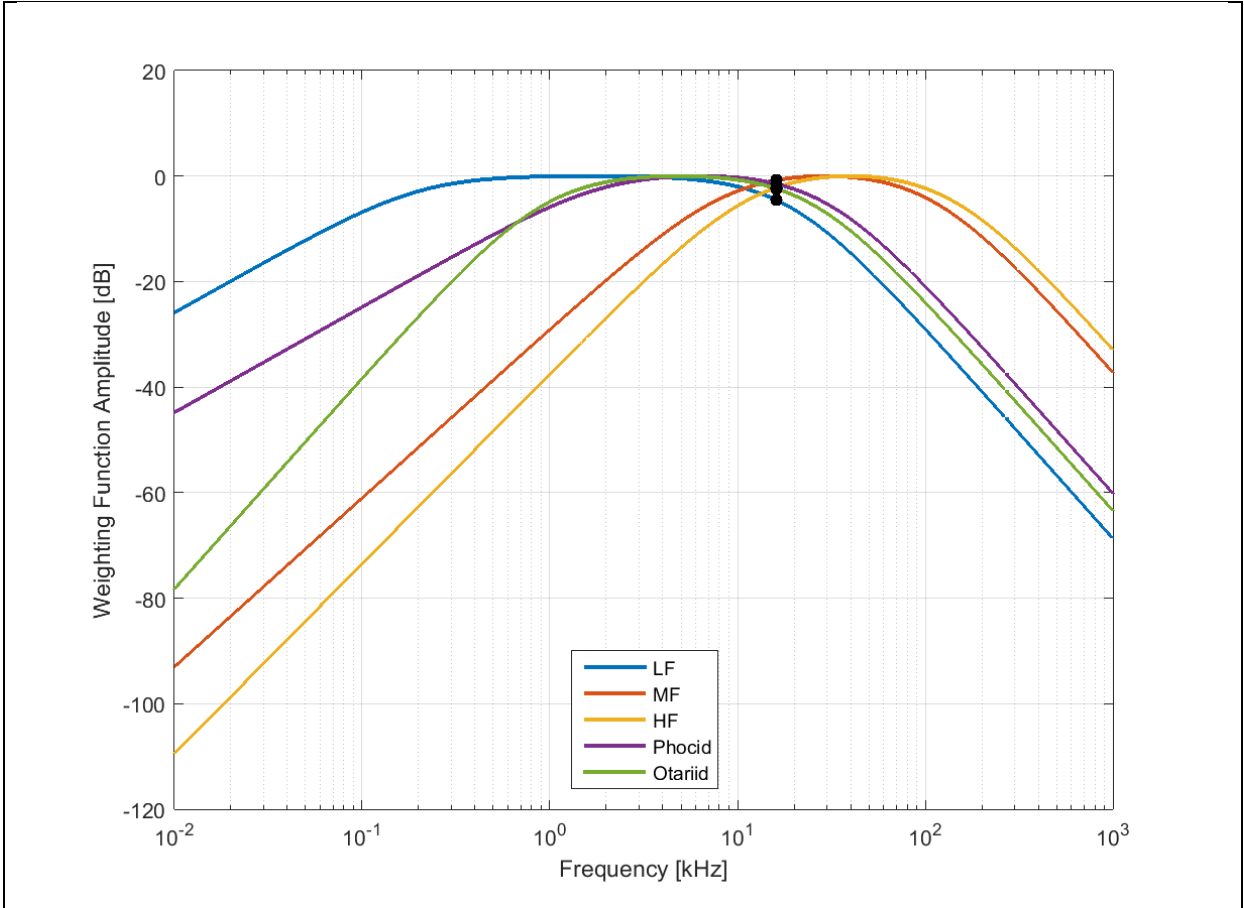
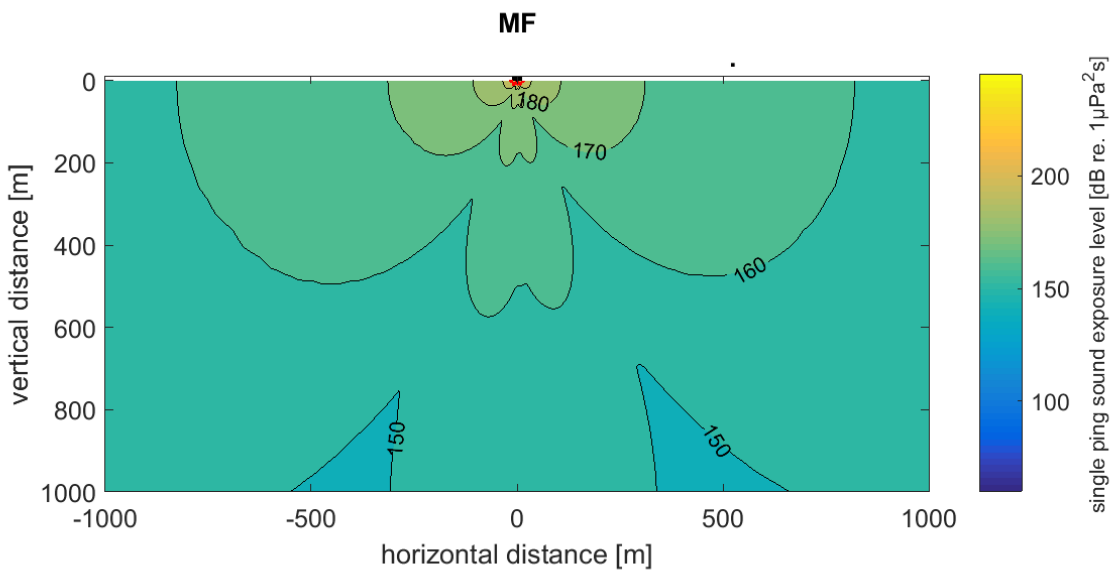
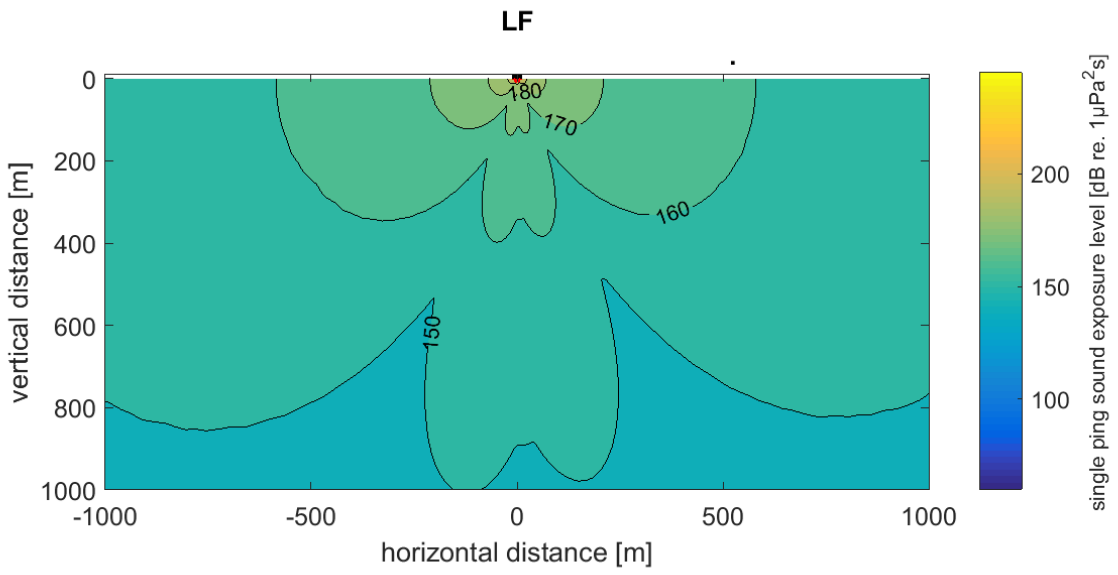
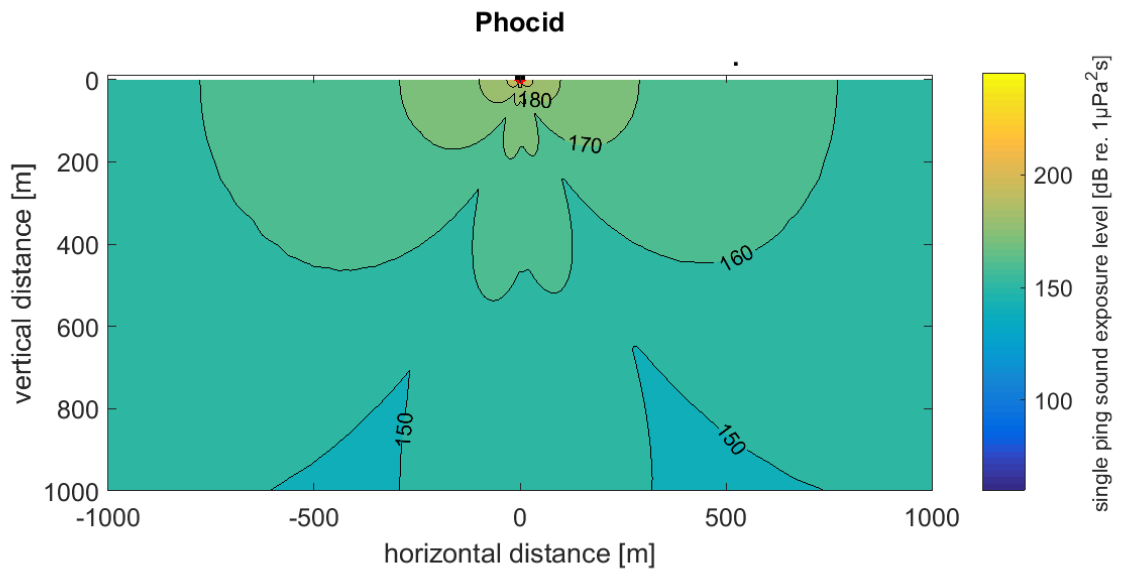
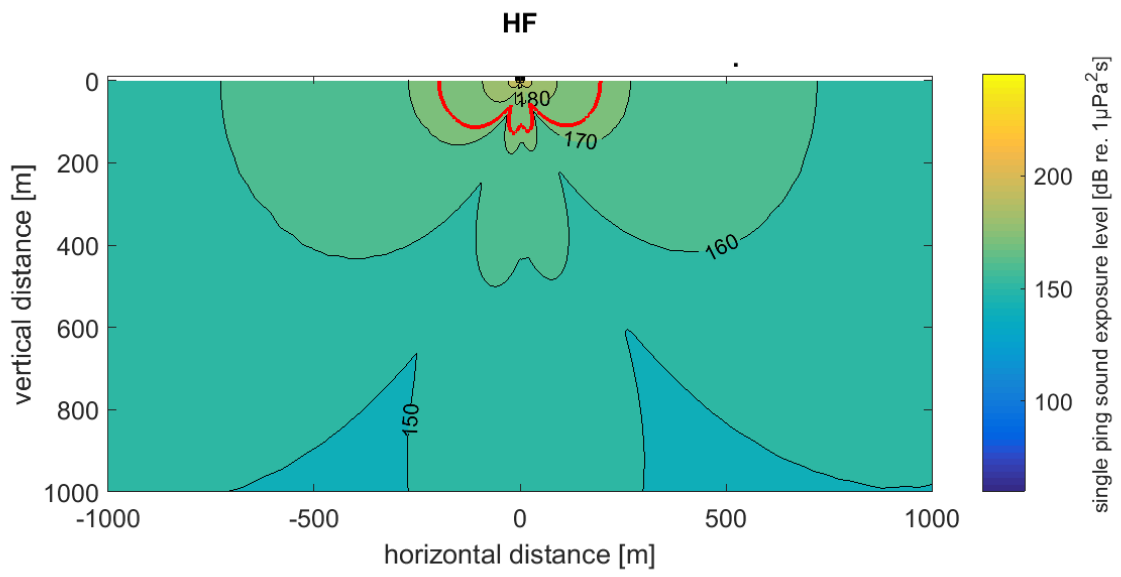


Figure 10.1: Group weighting functions evaluated at 16.05 kHz for LF, MF and HF cetaceans, phocids and otariids.





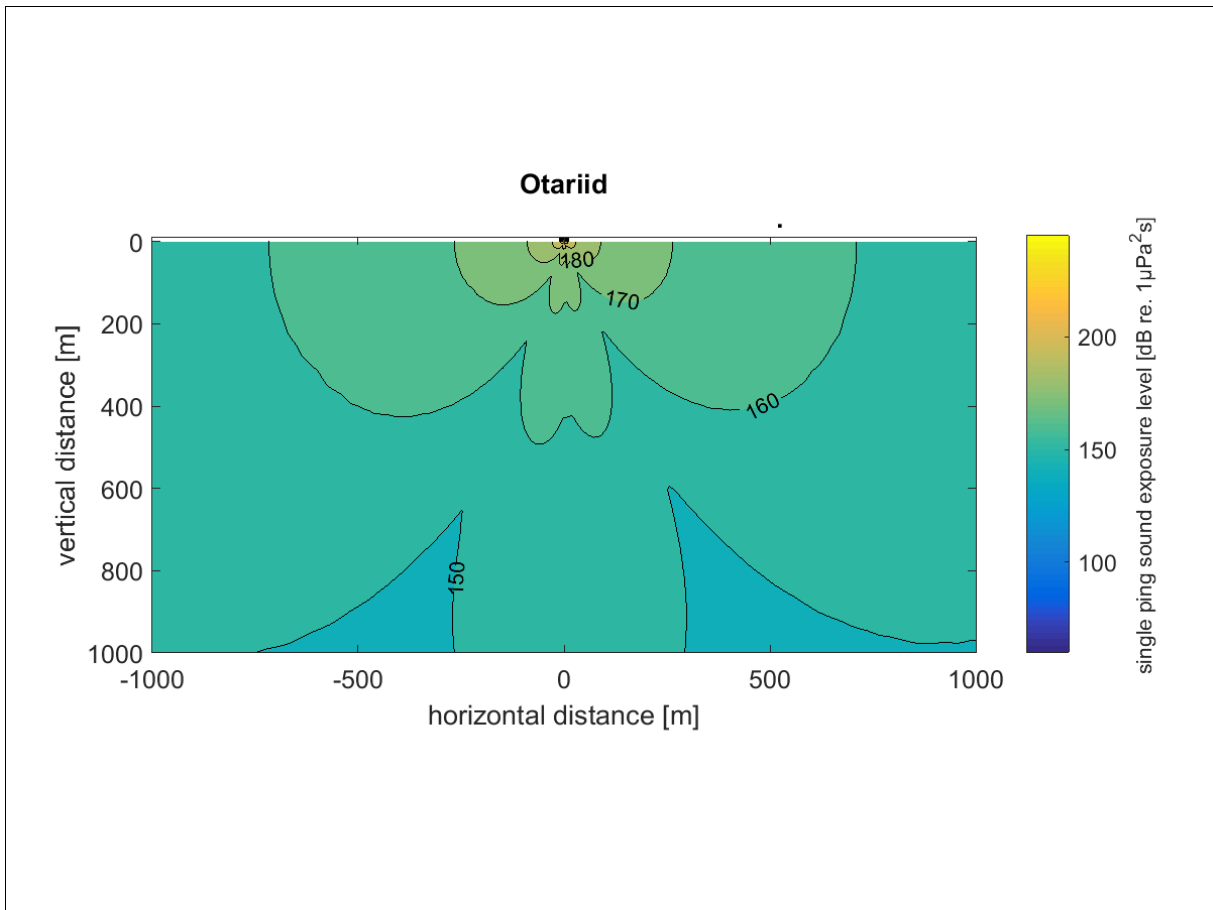


Figure 10.2: Hearing group specific single ping sound exposure levels for five species groups. Plots display only part of the full model domain; LF = low-frequency, MF = mid-frequency, HF = high-frequency cetacean groups. Volumes within which marine mammals might experience a permanent threshold shift from receiving a single ping are contoured in red.

Cumulative sound exposure levels were calculated based on a modified mobile source approach (NMFS-OPR-55 July 2016) from single ping sound exposure levels, assuming a relative speed of 5 ms^{-1} (Figure 10.3) between ship (10 kn) and (stationary) animal. Calculation are aligned with the zy plane of highest intensity, i.e. the one through the transducer ($x = 0\text{m}$)

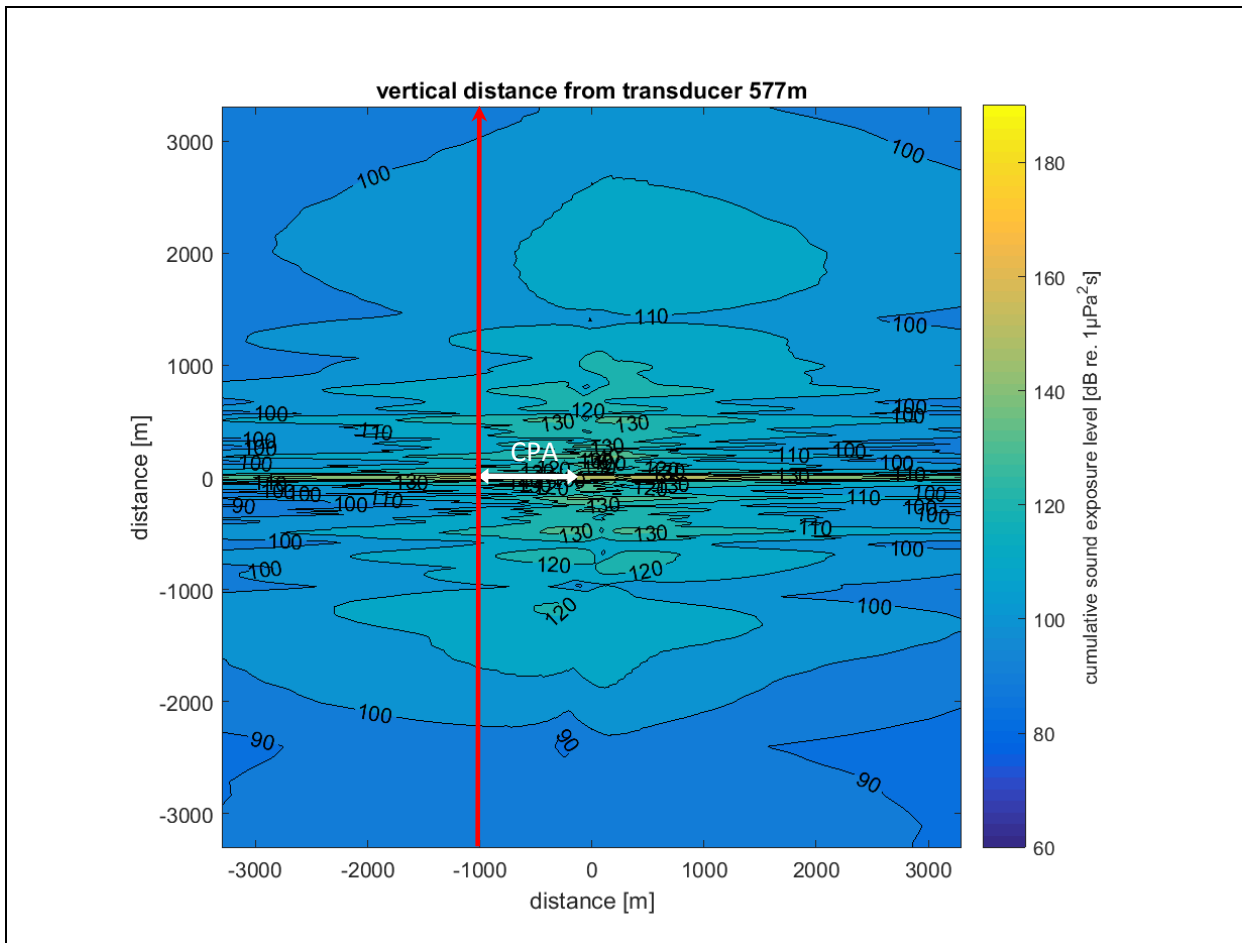
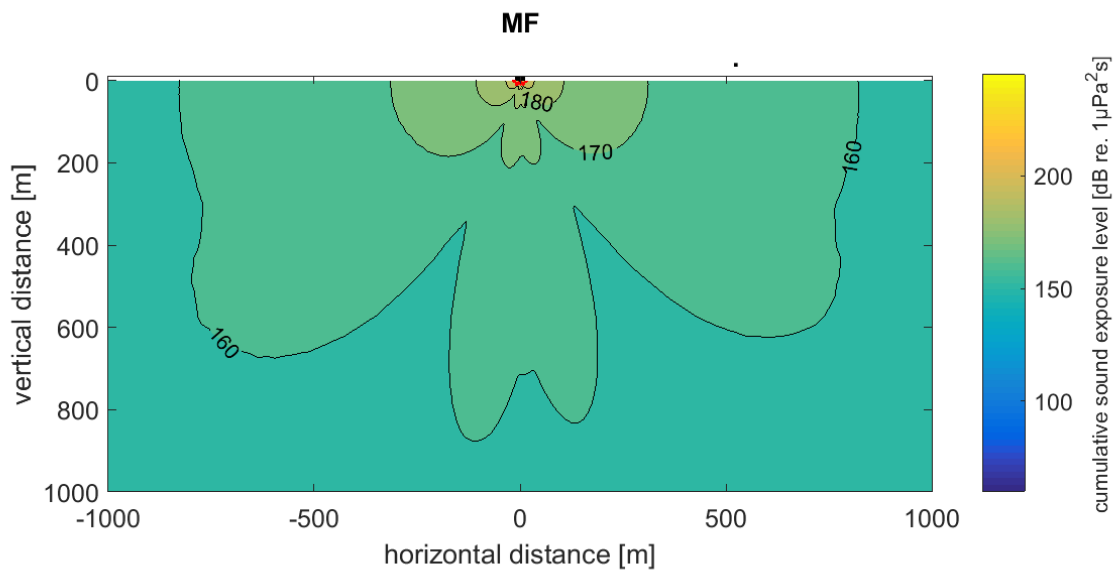
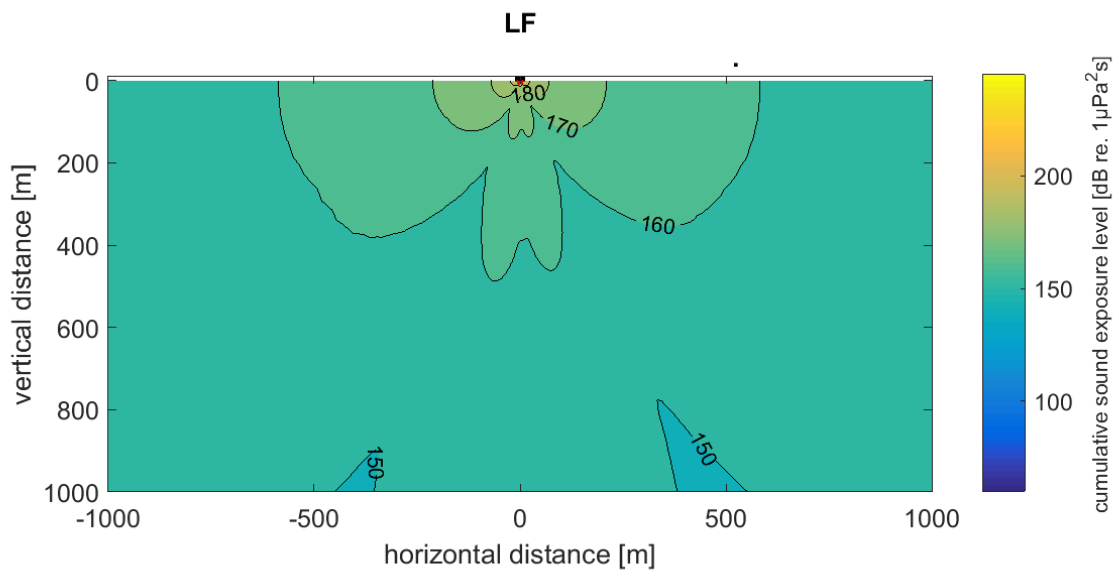
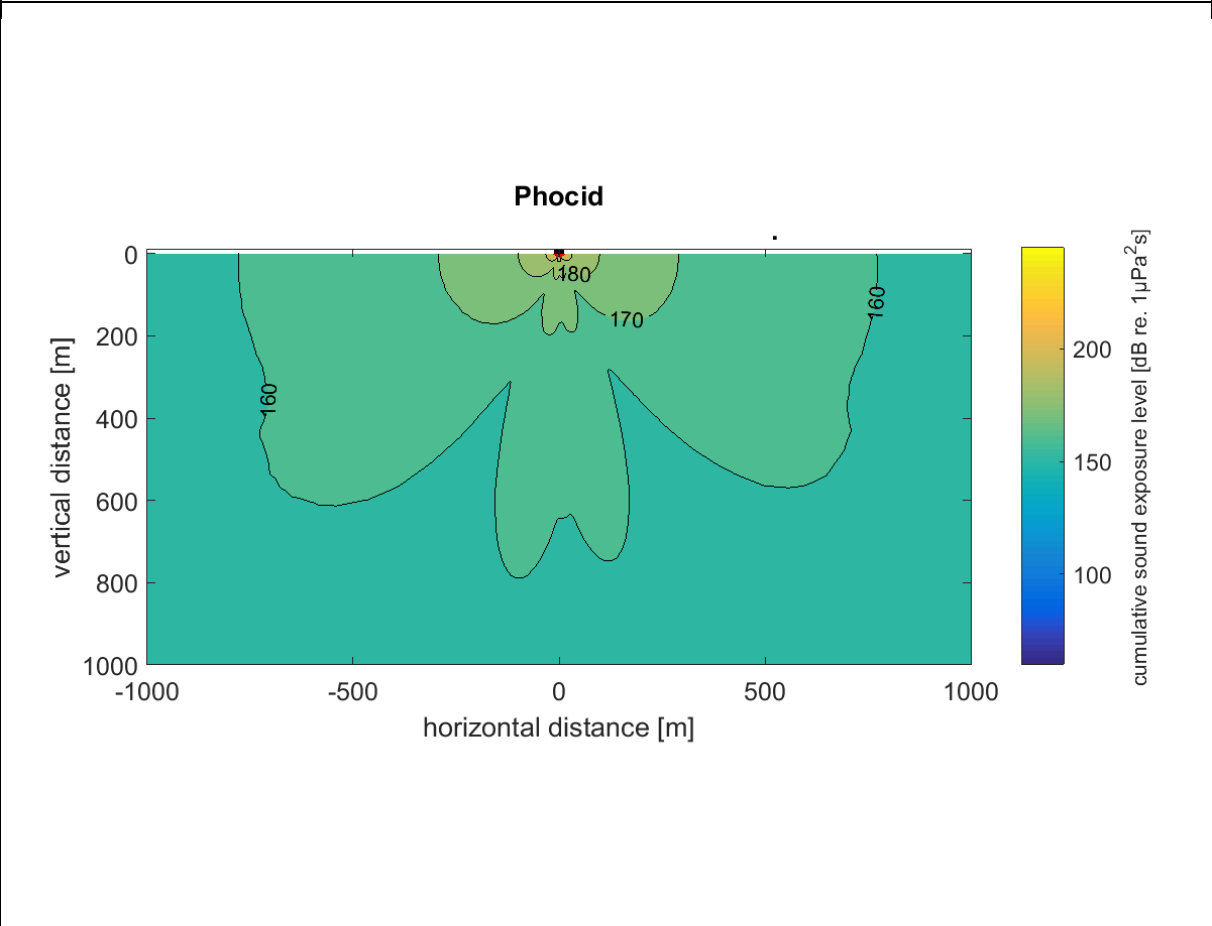
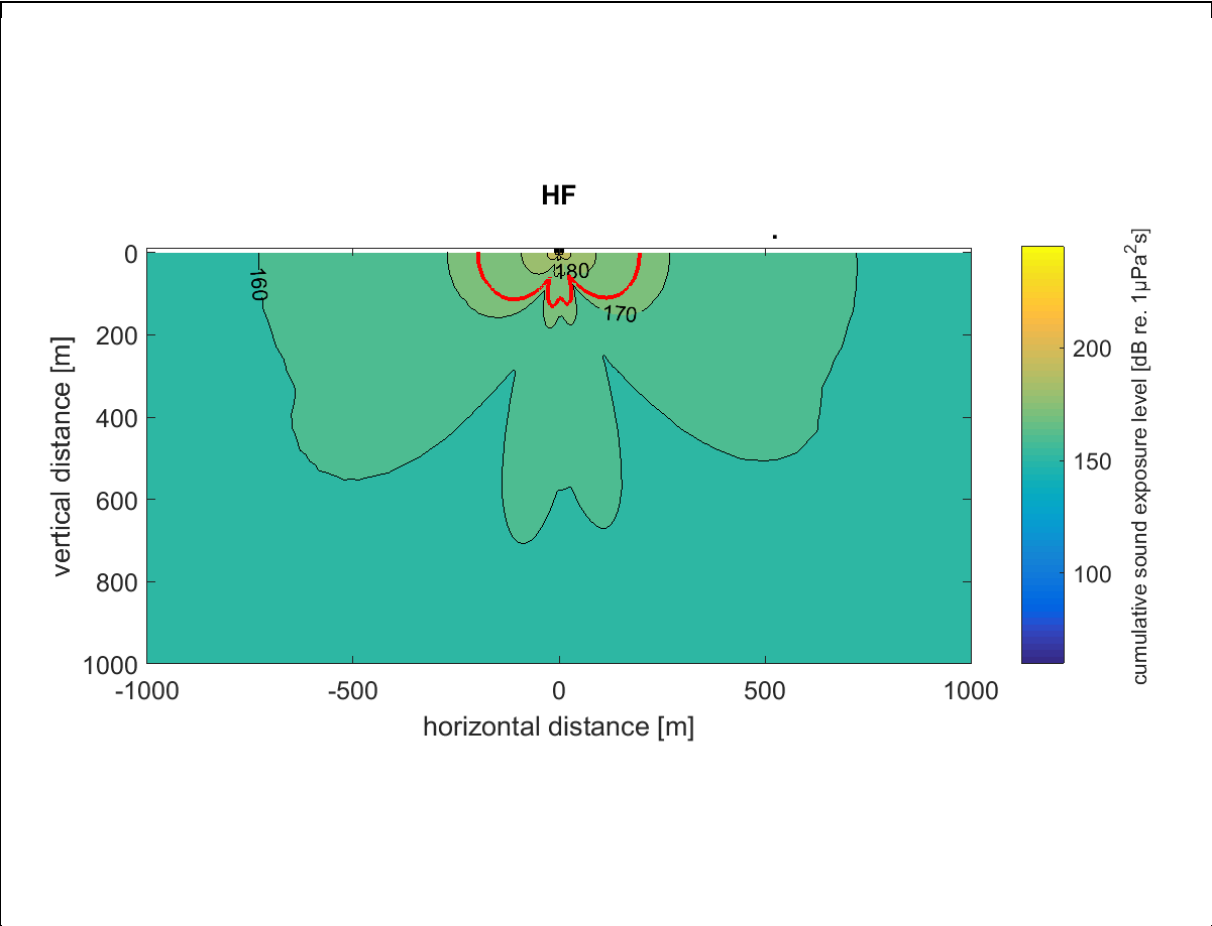


Figure 10.3: Illustration of the Closest Point of Approach (CPA) and respective cumulative sound exposure level calculation. Top-down view on single ping sound field at (for example) a 577 m vertical distance from transducer, i.e. 588 m depth. Cumulative exposures were accumulated along the red swim path and calculated for all CPA distances and depths, respectively (Figure 10.4).

Cumulative sound exposure levels are calculated according to:

$$L_{E,g,24h} = 10 \log_{10} \left(\sum_{\text{received pings}} 10^{\left(\frac{L_{E,g,s}}{10}\right)} \right)$$





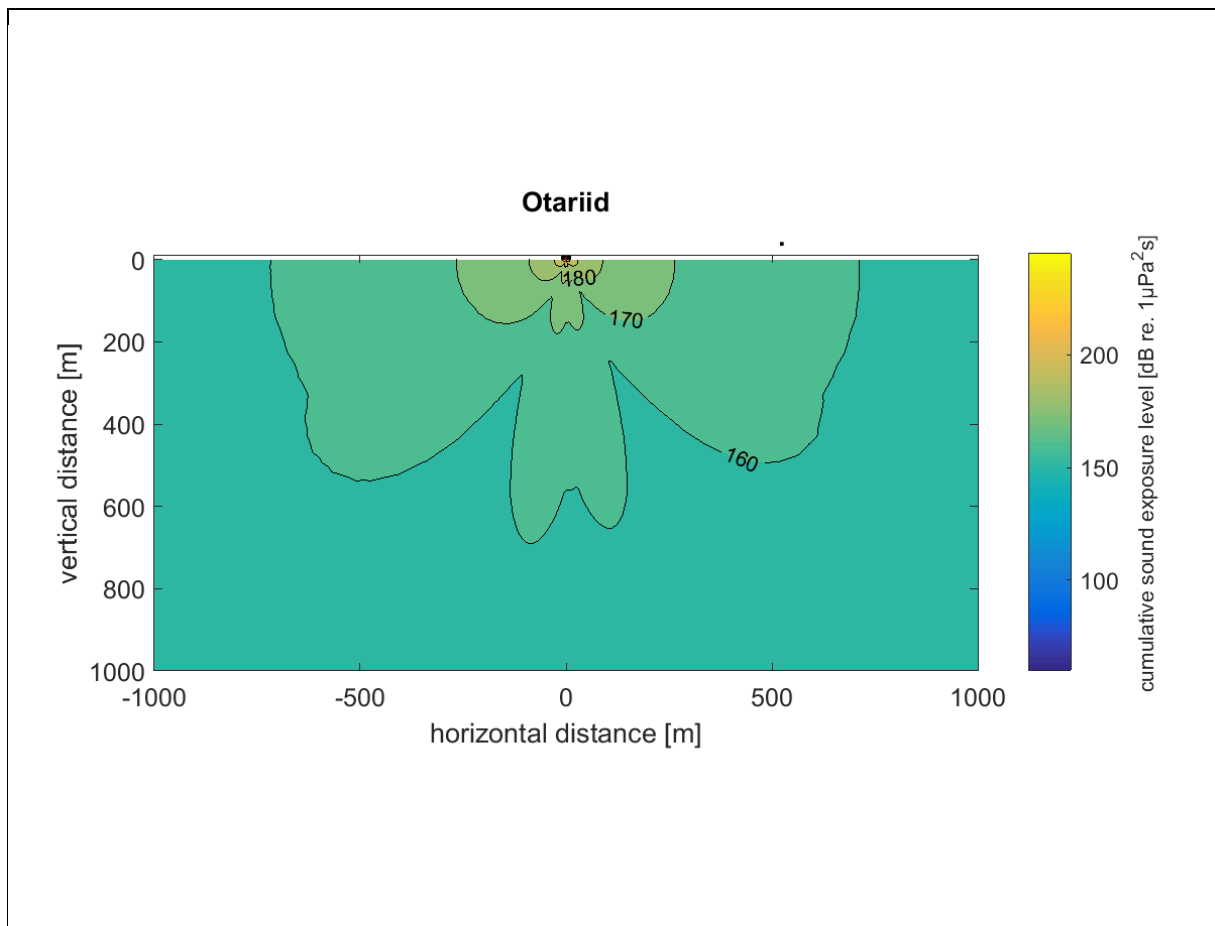


Figure 10.4: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station. Plots display only part of the full model domain; LF = low-frequency, MF = mid-frequency, HF = high-frequency cetacean groups. Volumes within which marine mammals might experience a permanent threshold shift are contoured in red if applicable.

The maximum possible exposure level – independent of depth and for a given CPA distance are plotted in Fig. 10.5.

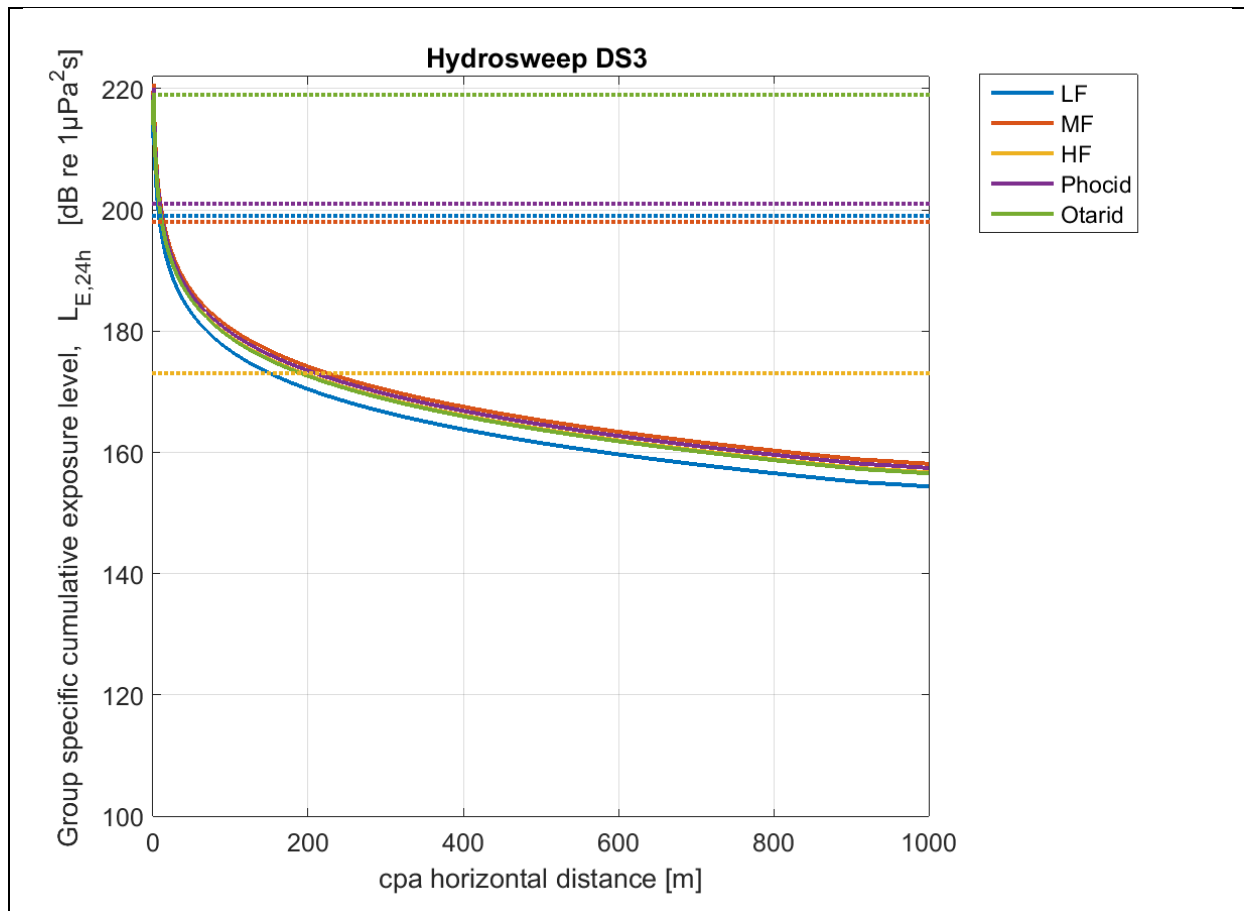


Figure 10.5: Solid lines: Maximum possible exposure levels for marine mammals of the different functional hearing groups passed by the ship at a given CPA at any depth between -11 and 1011m. Dotted lines: PTS onset acoustic threshold levels for cumulative sound exposure metric.

With the exception of HF cetacean species, PTS onset acoustic thresholds levels are exceeded for individuals of any of the functional hearing groups when being passing the ship at less than 20 m horizontal distance from the transducer. HF species bear the risk of permanent threshold shift if passing the transducer within less than 200 m horizontal distance at exactly the time of the ping up to a depth of 180 m.

Risk of significant behavioral response

Basis for evaluation: *Brandon L. Southall, Ann E. Bowles, William T. Ellison, James J. Finneran, Roger L. Gentry, Charles R. Greene Jr., David Kastak, Darlene R. Ketten, James H. Miller, Paul E. Nachtigall, W. John Richardson, Jeanette A. Thomas, & Peter L. Tyack, Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Initial Scientific Recommendations, Aquatic Mammals, Volume 33, Number 4, 411 – 522, 2007.*

and

Marine Mammal Populations and Ocean Noise: Determining When Noise Causes Biologically Significant Effects (2005), Committee on Characterizing Biologically Significant Marine Mammal Behavior; Ocean Studies Board; Division on Earth and Life Studies; National Research Council, DOI: [10.17226/11147](https://doi.org/10.17226/11147).

RMS sound pressure levels were calculated according to:

$$L_{flat}(r, \gamma) = SL - 20\log_{10}(r) - ar + b(\gamma)$$

with the results being displayed in Fig. 10.6.

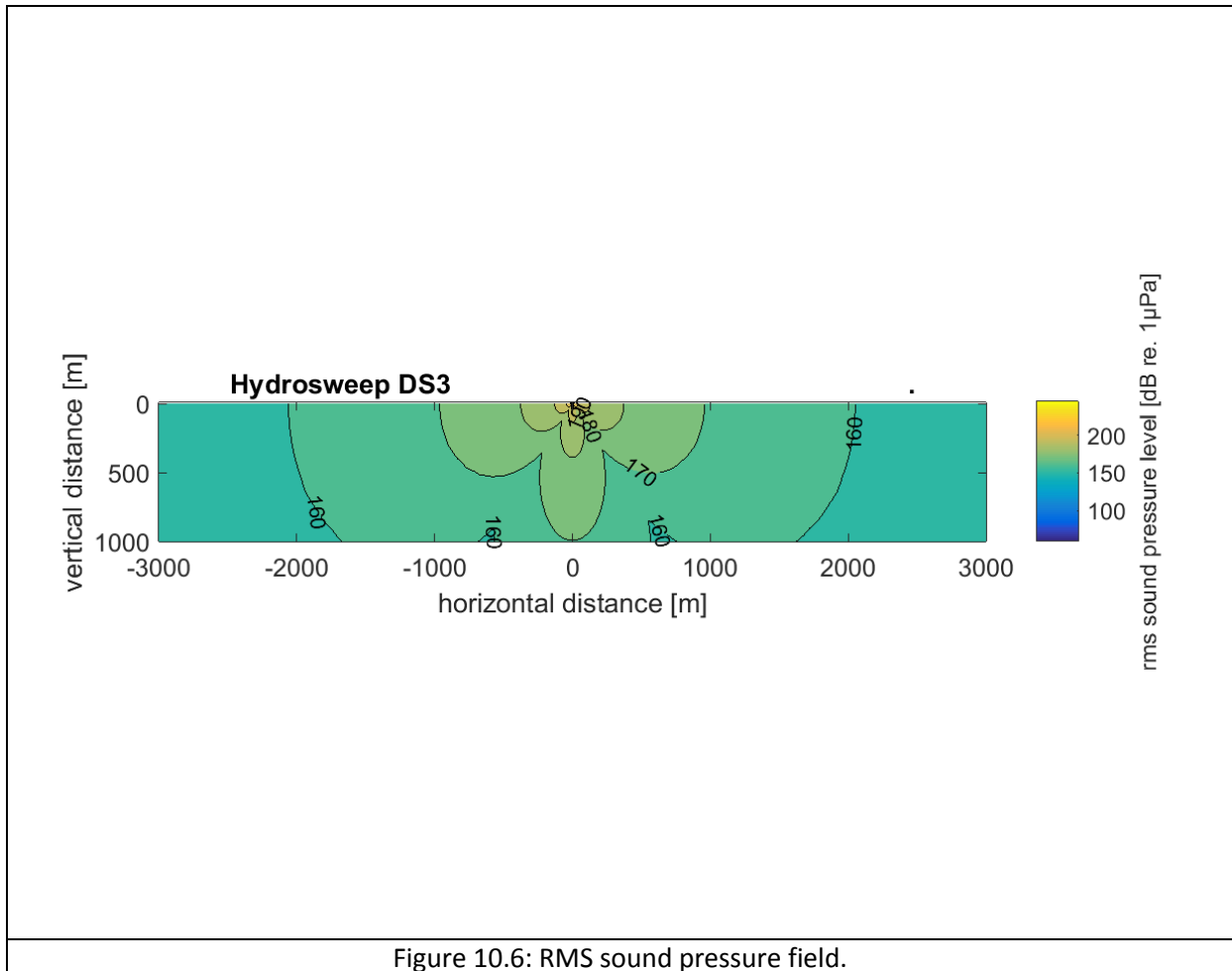


Figure 10.6: RMS sound pressure field.

Sound levels potentially eliciting behavioral responses occur at ranges less than 2000 m. In a worst case scenario (assuming the whale stationary on the ship's track), exposure duration at such levels would last for 10 minutes at most. It is not expected, that disturbance for such a short period would result in a significant behavioral response, i.e. a response that lasts longer than 24h (the criterion discussed in Southall et al. 2007) or any of the criteria proposed in NRC, 2005.

Risk of masking

Basis for evaluation: *Christine Erbe, Colleen Reichmuth, Kane Cunningham, Klaus Lucke, Robert Dooling, Communication masking in marine mammals: A review and research strategy, Marine Pollution Bulletin Volume 103, Issues 1–2, 15 February 2016, Pages 15–38.*

Hydrosweep pings are chirped (15.8 kHz+ 0.25 kHz) with a small duty cycle of 1.2% for the application described herein. This prohibits masking of marine mammal vocalization (which feature durations of typically several seconds and frequencies significantly lower than 16 kHz) or odontocete clicks (which are broadband and more frequent). Spatial masking release will provide additional leverage, as communicating marine mammals are unlikely to be close to the transducer. Rather, potentially relevant maskers as listed by the abovementioned publication, generally fall into the category of continuous, broad band noise, rather than narrow band single pings. In fact, the latter might be viewed as an extreme example for comodulation masking release.

Cumulative effects

Ship levels⁶ are of order 130 dB re 1 μ Pa Hz⁻¹ in the 16 kHz band (resulting in critical band levels of order 170 dB re 1 μ Pa assuming an auditory bandwidths of 1/3 octave, i.e. spanning 0.89 to 1.12 times the center frequency). Ship sound pressure levels of 170 dB re 1 μ Pa do not significantly add to the 239 dB re 1 μ Pa level from Hydrosweep. In addition, the ship's value represents a virtual point source metric with true near field values being considerably less (with propellers, as the mains source of HF-noise, being positioned some 60 m (i.e. -35dB) from the Hydrosweep transducer.

Further relevant acoustic sources operated from aboard Polarstern include:

Table 10.1: Name, frequency, mounting location and possibility of concurrent operation of further relevant acoustic sources aboard RV Polarstern.

	operation frequency	location	concurrent operation
AirGuns	predominantly < 1kHz	towed behind ship	possible
Posidonia	10.5 -14 kHz	hull mounted	no
Posidonia transponders	10.5 -14 kHz	in mooring, > 1km from ship	no
Parasound	18-22 kHz	hull mounted	possible
EK 60 18kHz only	18 kHz	hull mounted	no
Parasound	18 – 22 kHz	hull mounted	-
GAPS	19.5 - 21 kHz	on ice, > 1km from ship	no
GAPS	19.5 - 21 kHz	hull mounted	no
GAPS transponders	19.5 - 21 kHz	in mooring, on ROV > 1km from ship	no
EK 60 multi frequency	38, 70, 120, 200 kHz	hull mounted	no
EK 60 in EK 80 mode	45-90, 95-160 kHz	hull mounted	no
EK 80	95-160, 250-500 kHz	towed > 1km from ship	no

All of the hydroacoustic instruments deployed concurrently with Hydrosweep use frequencies sufficiently separated from Hydrosweep as not to affect the same auditory region in the cochlea.

No cumulative effects are expected with regard to auditory impairments from the concurrent use of abovementioned instruments. Whether cumulative exposure results in changes in behavioral responses is unknown. One would expect though, that if any of the sounds would result in an avoidance reaction, this would help to reduce the contingent risks from any of the other sound sources.

Conclusion and mitigation measures

With the exception of HF cetaceans, the use of Hydrosweep in 15 kHz \pm 0.25 kHz mode during transit does not bear the potential to cause significant behavioral responses or masking. However, a residual risk for permanent threshold shifts exists for LF and MF-cetaceans, as well as for otariids and phocids within no more than \pm 20 m across beam and \pm 1 m along beam around the source. For these species, effects, if at all, will have negligible impact on individual fitness and will not elicit changes in fitness of the local populations of which these individuals are part (Table 10.2, 1st column). In addition, the probability for an individual or a significant part of the corresponding population to occupy the (hypothetical) volume featuring critical sound levels is negligible, as this volume is restricted to only several meters around the source (Fig. 10.5, Table 10.2, 1st row). Hence the use of Hydrosweep is considered to be of negligible risk for LF and MF-cetaceans, as well as for otariids and phocids.

⁶ Estimate based on 1/3 octave-band averaged source levels as determined by WTD71 (2001) for ship speeds of 8-10 kn. The value provided here should be considered as „ballpark“ estimate only.

Table 10.2: Risk matrix for all species but HF cetaceans (i.e. hourglass dolphin)⁷.

risk = impact x probability	likelihood (individual level): negligible	likelihood (population level): negligible
severity (individual level): negligible	negligible	negligible
severity (population level): negligible	negligible	negligible

Only individuals of hourglass dolphins, which is the only HF species potentially occurring in the wider Antarctic Circumpolar Current with decreasing habitat suitability towards the continent, cannot categorically be excluded to possibly experience a permanent threshold shift passed by the transducer close by (Table 12.3.3, 1st column). In fact, this event would require that the animal stays stationary and does not exhibit avoidance reactions while regularly sensing pings of increasing loudness, a behavior considered rather unlikely. The absolute probability for this to occur requires an animal being close to the ship in the first place (Table 12.3.3, 1st row). This holds true for hourglass dolphins in particular, for which the region along 60°S is conceived as the southern extreme of their habitat, featuring rather low habitat suitability indices further to the south and hence minimal encounter probability.

Table 10.3: Risk matrix for hourglass dolphin.

risk = impact x probability	likelihood (individual level): negligible	likelihood (population level): negligible
severity (individual level): major	negligible	negligible
severity (population level): negligible	negligible	negligible

References

Ainslie M. A., McColm J. G., "A simplified formula for viscous and chemical absorption in sea water", *Journal of the Acoustical Society of America*, **103**(3), 1671-1672, 1998.

WTD 71, "Akustische Vermessung von Forschungsschiff Polarstern", Bericht WTD 71 -540 – 025/2001

⁷ Categories for likelihood of incident: negligible – unlikely – possible - likely – very likely – certain.
Categories for severity of impact: negligible, minor, moderate, major.

Annex 11: Evaluation of Risk - Sedimentecholot ATLAS Parasound P70

Model assumptions and variables used

sonar frequency	f	18.0 kHz for LF 22.0 kHz for MF 22.0 kHz for HF 18.0 kHz for Otarids 18.0 kHz for Phocids
source level	SL	245 dB rms re 1 μ Pa
duration of ping	τ	0.5 ms
ping repetition period		0.5 s
size of model space		$x = \pm 2000$ m, $y = \pm 5000$ m, $z = 0-5000$ m
resolution of model space		x = speed*ping repetition rate $y,z = 1$ m up to 100m 5 -250m (log scaling) beyond 100m
source depth		11 m
beam pattern	b	dB (negative values)
relative speed		5 ms ⁻¹ (approx. 10kn)
acoustic attenuation coefficient	α	3.7419 dB km ⁻¹ (18.0kHz) 5.1131 dB km ⁻¹ (22.0kHz)
distance from source	r	matching size of model space
angle to nadir	ϑ	pitch (-90° to 90°)
angle to ship's bearing	φ	roll (-90° to 90°)
group-weighting function	W_g	dB (negative values)

Risk of permanent acoustic threshold shift

Basis for evaluation: *Technical guidance for assessing the effects of anthropogenic sound on marine mammal hearing; Underwater acoustic thresholds for onset of permanent and temporary threshold shifts; NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-55 July 2016.*

Single-ping, group-weighted (Figure 11.1) sound exposure levels L_s (Figure 11.2) were calculated based on the one-way sonar equation assuming spherical spreading for 5 auditory groups (LF, MF and HF cetaceans, phocids and otariids) according to:

$$L_{E,g,s}(r, \gamma) = SL - 20 \log_{10}(r) - \alpha r + b(\vartheta, \varphi) + 10 \log_{10}(\tau) + W_g(f)$$

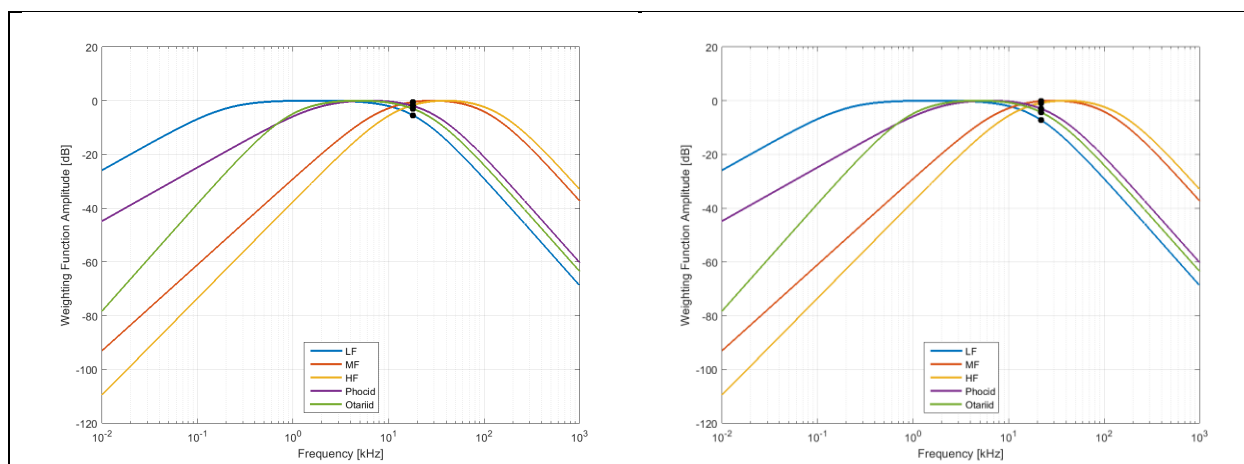
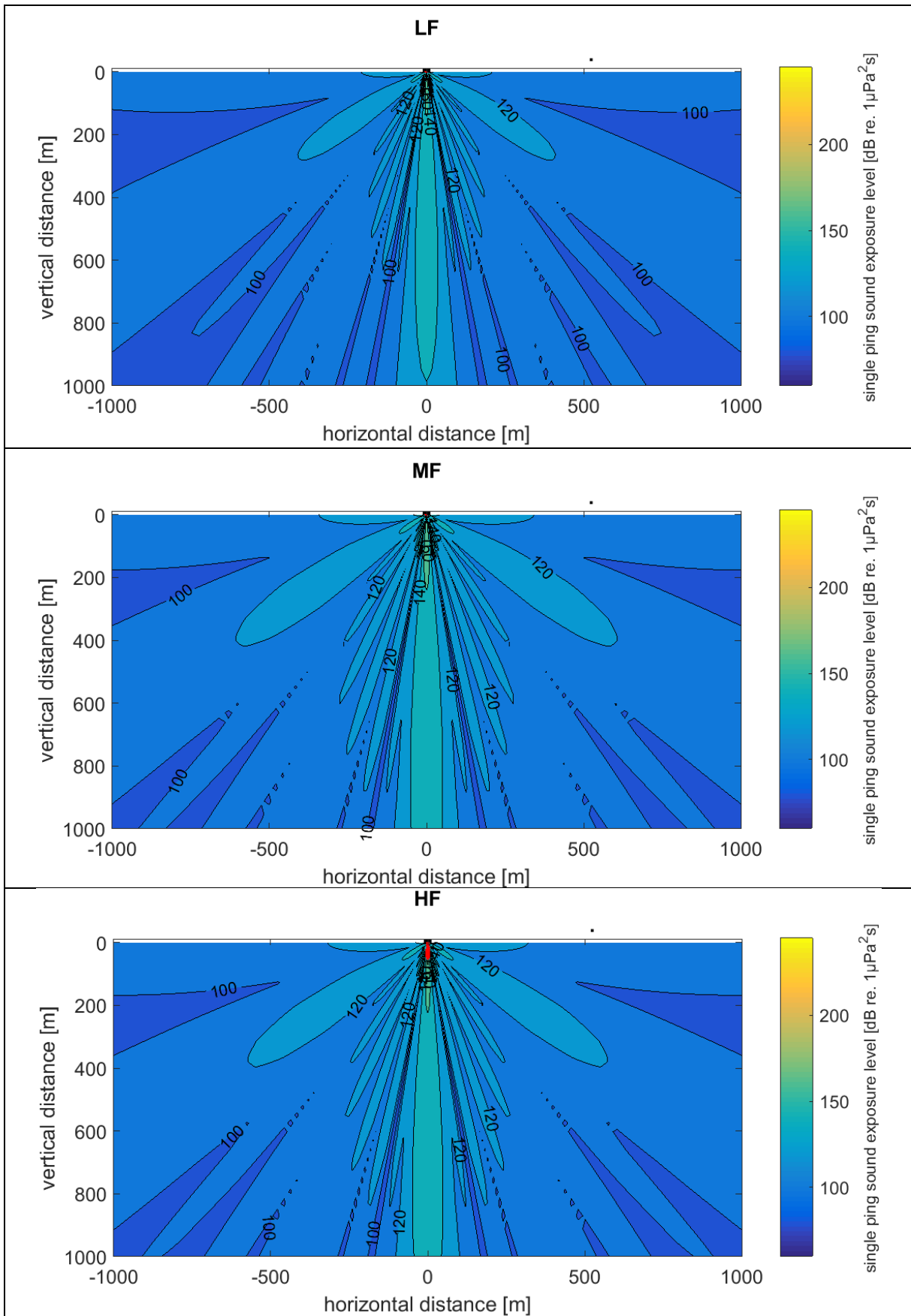


Figure 11.1: Group weighting functions evaluated at 18 kHz (left) for LF-cetaceans, phocids and otariids, and for 22 kHz (right) for MF and HF cetaceans.



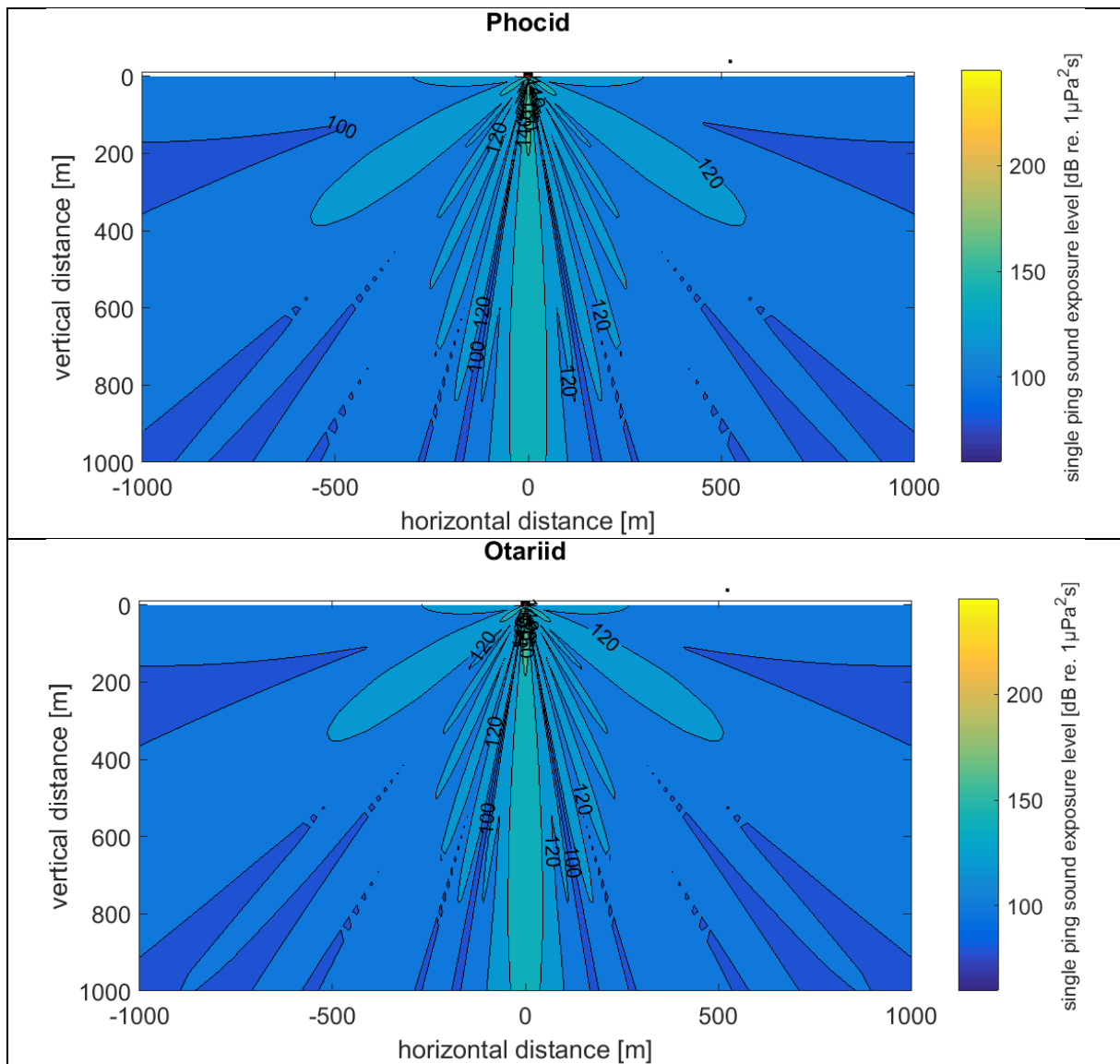


Figure 11.2: Hearing group specific single ping sound exposure levels for five species groups. Plots display only part of the full model domain; LF = low-frequency, MF = mid-frequency, HF = high-frequency cetacean groups. Volumes within which marine mammals might experience a permanent threshold shift from receiving a single ping are contoured in red.

Cumulative sound exposure levels were calculated based on a modified mobile source approach (NMFS-OPR-55 July 2016) from single ping sound exposure levels, assuming a relative speed of 5 ms^{-1} (Figure 11.3) between ship (10 kn) and (stationary) animal. Calculations are aligned with the zy plane of highest intensity, i.e. the one through the transducer ($x = 0\text{m}$)

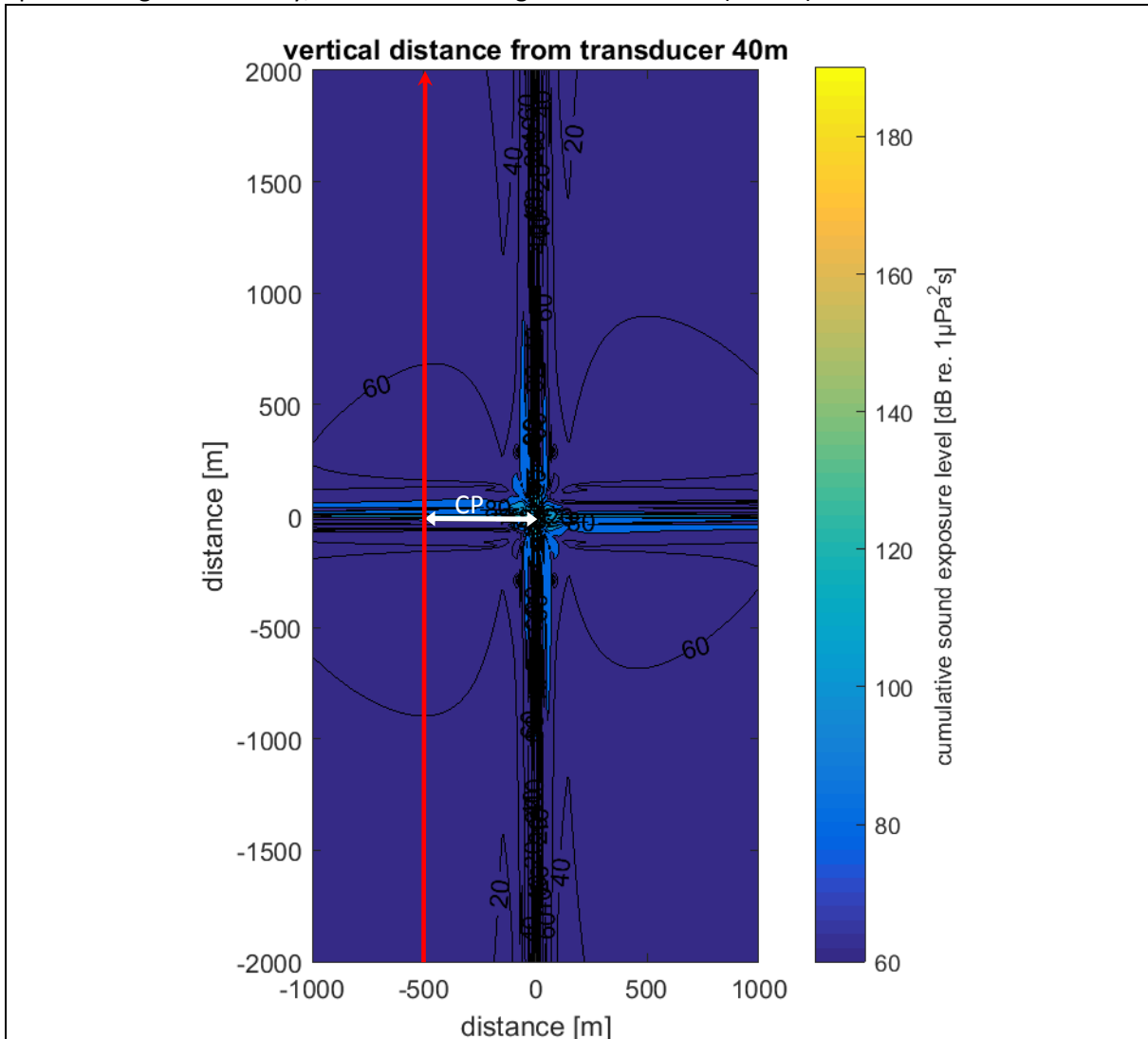
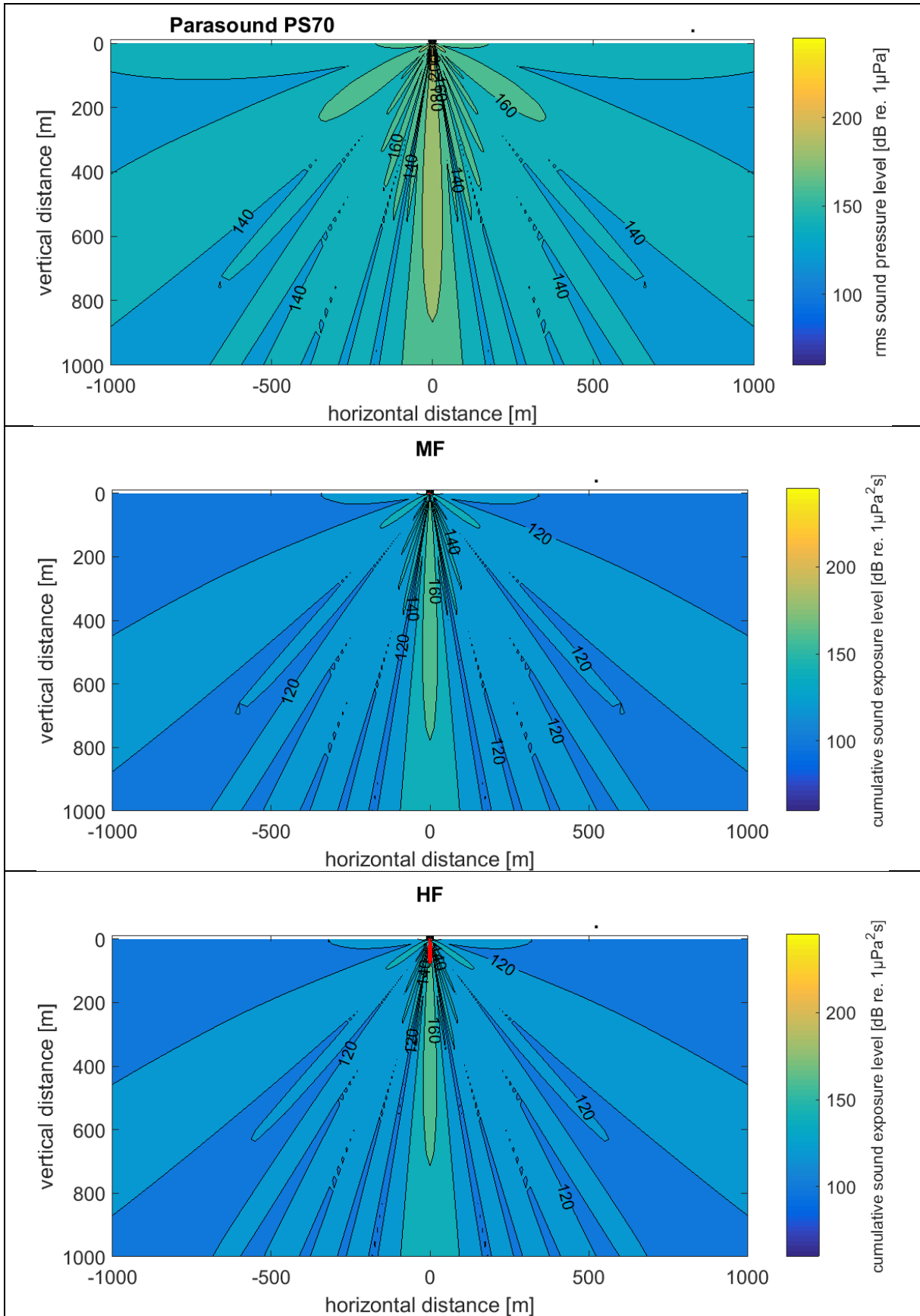


Figure 11.3: Illustration of the Closest Point of Approach (CPA) and respective cumulative sound exposure level calculation. Top-down view on single ping sound field at (for example) a 40 m vertical distance from transducer, i.e. 51m depth. Cumulative exposures were accumulated along the red swim path and calculated for all CPA distances and depths, respectively (Figure 11.4).

Cumulative sound exposure levels are calculated according to:

$$L_{E,g,24h} = 10 \log_{10} \left(\sum_{\text{received pings}} 10^{\left(\frac{L_{E,g,S}}{10}\right)} \right)$$



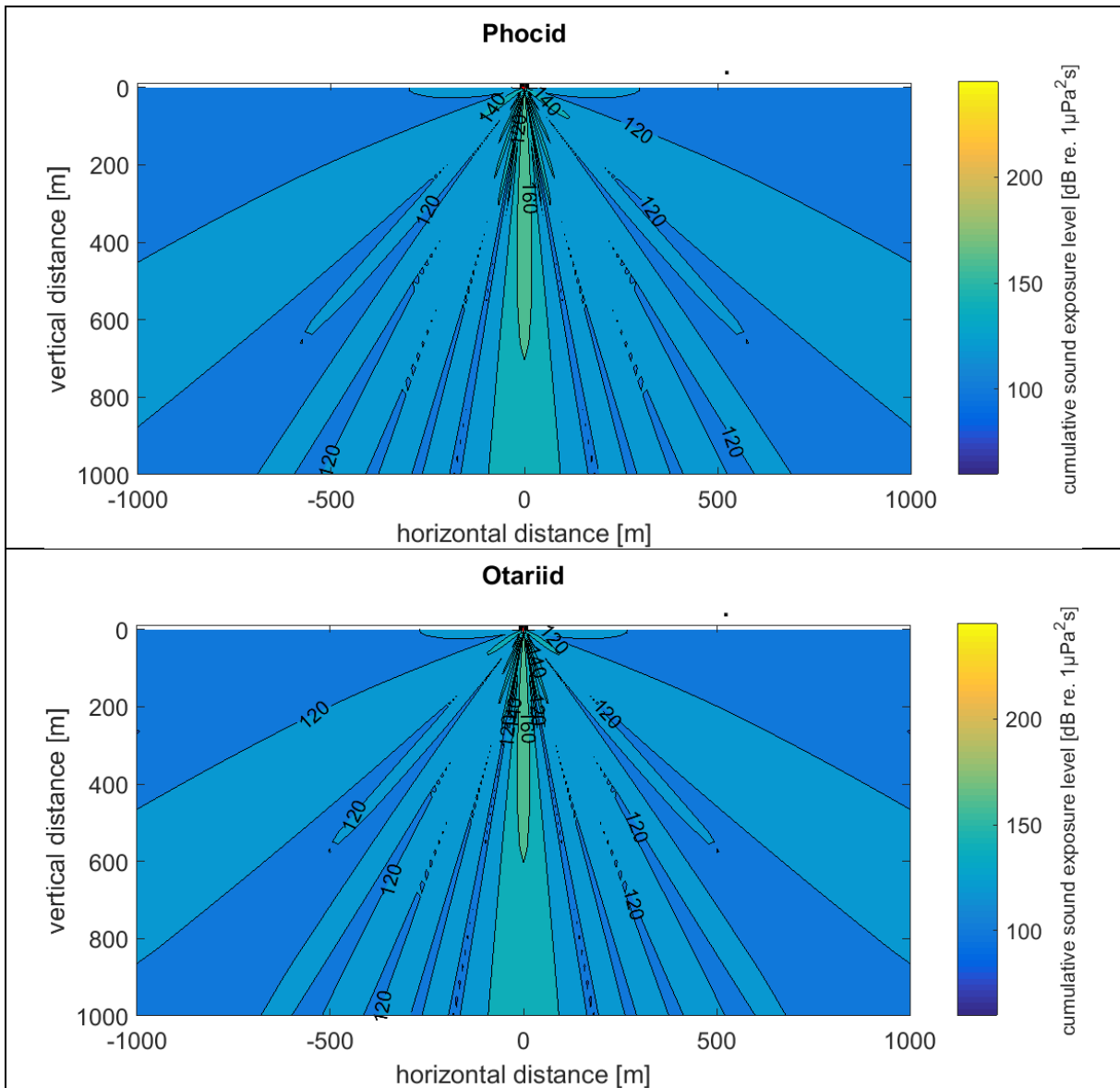
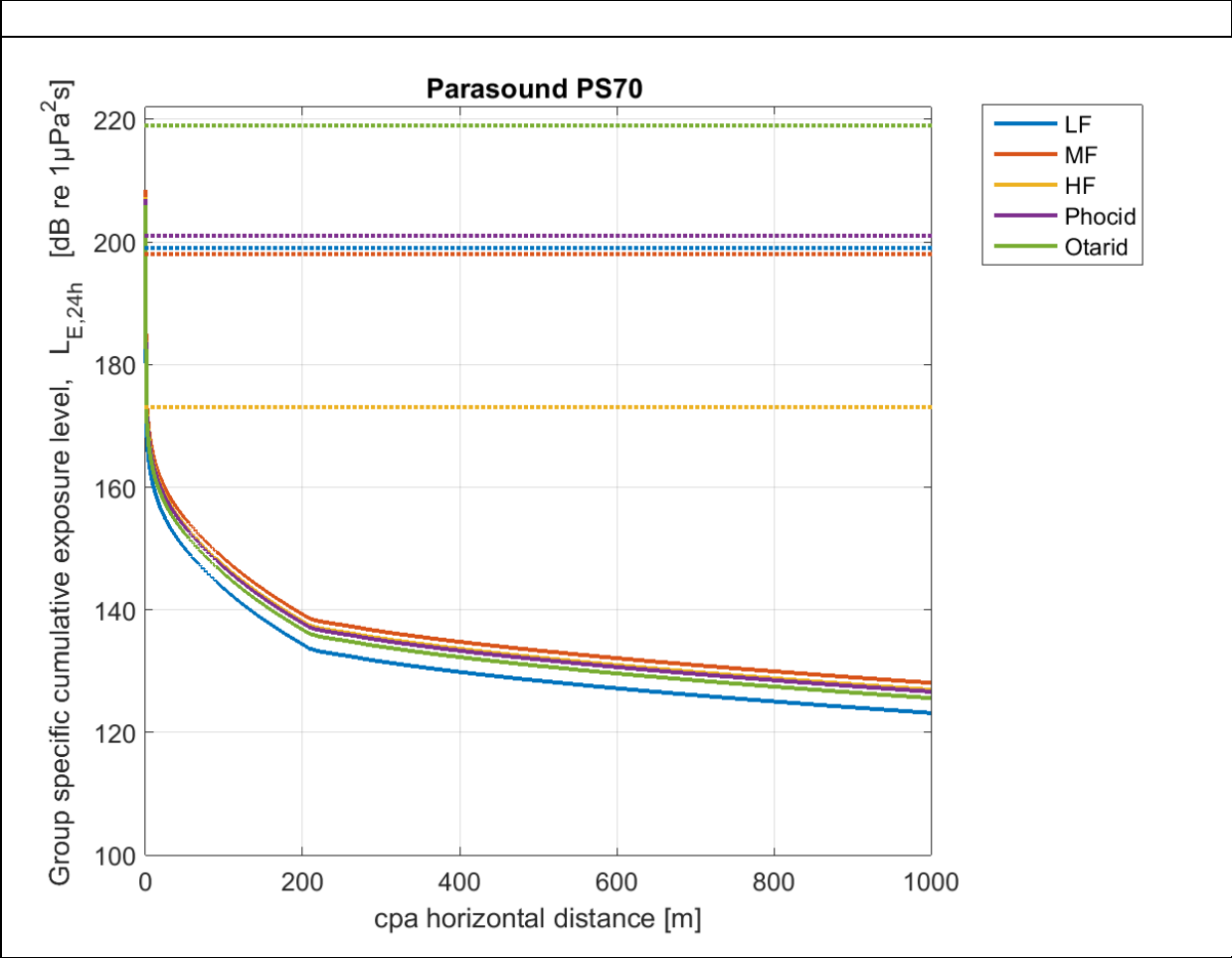


Figure 11.4: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station. Plots display only part of the full model domain; LF = low-frequency, MF = mid-frequency, HF = high-frequency cetacean groups. Volumes within which marine mammals might experience a permanent threshold shift are contoured in red if applicable.

The maximum possible exposure level – independent of depth and for a given CPA distance are plotted in Figure 11.5.



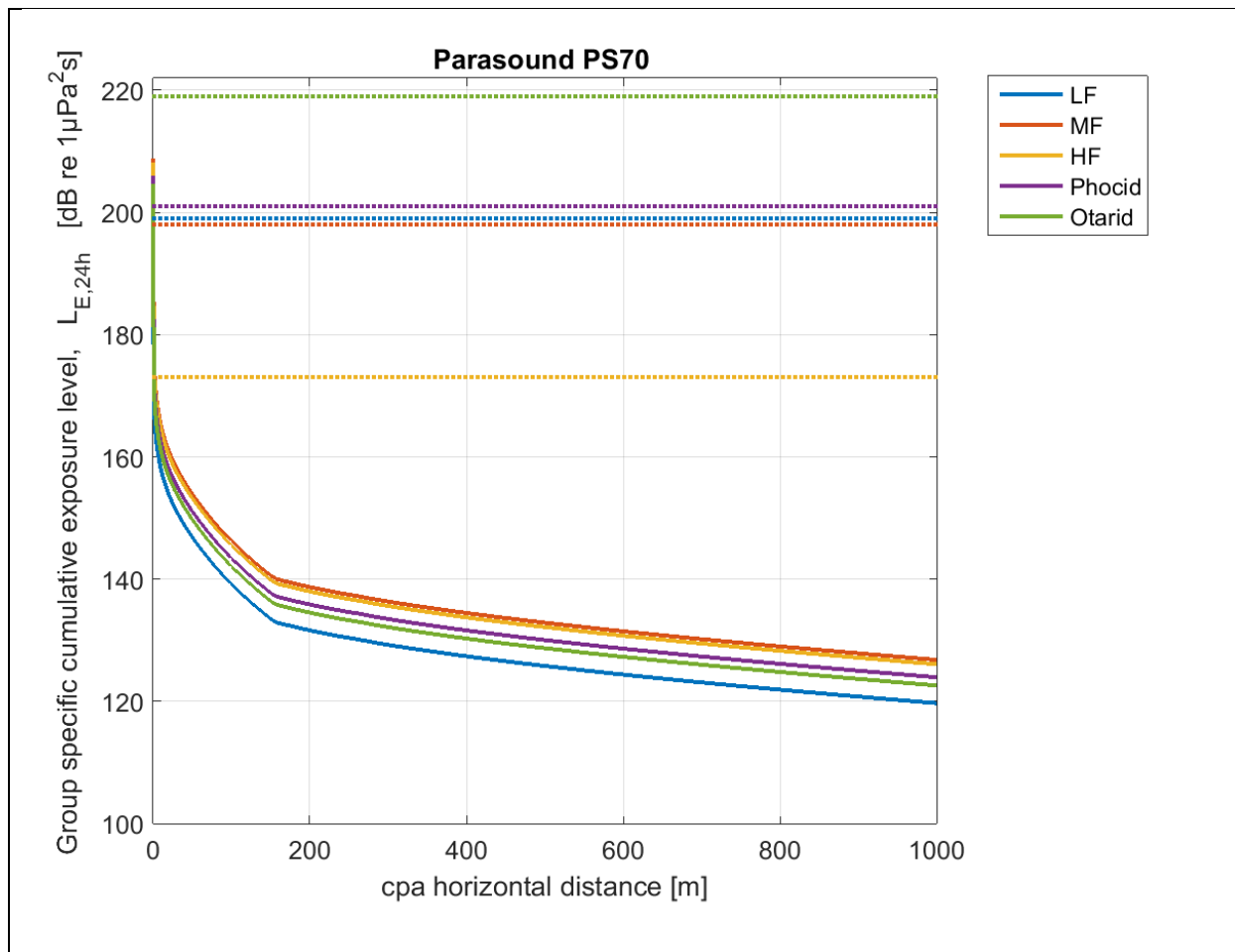


Figure 11.5: Solid lines: Maximum possible exposure levels for marine mammals of the different functional hearing groups passed by the ship at a given CPA at any depth between -11 and 1011m. Dotted lines: PTS onset acoustic thresholds threshold levels for cumulative sound exposure metric. Top: for 18 kHz, bottom for 22 kHz.

With the exception of HF cetacean species, PTS onset acoustic thresholds levels are exceeded for individuals of any of the functional hearing groups when being passing the ship at less than 1 m horizontal distance from the transducer. HF species bear the risk of permanent threshold shift if passing the transducer within less than 3 m horizontal distance at exactly the time of the ping up to a depth of 77 m.

Risk of significant behavioral response

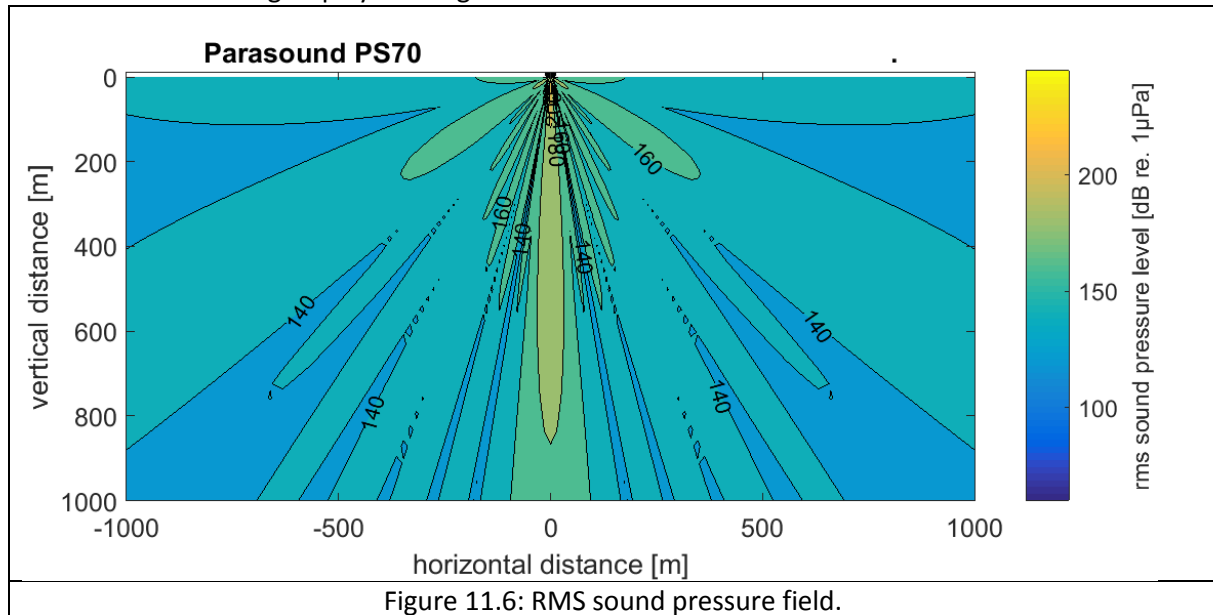
Basis for evaluation: *Brandon L. Southall, Ann E. Bowles, William T. Ellison, James J. Finneran, Roger L. Gentry, Charles R. Greene Jr., David Kastak, Darlene R. Ketten, James H. Miller, Paul E. Nachtigall, W. John Richardson, Jeanette A. Thomas, & Peter L. Tyack, Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Initial Scientific Recommendations, Aquatic Mammals, Volume 33, Number 4, 411 – 522, 2007.*
and

Marine Mammal Populations and Ocean Noise: Determining When Noise Causes Biologically Significant Effects (2005), Committee on Characterizing Biologically Significant Marine Mammal Behavior; Ocean Studies Board; Division on Earth and Life Studies; National Research Council, DOI: [10.17226/11147](https://doi.org/10.17226/11147).

RMS sound pressure levels were calculated according to:

$$L_{flat}(r, \gamma) = SL - 20 \log_{10}(r) - ar + b(\gamma)$$

with the results being displayed in Figure 11.6.



Sound levels potentially eliciting behavioral responses occur at ranges less than about ± 350 m. In a worst case scenario (assuming the whale stationary on the ship's track), exposure duration at such levels would last for 10 minutes at most. It is not expected that disturbance for such a short period would result in a significant behavioral response, i.e. a response that lasts longer than 24h (the criterion discussed in Southall et al. 2007) or any of the criteria proposed in NRC, 2005.

Risk of masking

Basis for evaluation: *Christine Erbe, Colleen Reichmuth, Kane Cunningham, Klaus Lucke, Robert Dooling, Communication masking in marine mammals: A review and research strategy, Marine Pollution Bulletin Volume 103, Issues 1–2, 15 February 2016, Pages 15–38.*

Parasound pings are bi-frequent (18 and 22 kHz) with a small duty cycle of 0.1% for the application described herein. This prohibits masking of marine mammal vocalization (which feature durations of typically several seconds and frequencies significantly lower than 18 kHz or odontocete clicks (which are broadband and more frequent).

Spatial masking release will provide additional leverage, as communicating marine mammals are unlikely to be close to the transducer.

Rather, potentially relevant maskers as listed by the abovementioned publication, generally fall into the category of continuous, broadband noise, rather than monofrequent single pings. In fact, the latter might be viewed as an extreme example for comodulation masking release.

Cumulative effects

Ship levels⁸ are of order 130 dB re $1\mu\text{Pa Hz}^{-1}$ in the 18 kHz band (resulting in critical band levels of order 170 dB re $1\mu\text{Pa}$ assuming an auditory bandwidths of 1/3 octave, i.e. spanning 0.89 to 1.12 times the center frequency). Ship sound pressure levels of 170 dB re $1\mu\text{Pa}$ do not significantly add to the 242 dB re $1\mu\text{Pa}$ level from Parasound. In addition, the ship's value represents a virtual point source metric with true near field values being considerably less (with propellers, as the mains source of HF-noise, being positioned some 60 m (i.e. -35dB) from the Parasound transducer.

Further relevant acoustic sources operated from aboard Polarstern include:

⁸ Estimate based on 1/3 octave-band averaged source levels as determined by WTD71 (2001) for ship speeds of 8-10 kn. The value provided here should be considered as „ballpark“ estimate only.

Table 11.1: Name, frequency, mounting location and possibility of concurrent operation of further relevant acoustic sources aboard RV Polarstern.

	operation frequency	location	concurrent operation
AirGuns	predominantly < 1kHz	towed behind ship	possible
Posidonia	10.5 -14 kHz	hull mounted	no
Posidonia transponders	10.5 -14 kHz	in mooring, > 1km from ship	no
Hydrosweep	13-17 kHz	hull mounted	possible
EK 60 18kHz only	18 kHz	hull mounted	no
Parasound	18 – 22 kHz	hull mounted	-
GAPS	19.5 - 21 kHz	on ice, > 1km from ship	no
GAPS	19.5 - 21 kHz	hull mounted	no
GAPS transponders	19.5 - 21 kHz	in mooring, on ROV > 1km from ship	no
EK 60 multi frequency	38, 70, 120, 200 kHz	hull mounted	no
EK 60 in EK 80 mode	45-90, 95-160 kHz	hull mounted	no
EK 80	95-160, 250-500 kHz	towed > 1km from ship	no

All of the hydroacoustic instruments deployed concurrently with Parasound use frequencies sufficiently separated from Parasound as not to affect the same auditory region in the cochlea. No cumulative effects are expected with regard to auditory impairments from the concurrent use of abovementioned instruments. Whether cumulative exposure results in changes in behavioral responses is unknown. One would expect though, that if any of the sounds would result in an avoidance reaction, this would help to reduce the contingent risks from any of the other sound sources.

Conclusion and mitigation measures

With the exception of HF cetaceans, the use of Parasound in 18 & 22 kHz mode during transit does not bear the potential to cause significant behavioral responses or masking. However, a residual risk for permanent threshold shifts exists for HF cetaceans within no more than ± 3 m around the source down to a depth of 77 m below the source. Effects, if at all, will have negligible impact on individual fitness and will not elicit changes in fitness of the local populations of which these individuals are part (Table 11.2, 1st column). In addition, the probability for an individual or significant part of the corresponding population to occupy the (hypothetical) volume featuring critical sound levels is negligible, as this volume is very restricted to only 3 m around the source and to only the HF cetaceans (Table 11.2, 1st row). Hence the use of Parasound in 18 & 22 kHz mode is considered to be of negligible risk for LF and MF-cetaceans, as well as for otariids and phocids.

Table 11.2: Risk matrix for all species but HF cetaceans (i.e. hourglass dolphin)⁹.

risk = impact x probability	likelihood (individual level): negligible	likelihood (population level): negligible
severity (individual level): negligible	negligible	negligible
severity (population level): negligible	negligible	negligible

Only individuals of hourglass dolphins, which is the only HF species potentially occurring in the Atlantic sector of the Southern Ocean, cannot categorically be excluded to possibly experience a permanent threshold shift if passing the transducer close by (Table 11.3, 1st column). In fact, this

⁹ Categories for likelihood of incident: negligible – unlikely – possible - likely – very likely – certain. Categories for severity of impact: negligible, minor, moderate, major.

event would require that the animal stays stationary and does not exhibit avoidance reactions while regularly sensing pings of increasing loudness, a behavior considered rather unlikely. The absolute probability for this to occur requires an animal being close to the ship in the first place (Table 11.3, 1st row). This holds true for hourglass dolphins in particular, for which the region along 60°S is conceived as the southern extreme of their habitat in the Atlantic sector of the Southern Ocean, featuring rather low habitat suitability indices there and hence minimal encounter probability.

Table 11.3: Risk matrix for hourglass dolphin.

risk = impact x probability	likelihood (individual level): negligible	likelihood (population level): negligible
severity (individual level): major	negligible	negligible
severity (population level): negligible	negligible	negligible

Hence, conditional shut down of Parasound as mitigation measure in case a marine mammal is sighted in the vicinity of the ship is uncalled-for due to a negligible risk (Table 11.4).

Table 11.4: Consequences of mitigation measures

mitigation measure	risk for MM	risk of loss of time (increase in emission and anthrop. noise)	risk of loss of scientific data	risk of loss of scientific instrumentation
none	negligible	negligible	negligible	negligible
conditional shut-down	negligible	negligible	certain	possible

References

Ainslie M. A., McColm J. G., "A simplified formula for viscous and chemical absorption in sea water", *Journal of the Acoustical Society of America*, **103**(3), 1671-1672, 1998.

WTD 71, "Akustische Vermessung von Forschungsschiff Polarstern", Bericht WTD 71 -540 – 025/2001

Annex 12: Evaluation of Risk - Forschungsecholot Simrad EK 60, Single-Kanal / Frequenz-Modus (18 kHz)

Applicability

The discussion below pertains to Simrad EK60 echosounder in 18 kHz single-frequency only mode. It is hull mounted and may be used during transit or on station.

Model assumptions and variables used

sonar frequency	f	18 kHz
source level	SL	225.1 dB _{rms} re 1μPa
duration of interrogation ping	τ	2048 μs
ping repetition period		5 s
size/resolution of model space		2000 m / 1-2m
source depth		11 m
beam pattern	b	dB (negative values)
relative speed		2 ms ⁻¹
acoustic attenuation coefficient	α	3.7419 dB km ⁻¹
distance from source	r	matching size of model space
pitch	ϑ	-90° to 90°
roll	φ	-90° to 90°
group-weighting function	W_g	dB (negative values)

The transducer beam pattern measurement dated 3. May 2011 (Fig. 12.1) was digitized using <http://arohatgi.info/WebPlotDigitizer/app/>.

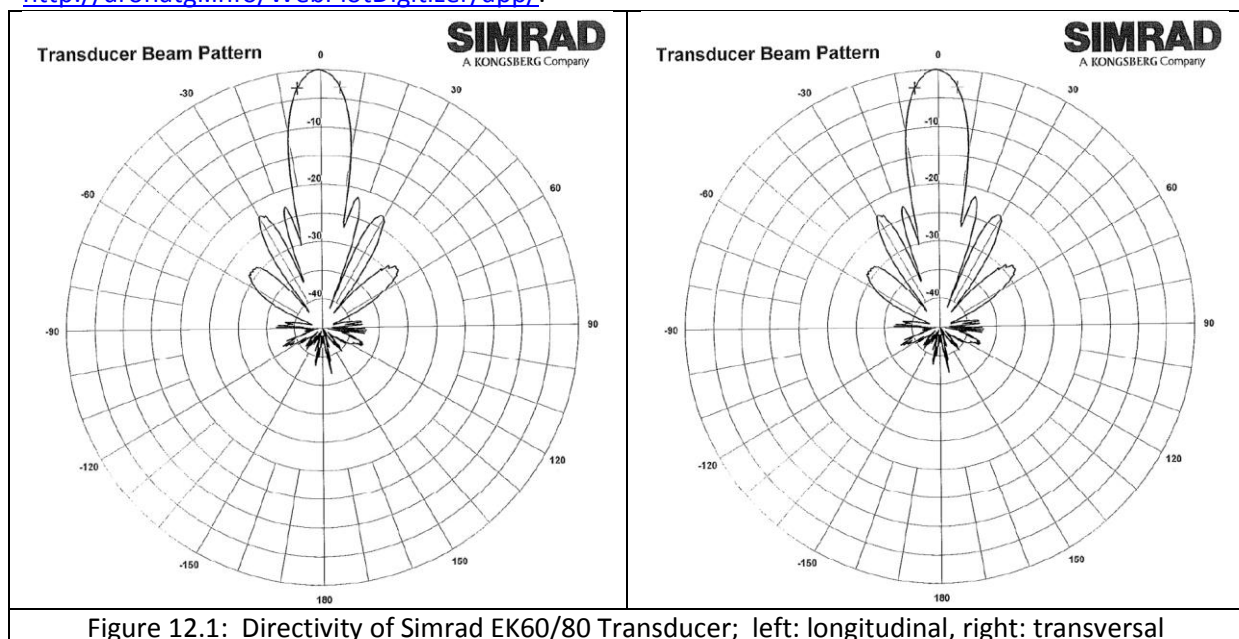


Figure 12.1: Directivity of Simrad EK60/80 Transducer; left: longitudinal, right: transversal

Data was smoothed using a spline function, providing an envelope of the beam pattern which represents a conservative simplification for further calculations.

Risk of permanent acoustic threshold shift

Basis for evaluation: *Technical guidance for assessing the effects of anthropogenic sound on marine mammal hearing; Underwater acoustic thresholds for onset of permanent and temporary threshold shifts; NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-55 July 2016.*

Single-ping, group-weighted (Figure 12.2) sound exposure levels L_s (Figure 12.3) were calculated based on the one-way sonar equation assuming spherical spreading for 5 auditory groups (LF, MF and HF cetaceans, phocids and otariids) according to:

$$L_{E,g,s}(r, \gamma) = SL - 20\log_{10}(r) - ar + b(\vartheta, \varphi) + 10\log_{10}(\tau) + W_g(f)$$

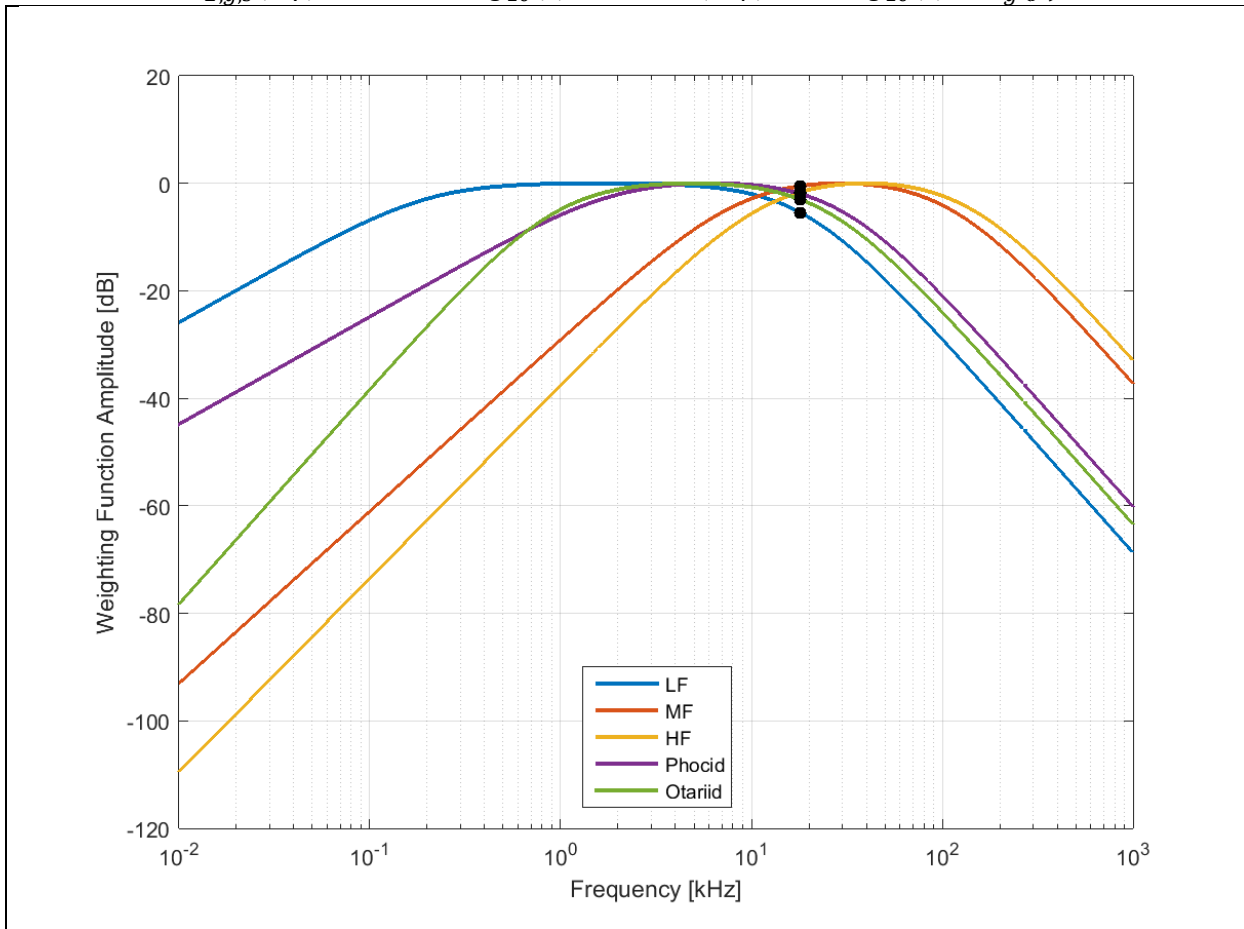
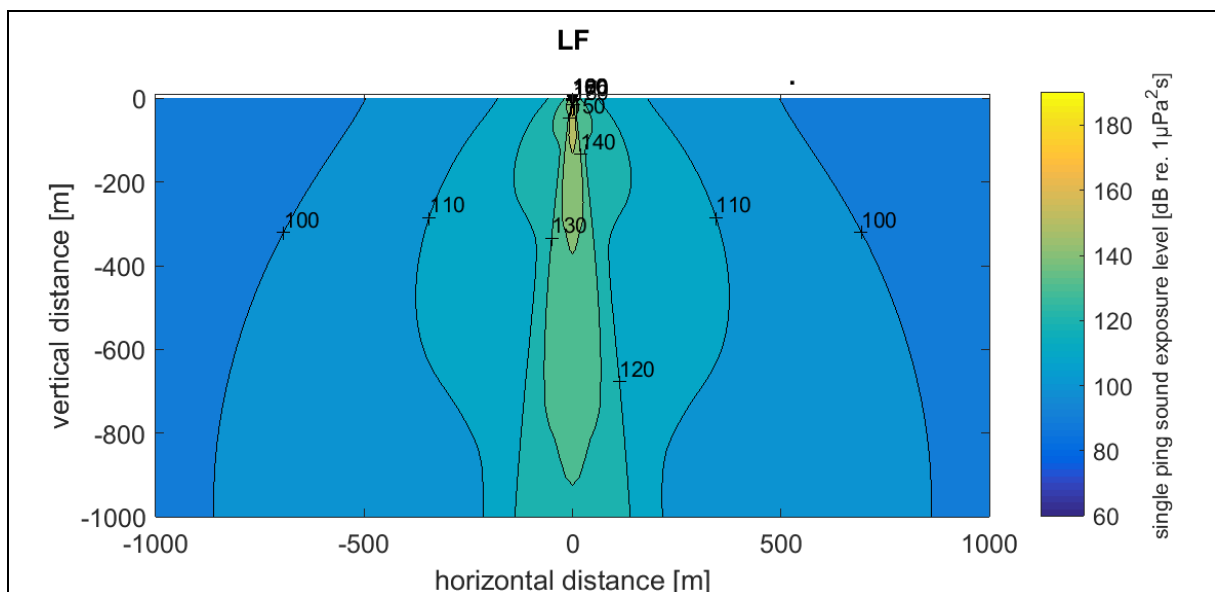
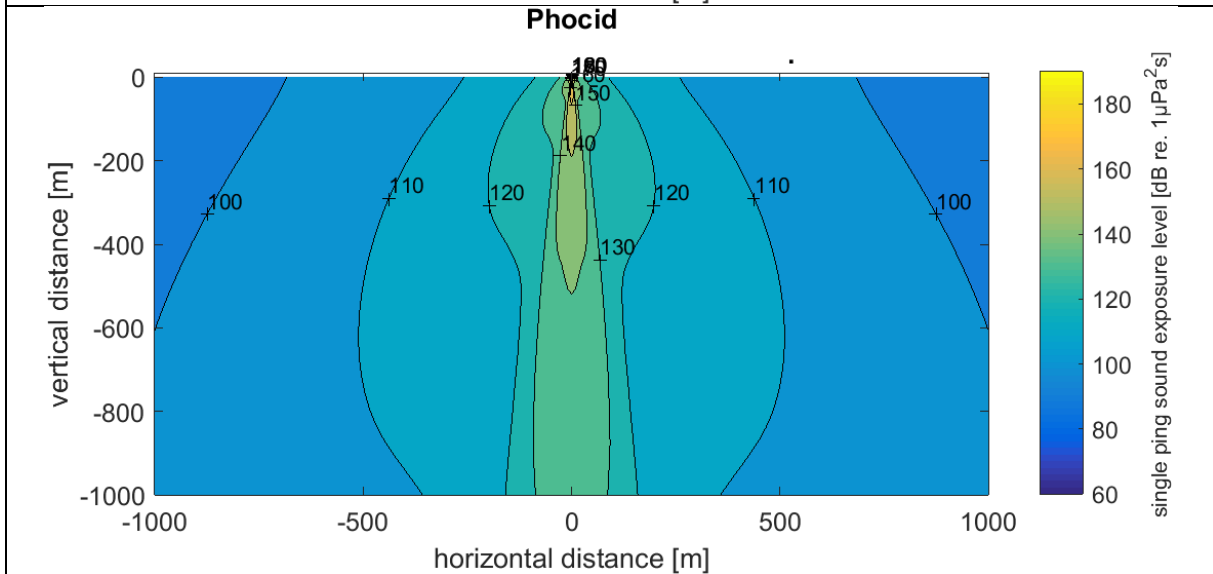
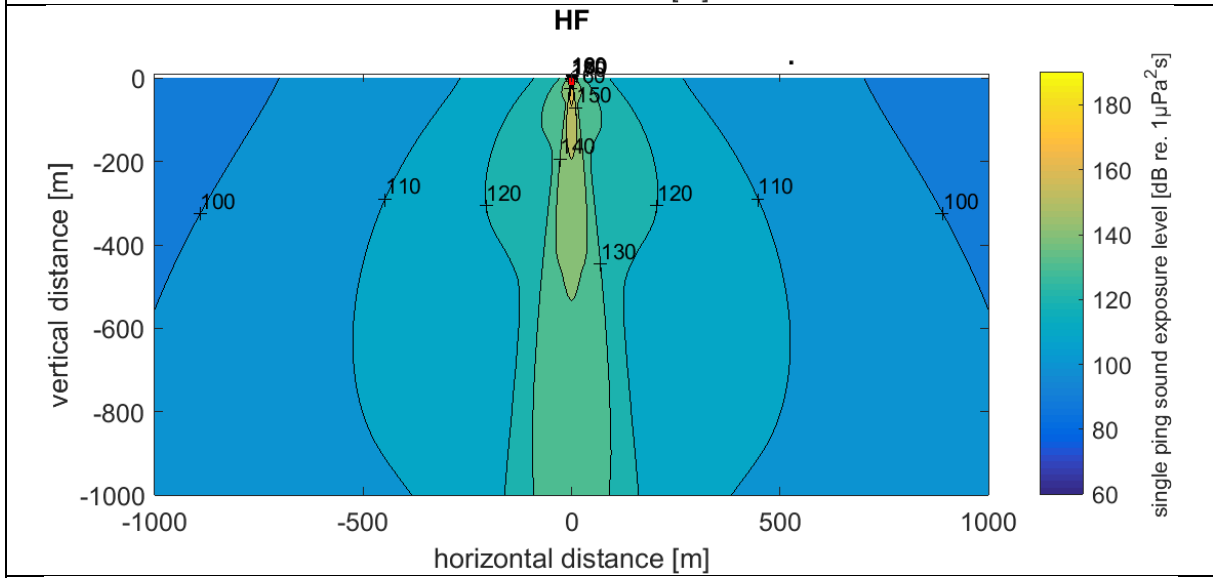
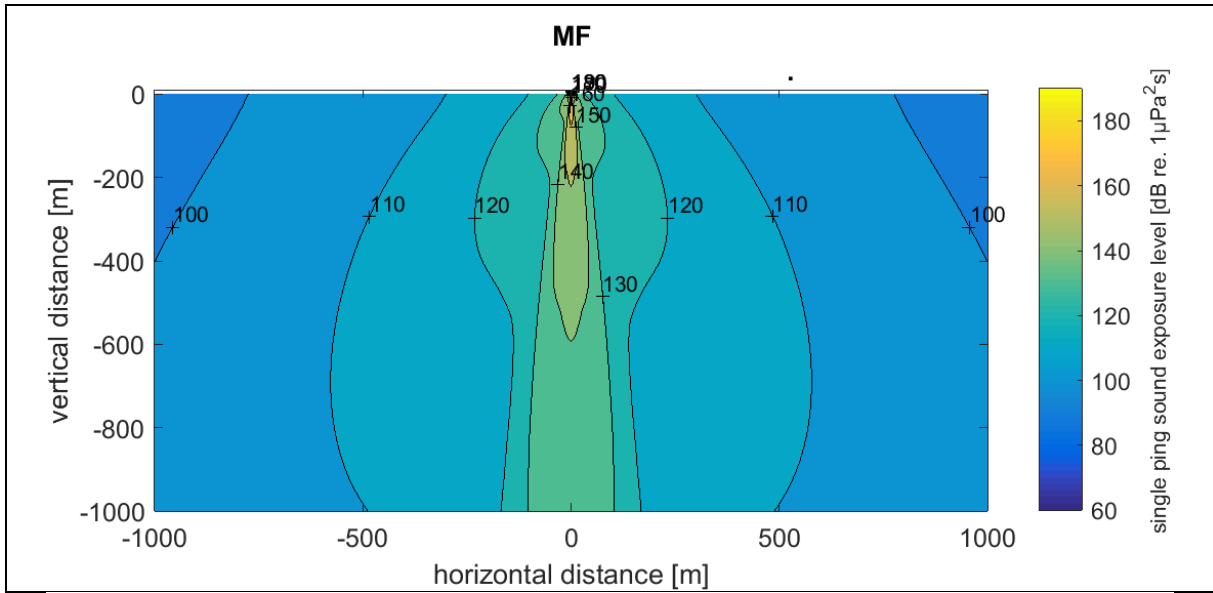


Figure 12.2: Group weighting functions evaluated at 18 kHz.





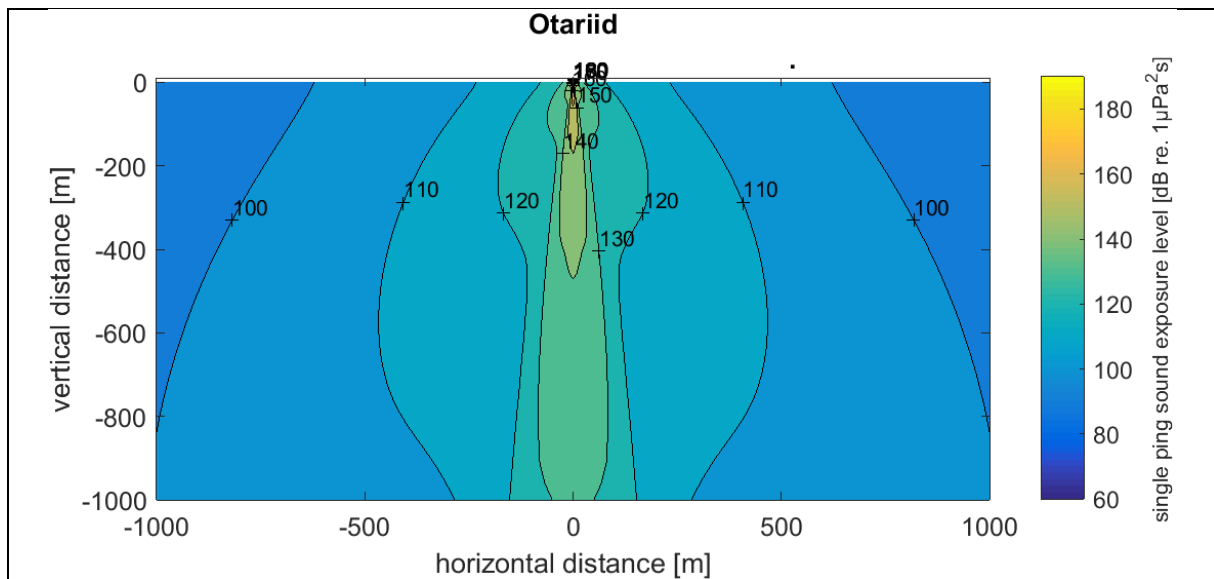


Figure 12.3: Hearing group specific single ping sound exposure levels for five species groups. Plots display only part of the full model domain (2000m deep, ± 2000 m wide); LF = low-frequency, MF = mid-frequency, HF = high-frequency cetacean groups. Volumes within which marine mammals might experience a permanent threshold shift are contoured in red (HF only for Simrad EK60 18 kHz mode only).

Cumulative sound exposure levels are based on a modified mobile source approach (NMFS-OPR-55 July 2016) from single ping sound exposure levels, assuming a marine mammal crossing the model domain past the source at constant depth and in a straight line at a speed of 2 ms^{-1} (Figure 12.4). For a moving ship (relative speed 10 ms^{-1}), cumulative sound exposure levels will be less and the probability to get close to the transducer would be significantly reduced.

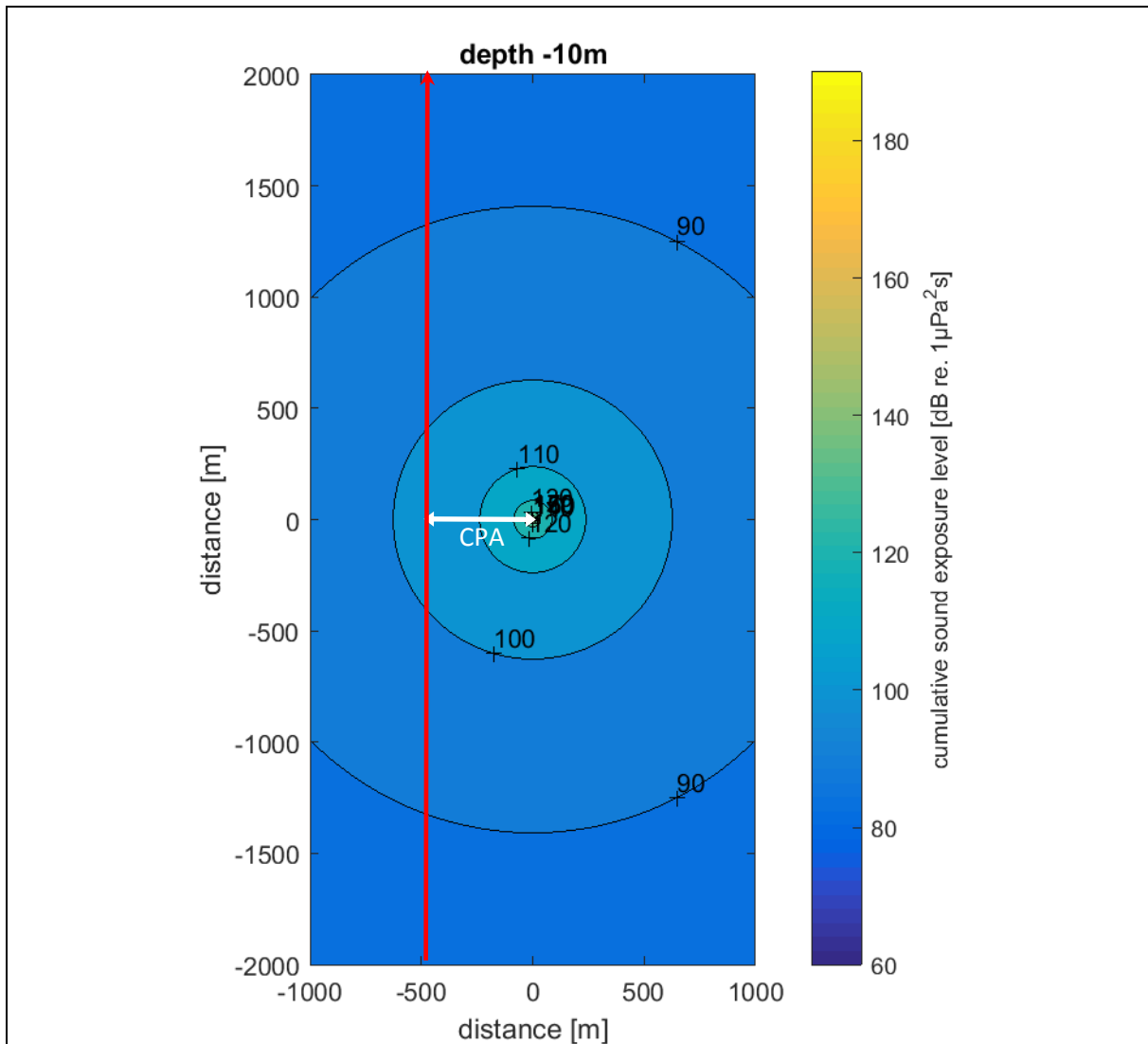
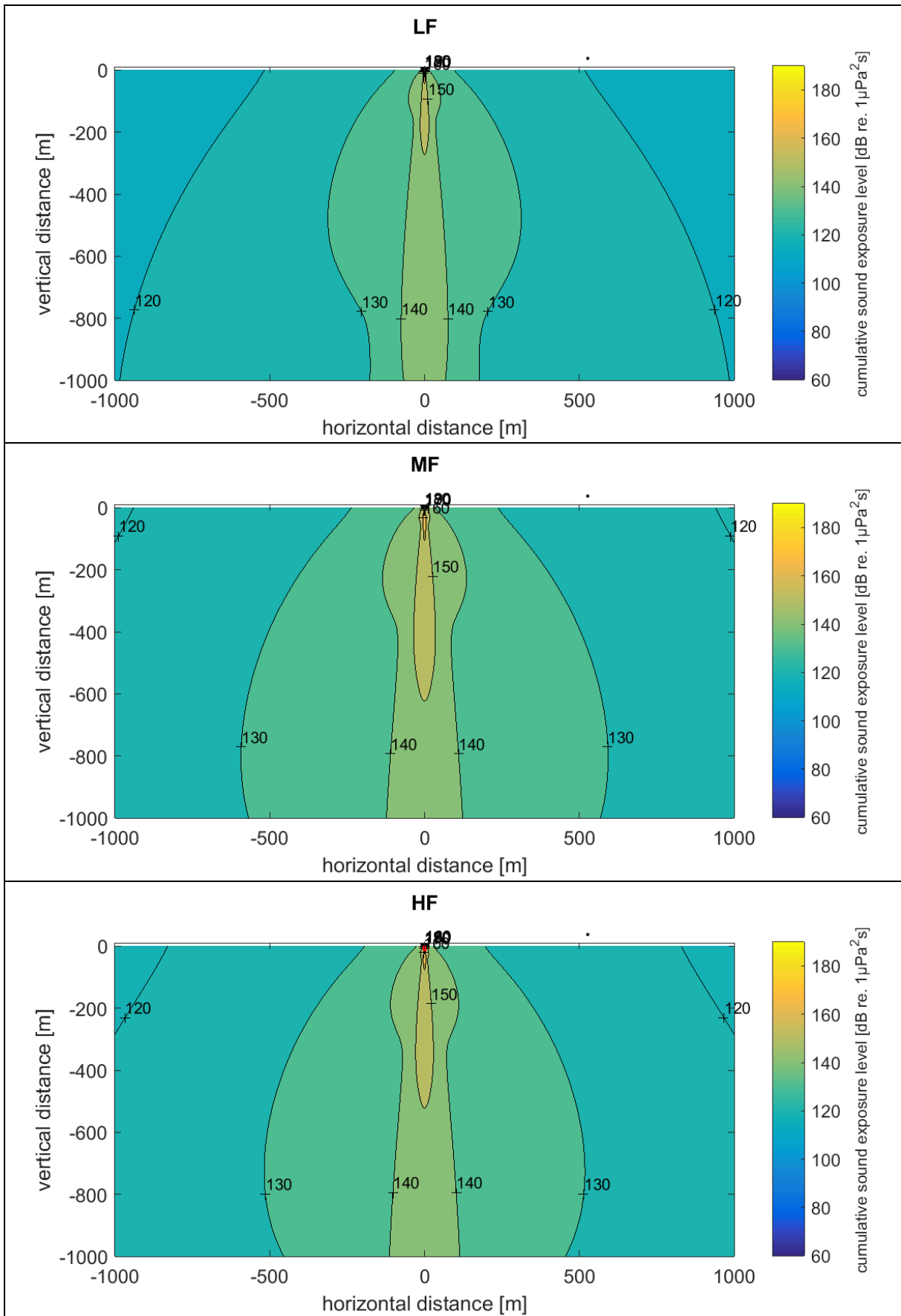


Figure 12.4: Illustration of the Closest Point of Approach (CPA) and respective cumulative sound exposure level calculation. Top-down view on single ping sound field at (for example) 19 m vertical distance from transducer, i.e. 30m depth. Cumulative exposures were accumulated along the red swim path and calculated for all CPA distances and depths, respectively (Figure 12.5).

Due to the axial symmetry of the sound field, results (Figure 12.5) are applicable to any swim direction for a given distance at the closest point of approach (CPA).

$$L_{E,g,24h} = 10 \log_{10} \left(\sum_{\text{received pings}} 10^{\left(\frac{L_{E,g,s}}{10}\right)} \right)$$



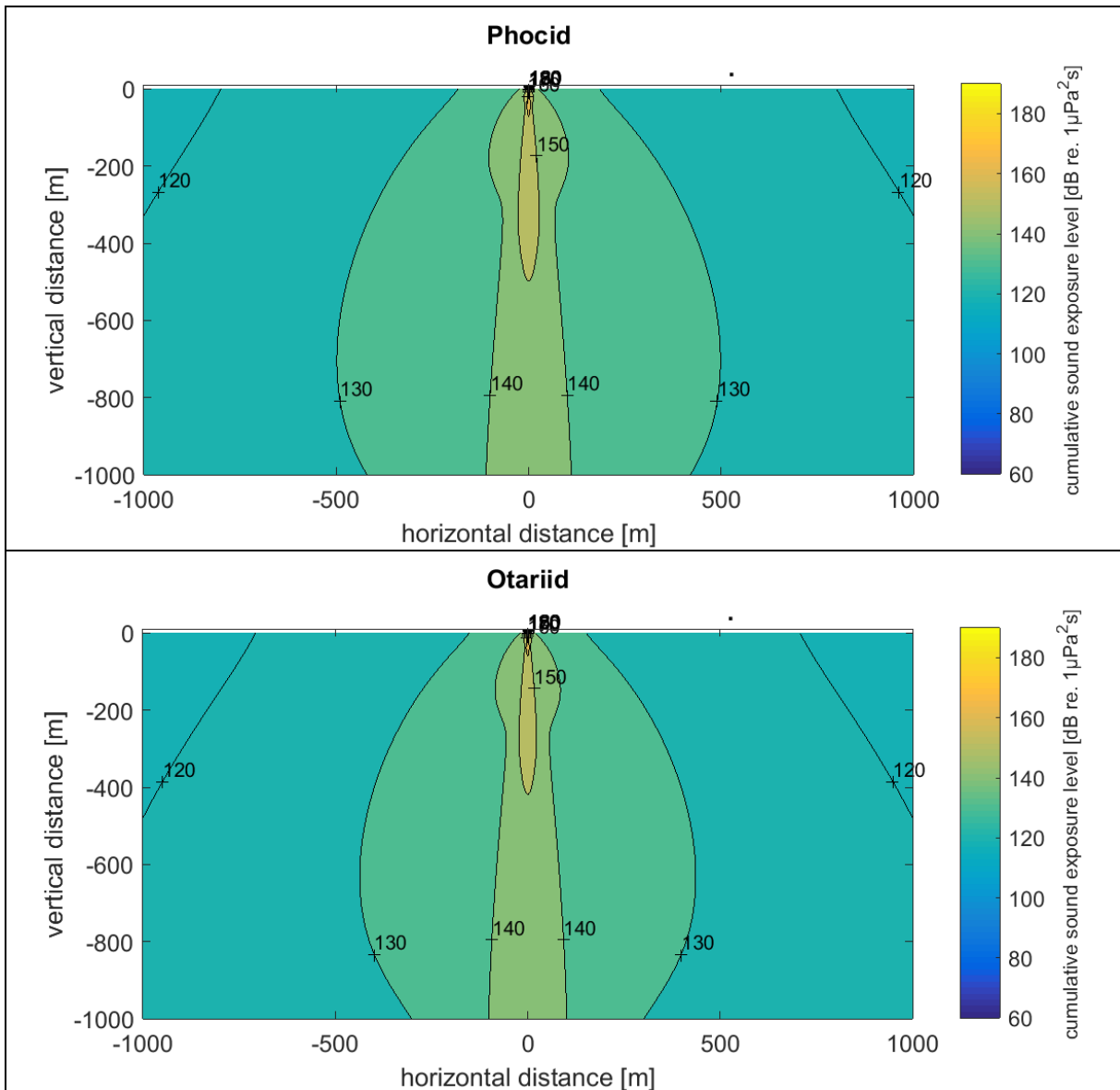
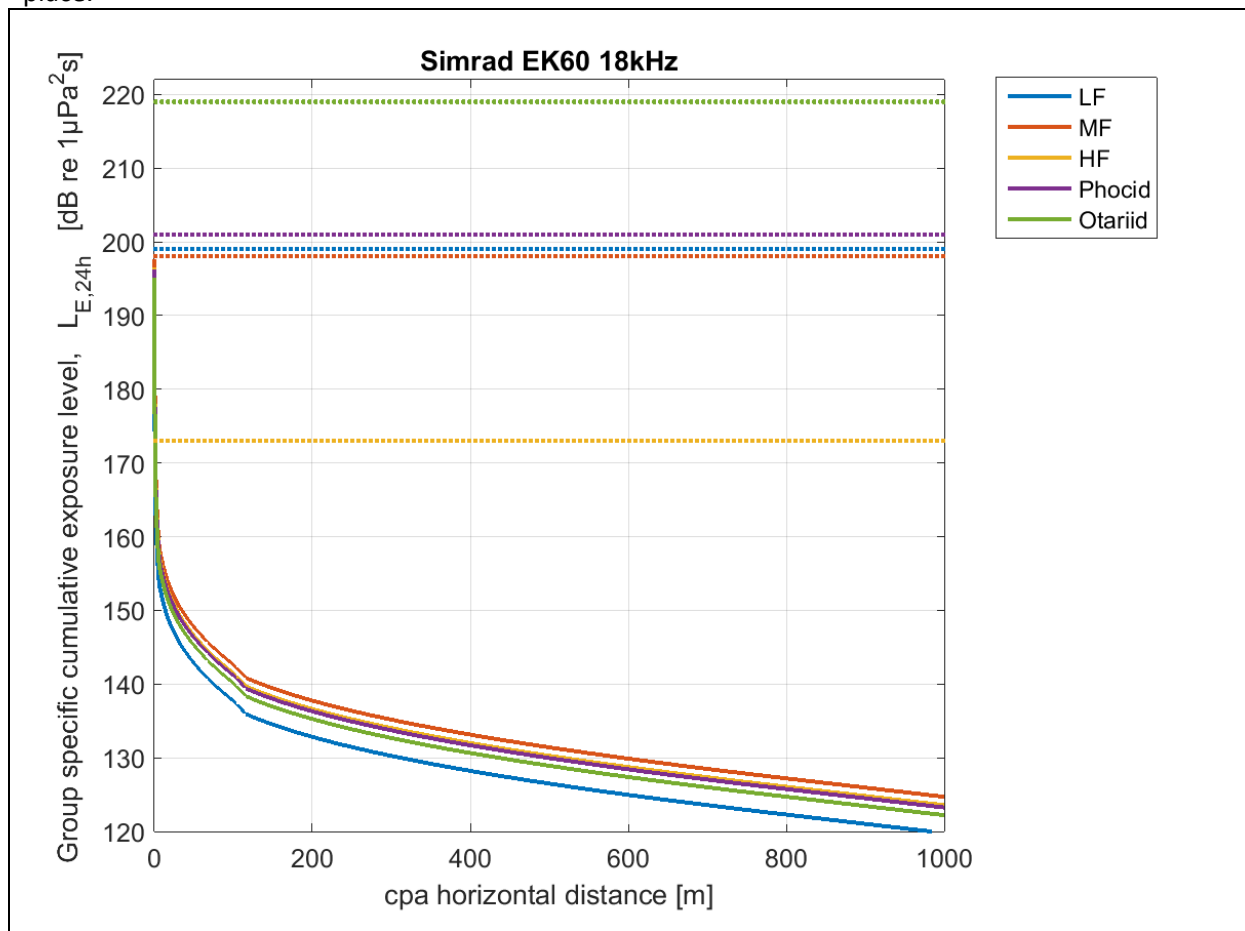


Figure 12.5: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station. LF = low-frequency, MF = mid-frequency, HF = high-frequency cetacean groups. Volumes within which marine mammals might experience a permanent threshold shift are contoured in red (HF only for Simrad EK60 18 kHz mode only).

For a given CPA distance, each group specific maximum possible exposure level is plotted in Figure 12.6, top. With the exception of HF cetacean species, PTS onset acoustic thresholds are not exceeded for individuals of any of the functional hearing groups when passing the ship at any distance or depth level. HF species bear the risk of permanent threshold shift if passing the transducer within less than 1 m horizontal distance (Figure 12.6, bottom, yellow line) at exactly the time of the ping and at a vertical distance from the transducer of less than 12 m (values extracted by zoom-in on Figure 12.6). For an animal observed close to the ship, i.e. within 10 m around the ship, an upper bound of the probability of the animal being critically exposed can be reckoned by the product of the sonar's duty cycle, $4.0 \cdot 10^{-4}$ and the ratio of the volume of critical exposure¹⁰ to the volume of potential presence¹¹, i.e. a ratio of also $4.0 \cdot 10^{-4}$. This results in a total conditional probability of less than 1 in a million ($0.2 \cdot 10^{-6}$), under the additional condition that the animal is close to the ship in the first place.



¹⁰ Based on an upper estimate of the critically ensonified volume, i.e. a cylinder of 1m radius and 12 m height, resulting in $V = 38 \text{ m}^3$.

¹¹ Based on a trough of radius 22.5 m (half-breadth of PS plus 10m) and 140 m length (length of Polarstern + 10m at stern and bow) minus the maximum displacement of Polarstern 17.300 tons (i.e. a displacement of $16,800 \text{ m}^3$ in the Southern Ocean), resulting in $V = 94530 \text{ m}^3$.

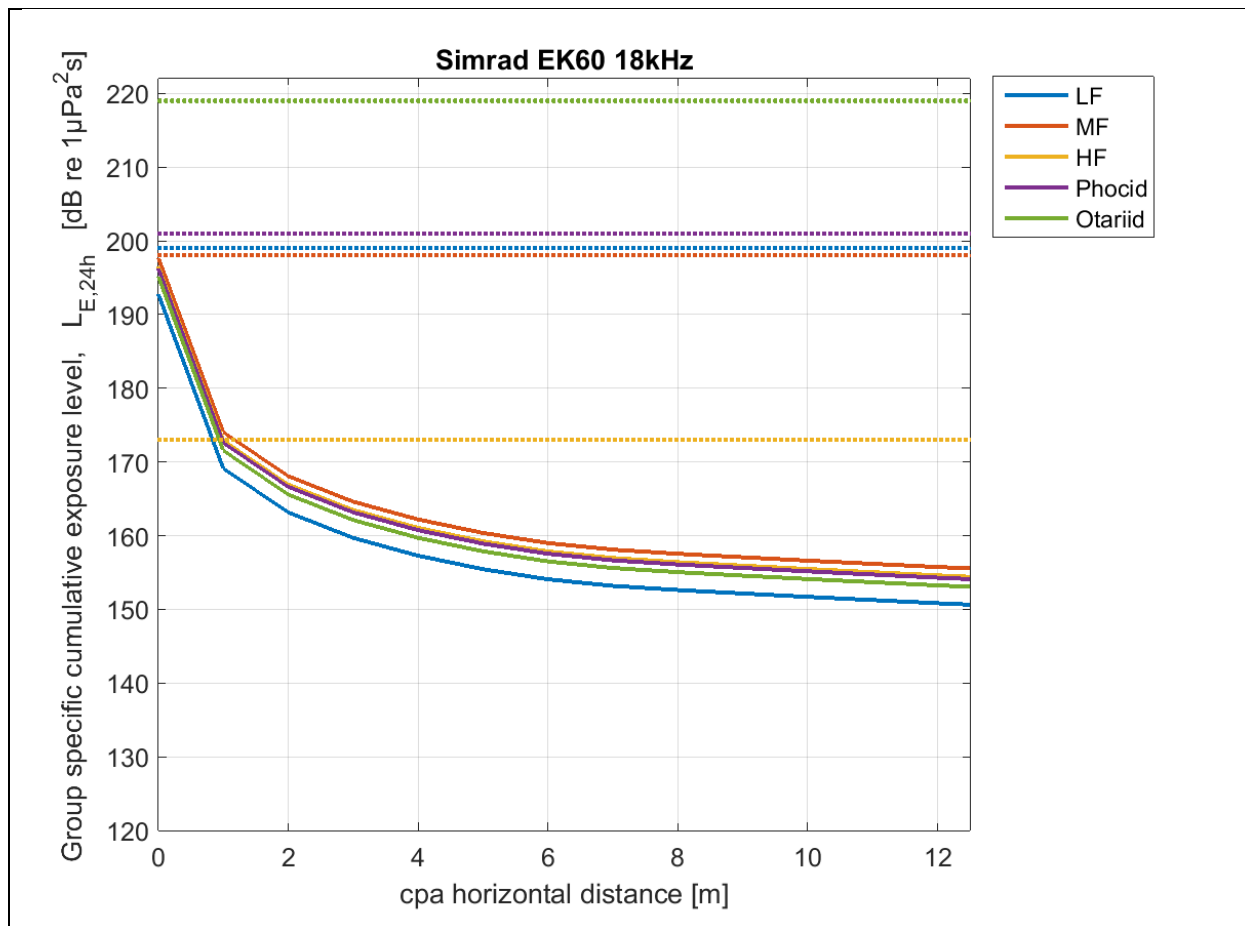


Figure 12.6: Solid lines: Maximum possible exposure levels for marine mammals of the different functional hearing groups passing the ship at a given CPA. Dotted lines: PTS onset acoustic thresholds for cumulative sound exposure metric. Top: full range; bottom: zoom-in to scale of ship (half width 12.5m).

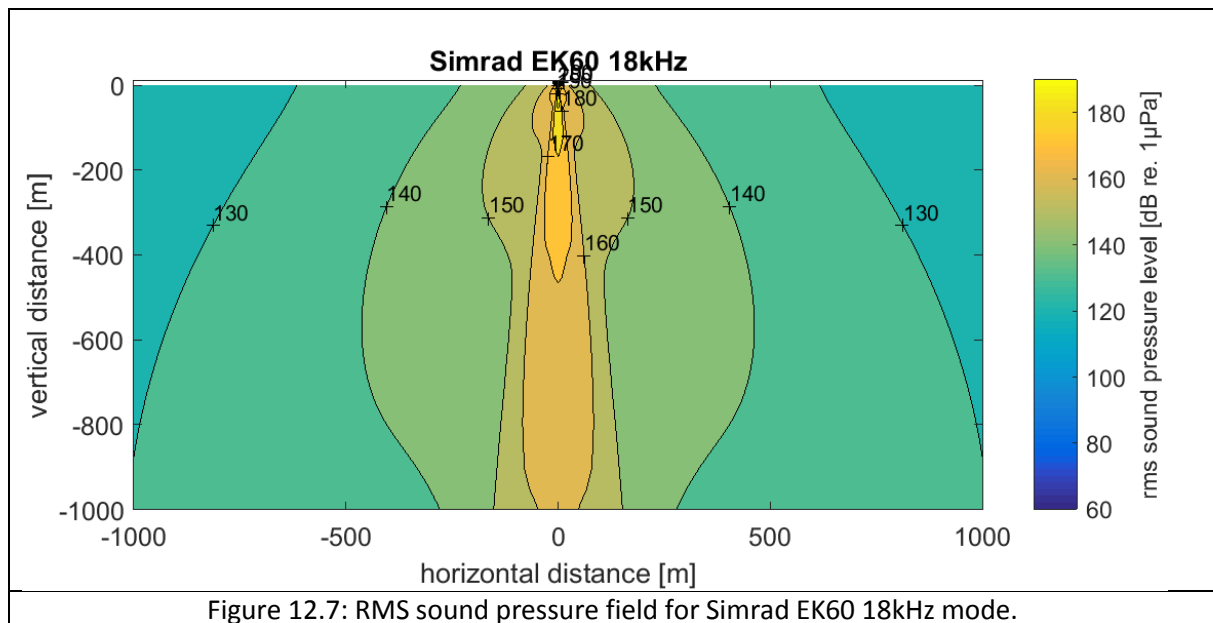
Risk of significant behavioral response

Basis for evaluation: *Brandon L. Southall, Ann E. Bowles, William T. Ellison, James J. Finneran, Roger L. Gentry, Charles R. Greene Jr., David Kastak, Darlene R. Ketten, James H. Miller, Paul E. Nachtigall, W. John Richardson, Jeanette A. Thomas, & Peter L. Tyack, Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Initial Scientific Recommendations, Aquatic Mammals, Volume 33, Number 4, 411 – 522, 2007. Marine Mammal Populations and Ocean Noise: Determining When Noise Causes Biologically Significant Effects (2005), Committee on Characterizing Biologically Significant Marine Mammal Behavior; Ocean Studies Board; Division on Earth and Life Studies; National Research Council, DOI: [10.17226/11147](https://doi.org/10.17226/11147).*

RMS sound pressure levels were calculated according to:

$$L_{flat}(r, \gamma) = SL - 20 \log_{10}(r) - ar + b(\theta, \varphi)$$

with the results being displayed in Figure 12.7.



Sound levels potentially eliciting behavioral responses occur at ranges less than about ± 100 m. Exposure duration for a marine mammal transecting this space through its center (directly below the transducer) would last 10 minutes at most. It is not expected, that disturbance for such a short period would result in a significant behavioral response, i.e. a response that lasts longer than 24h (the criterion discussed in Southall et al. 2007) or any of the criteria proposed in NRC, 2005.

Risk of masking

Basis for evaluation: *Christine Erbe, Colleen Reichmuth, Kane Cunningham, Klaus Lucke, Robert Dooling, Communication masking in marine mammals: A review and research strategy, Marine Pollution Bulletin Volume 103, Issues 1–2, 15 February 2016, Pages 15–38.*

Simrad EK60 18kHz mode interrogation pings are monofrequent (18 kHz) with a small duty cycle of 0.04% for the application described herein. This prohibits masking of marine mammal vocalization (which feature durations of typically several seconds and frequencies significantly lower than 18 kHz) or odontocete clicks (which are broadband and more frequent).

Spatial masking release will provide additional leverage, as communicating marine mammals are unlikely to be close to the transducer.

Potentially relevant maskers as listed by the abovementioned publication, fall into the category of continuous, broad band noise, rather than monofrequent single pings of Simrad EK60 18kHz mode. In fact, the latter might be viewed as an extreme example for comodulation masking release as discussed in Erbe et al. (2016).

Cumulative effects

Ship levels¹² are of order 130 dB re $1\mu\text{Pa Hz}^{-1}$ in the 18 kHz range (resulting in critical band levels of order 170 dB re $1\mu\text{Pa}$ assuming a critical band of 1/3 octave¹³. Ship sound pressure levels of 170 dB re $1\mu\text{Pa}$ do not significantly add to the 226.6 dB re $1\mu\text{Pa}$ level from Simrad EK60. In addition, this

¹² Estimate based on 1/3 octave-band averaged source levels as determined by WTD71 (2001) for ship speeds of 8-10 kn. The value provided here should be considered as „ballpark“ estimate only.

¹³ 1/3 Octaves spanning 0.89 to 1.12 times the center frequency, i.e. 4.14 kHz, corresponding to +36dB when converting spectral to 1/3 Octave band levels.

value represents a virtual point source metric with true near field values being considerably less (with propellers, as the mains source of HF-noise, being positioned some 60 m (i.e. -35dB) from the Simrad 18 kHz transducer.

Further relevant acoustic sources potentially operated from aboard Polarstern include:

Table 12.1: Name, frequency, mounting location and possibility of concurrent operation of further relevant acoustic sources aboard RV Polarstern.

	operation frequency	location	concurrent operation
Air guns	Mainly < 1kHz	towed	no
Posidonia	10.5 -14 kHz	hull mounted	possible
Posidonia transponders	10.5 -14 kHz	in mooring, > 1km from ship	possible
Hydrosweep	13-17 kHz	hull mounted	no
EK 60 18kHz only	18 kHz	hull mounted	-
Parasound	18 – 22 kHz	hull mounted	no
GAPS	19.5 - 21 kHz	on ice, > 100m from ship	possible
GAPS	19.5 - 21 kHz	hull mounted	possible
GAPS transponders	19.5 - 21 kHz	in mooring,	possible
GAPS transponders	19.5 - 21 kHz	on ROV > 100m from ship	possible
EK 60 multi frequency	38, 70, 120, 200 kHz	hull mounted	possible
EK 60 in EK 80 mode	45-90, 95-160 kHz	hull mounted	possible
EK 80	95-160, 250-500 kHz	towed > 1km from ship	possible

With the exception of GAPS, Hydrosweep and Parasound, frequencies used by any combination of above instruments are sufficiently separated as not to affect the same auditory region in the cochlea. Hydrosweep and Parasound, however, are not operated concurrently with Simrad EK60 18 kHz mode. GAPS operates at relatively low source levels of 191 dB re 1µPa and will hence not contribute significantly to the estimated received cumulative levels shown in Figure 12.5. In addition, GAPS transponders will be operated at distances > 100 (more likely > 1km) from the SIMRAD transducer, on ice, in the mooring and on the ROV, resulting in a transmission loss of > 40 dB (more likely 60 dB) for GAPS signals in the vicinity of the Simrad EK60 transducer.

In summary, no cumulative effects are expected with regard to auditory impairments from the planned use of abovementioned instruments. Whether cumulative exposure results in changes in behavioral responses is unknown. One would expect though, that if any of the sounds results in an avoidance reaction, this will help to reduce the contingent risks from any of the other sound sources.

Conclusion and mitigation measures

With the exception of HF cetaceans, the use of Simrad EK 60 in 18 kHz single-frequency mode during transit and on station does not bear the potential to elicit permanent threshold shifts, significant behavioral responses or masking. Effects, if at all, will have negligible impact on individual fitness and will not elicit changes in fitness of the local populations of which these individuals are part (Table 12.2, 1st column). In addition, the probability for an individual or significant part of the corresponding population to occupy the (hypothetical) volume featuring critical sound levels is negligible, as no such volumes exist. (Table 12.2, 1st row). Hence the use of Simrad EK 60 in 18 kHz single-frequency mode is considered to of negligible risk for LF and MF-cetaceans, as well as for otariids and phocids.

Table 12.2: Risk matrix for all species but HF cetaceans (i.e. hourglass dolphin)¹⁴.

risk = impact x probability	likelihood (individual level):	likelihood (population level):
-----------------------------	--------------------------------	--------------------------------

¹⁴ Categories for likelihood of incident: negligible – unlikely – possible - likely – very likely – certain.
Categories for severity of impact: negligible, minor, moderate, major.

	negligible	negligible
severity (individual level): negligible	negligible	negligible
severity (population level): negligible	negligible	negligible

Only individuals of hourglass dolphins, which is the only HF species potentially occurring in the Atlantic sector of the Southern Ocean, cannot categorically be excluded to possibly experience permanent threshold shift if passing the transducer close by while the ship is on station (Table 12.3, 1st column). In fact, this event would require that the animal actively approaches the source while regularly sensing pings of increasing loudness at 5 s intervals, a behavior considered rather unlikely. The conditional probability for an animal passing the transducer at close distance and at just the right moment is less than one in a million for individuals already present near the ship. The absolute probability is reduced further by orders of magnitude when including the likelihood of individual being present nearby the ship in the first place (Table 12.3, 1st row). This holds true for hourglass dolphins in particular, for which the region along 60°S is conceived as the southern extreme of their habitat in the Atlantic sector of the Southern Ocean, featuring rather low habitat suitability indices there and hence minimal encounter probability.

Table 12.3: Risk matrix for hourglass dolphin.

risk = impact x probability	likelihood (individual level): negligible	likelihood (population level): negligible
severity (individual level): major	negligible	negligible
severity (population level): negligible	negligible	negligible

Hence, conditional shut down of Simrad EK60 18 kHz as mitigation measure in case a marine mammal is sighted in the vicinity of the ship is uncalled-for due to a negligible risk. In fact, shut-downs will have unintended negative consequences for both science as environment (Table 12.4). Shut-downs unavoidably result in a loss of depth information, compromising the value of any data collected *en-route* or on station. Even more so, shut-downs increase the risk of damaging or losing currently deployed equipment should it touch the sea floor while the ship is without depth information. Managing such problems requires additional ship time for instrument recovery and search, causing increases in carbon emissions and anthropogenic noise. Hence, an enactment of conditional shut-downs during the operation of Simrad EK60 18 kHz mode would be undue, detrimental for science, and bears the possible risk of eventually being environmentally self-defeating.

Table 12.4: Consequences of mitigation measures

mitigation measure	risk for MM	risk of loss of time (increase in emission and anthrop. noise)	risk of loss of scientific data	risk of loss of scientific instrumentation
none	negligible	negligible	negligible	negligible
conditional shut-down	negligible	possible	certain	possible

References

- Ainslie M. A., McColm J. G., "A simplified formula for viscous and chemical absorption in sea water", *Journal of the Acoustical Society of America*, **103**(3), 1671-1672, 1998.
- WTD 71, "Akustische Vermessung von Forschungsschiff Polarstern", Bericht WTD 71 -540 – 025/2001

Annex 13: Evaluation of Risk - Forschungsecholot Simrad EK 60 / EK80 im Mehrkanal / Frequenz-Modus

Applicability

The following evaluation assesses the impact of the sound emitted by a ship hull-mounted Simrad EK60 / EK80 and a towed Simrad EK80 echosounder on low-, mid- and high frequency cetacean groups, phocids and otariids. In EK60 mode, mono-frequent signals are generated with different transducers. In EK80 mode the same transducers are used with more advanced transceiver electronic, allowing operation with frequency modulated signals (FM).

Model assumptions and variables used

hull-mounted Simrad echosounder, EK60 mode		
operating sound frequency	f	38, 70, 120, 200 kHz
source level rms	SL_{rms}	226.1, 226.5, 221.8, 219.5 dB re 1 μ Pa@1m
ping duration	τ	1024 μ s
ping repetition period		2.5 s
size/resolution of model space		2000 m / 1 m
source depth		11 m (hull-mounted)
beam pattern	b	dB (negative values)
relative speed		2 ms ⁻¹
acoustic attenuation coefficient	α	9.158, 19.235, 30.191, 45.732 dB km ⁻¹ *
distance from source	r	matching size of model space
angle to nadir	γ	-90° to 90°
group-weighting function	W_g	dB (negative values)

* Fisher and Simmons. J. Acoust. Soc. Am 62, 558, 1977

hull-mounted Simrad echosounder, EK80 mode		
operating sound frequency	f	45-95 kHz [45 kHz] , 95-160 kHz [95 kHz]**
source level rms	SL_{rms}	[222.7], [219.8] dB re 1 μ Pa@1m
ping duration	τ	2048 μ s
ping repetition period		2.5 s
size/resolution of model space		2000 m / 1 m
source depth		11 m (hull-mounted)
beam pattern	b	dB (negative values)
relative speed		2 ms ⁻¹
acoustic attenuation coefficient	α	[11.585], [25.188] dB km ⁻¹ *
distance from source	r	matching size of model space
angle to nadir	γ	-90° to 90°
group-weighting function	W_g	dB (negative values)

** Computation of Single Ping Sound Exposure Level and Cumulative Sound Exposure Level is performed at the frequency with potentially highest impact, which are 45 kHz and 95 kHz for the Frequency band 45-95 kHz and 95 – 160 kHz.

towed Simrad echosounder EK80 mode		
operating sound frequency	f	95-160 kHz [95], 260-460 kHz [260]***
source level rms	SL_{rms}	[218.8],

		[210.8] dB re 1μPa@1m
ping duration	τ	2048 μs
ping repetition period		1 s
size/resolution of model space		2000 m / 1 m
source depth		assumed to be at level of hull-mounted transducer
beam pattern	b	dB (negative values)
relative speed		2 ms ⁻¹
acoustic attenuation coefficient	α	[25.188], [59.778] dB km ⁻¹ *
distance from source	r	matching size of model space
angle to nadir	γ	-90° to 90°
group-weighting function	W_g	dB (negative values)

*** Computation of Single Ping Sound Exposure Level and Cumulative Sound Exposure Level is performed at the frequency with potentially highest impact, which are 95 kHz and 260 kHz for the Frequency band 95-160 kHz and 260 – 460 kHz.

The beam patterns of the different transducers were digitized, which are the Simrad ES38B, ES70-7C, ES120-7C and ES200-7C in case of the hull-mounted Simrad echosounder in EK60 mode. In EK80 mode the transducers are the Simrad ES70-7C and ES120-7C, and the transducers ES120-7CD and ES333-7CD in case of the towed Simrad EK80, respectively. The digitized beam patterns were smoothed, building an envelope of the beam pattern including all side-lobes. The derived smoothed beam patterns, used in the model, represent a conservative simplification of the beam characteristic of the transducers, which are assumed to have axial symmetrical pattern.

For the FM modulated signals in EK80 mode, the Single Ping Sound Exposure Level and Cumulative Sound Exposure Level are computed at the frequency of the band with the potentially highest impact (see NOAA technical memorandum NMFS-OPR-55). These frequencies are 45 kHz (ES70-7C, FM: 95-160 kHz) and 95 kHz (ES120-7C, FM: 95-160 kHz) for the ship hull-mounted Simrad echsounder and 95 kHz (ES120-7CD, FM: 95-160 kHz) and 260 kHz (ES333-7CD), respectively, for the towed Simrad EK80. The beam patterns at the respective frequencies are derived by scaling the beam pattern at center frequency according known changes in angular width of the main lobe with changing frequency.

Risk of permanent treshold shift

The Risk of permanent treshold shift (PTS) is assessed by calculation of Single ping, group weighted sound exposure levels and cumulative impact, that is, the Cumulative Sound Exposure Level by summation of the sound exposures over all received pings.

Single-ping, group-weighted sound exposure levels L_s were calculated based on the one-way sonar equation assuming spherical spreading for 5 auditory groups (LF, MF and HF cetaceans, phocids and otariids) according to:

$$L_{E,g,s}(r, \gamma, f) = SL - 20\log_{10}(r) - \alpha r + b(\gamma) + 10\log_{10}(\tau) + W_g(f)$$

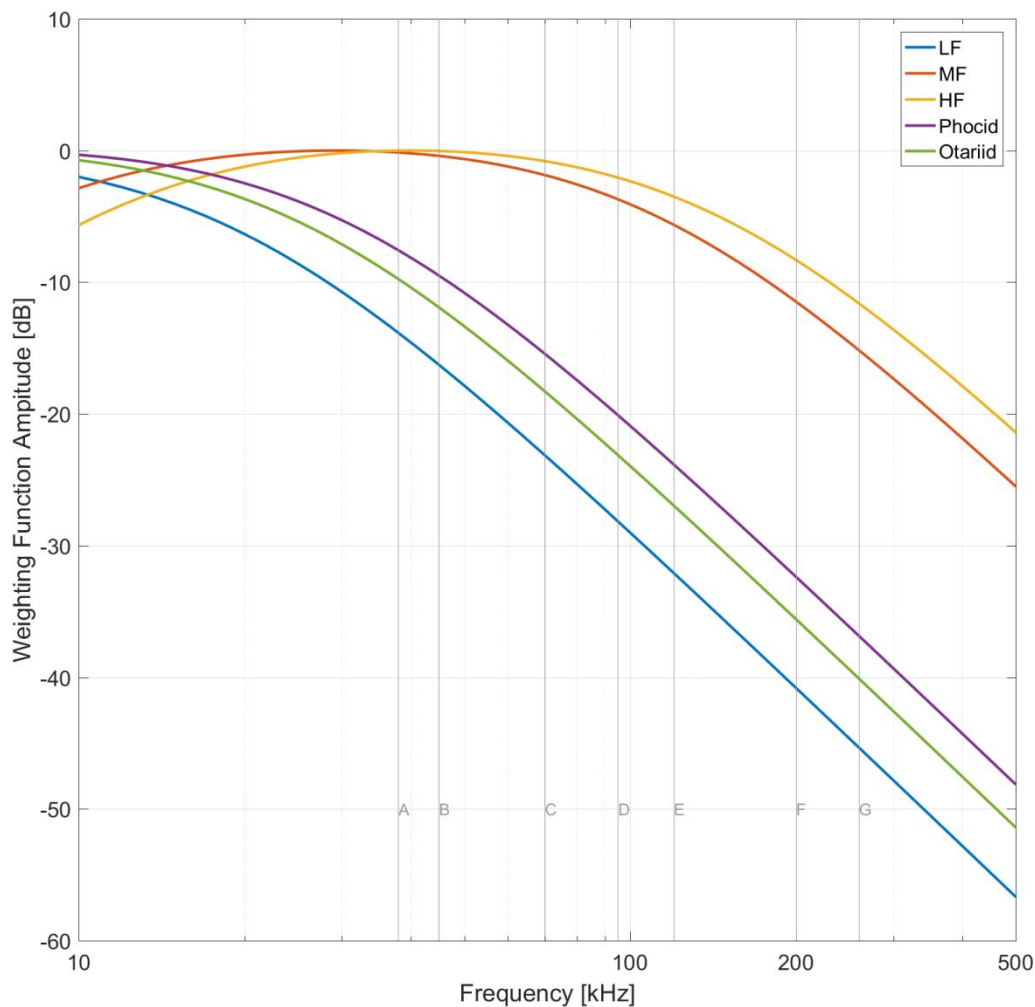


Figure 13.1: Group weighting functions for low-, mid- and high frequency cetacean groups, phocids and otariids. Lines A, B, C, D, E, F and G mark the respective weight to be applied at 38, 45, 70, 95, 120, 200 and 260 kHz, respectively.

Assessment of cumulative sound exposure levels are based on a modified mobile source approach (*Technical guidance for assessing the effects of anthropogenic sound on marine mammal hearing; Underwater acoustic thresholds for onset of permanent and temporary threshold shifts; NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-55 July 2016*).

Two scenarios were considered. First, we assume a ship at station and a marine mammal crossing the area at a speed of 2 ms^{-1} at different vertical and horizontal distances to the sound source (ship hull-mounted transducer), assuming for simplicity swimming in a straight line and constant depth. Further assuming the marine mammal is exposed to a sound ping while passing the center ($x=0$) of the sound source, in order to address the maximum possible cumulative sound exposure level. For the towed Simrad EK80 (second scenario) we consider a moving ship and relative movement of ship and marine mammal at a speed of 5 ms^{-1} .

The cumulative sound exposure level is given by

$$L_{E,g,24h} = 10 \log_{10} \left(\sum_{\text{received pings}} 10^{\left(\frac{L_{E,g,s}}{10}\right)} \right)$$

Due to the axial symmetry of the sound field, results are applicable to any swim direction for a given distance at the closest point of approach (CPA).

Risk of significant behavioral response

Assessment of the Risk of significant behavioral response is made in terms of the Sound pressure level exposed to and residence time of the animals in a given area. Assessment is based on:

Brandon L. Southall, Ann E. Bowles, William T. Ellison, James J. Finneran, Roger L. Gentry, Charles R. Greene Jr., David Kastak, Darlene R. Ketten, James H. Miller, Paul E. Nachtigall, W. John Richardson, Jeanette A. Thomas, & Peter L. Tyack, Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Initial Scientific Recommendations, Aquatic Mammals, Volume 33, Number 4, 411 – 522, 2007.

Marine Mammal Populations and Ocean Noise: Determining When Noise Causes Biologically Significant Effects (2005), Committee on Characterizing Biologically Significant Marine Mammal Behavior; [Ocean Studies Board](#); [Division on Earth and Life Studies](#); National Research Council, DOI: [10.17226/11147](#).

The RMS sound pressure level generated during a measurement (ping) is given by

$$L_{flat}(r, \gamma) = SL - 20 \log_{10}(r) - \alpha r + b(\gamma)$$

Risk of masking

Basis for evaluation of the risk of masking is:

Christine Erbe, Colleen Reichmuth, Kane Cunningham, Klaus Lucke, Robert Dooling, Communication masking in marine mammals: A review and research strategy, Marine Pollution Bulletin Volume 103, Issues 1–2, 15 February 2016, Pages 15–38.

Results

In the following the cumulative sound exposure levels for low-, mid- and high-frequency cetacean groups, phocids and otariids are shown, followed by the maximum possible cumulative sound exposure levels for the different groups at a given cpa, the beam pattern of the transducer, the RMS sound pressure field and the unweighted single ping sound exposure levels. These results are shown for the EK60 mode at 38 kHz, 70 kHz, 120 kHz and 200 kHz, followed by the results for the ship hull mounted Simrad echosounder in EK80 mode evaluated at 45 and 95 kHz, and the towed Simrad EK80 evaluated at 95 kHz and 260 kHz.

Table 13.1 summarizes the results in terms of a) a critical cpa and depth beneath the sound source below which animals of the different groups might experience a permanent threshold shift, b) the horizontal extent of the area showing critical sound pressure levels which might induces a behavioral response and c) the residence time within this area assuming relative movement of sound source and animal at 2 ms⁻¹ (ship at station) or 5 ms⁻¹ (towed EK80), respectively.

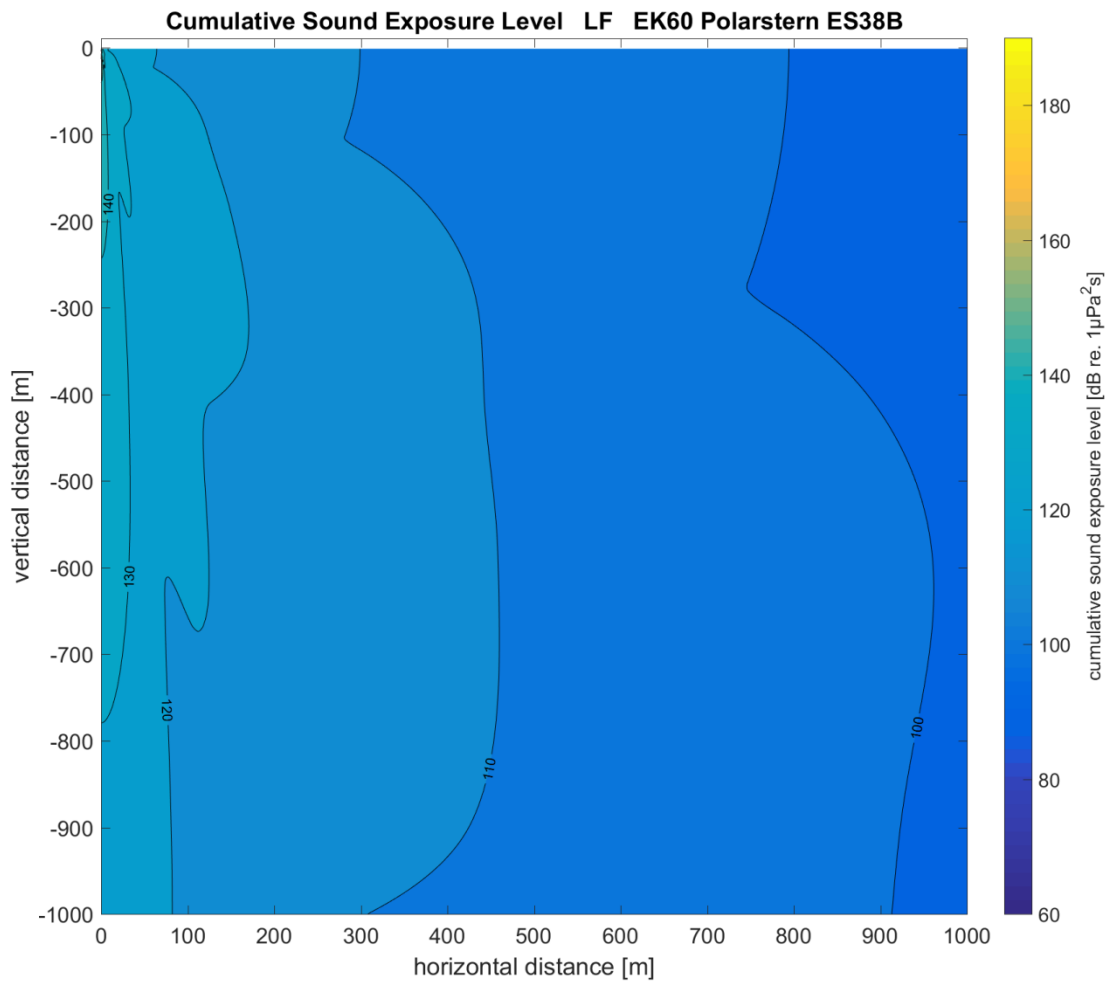


Figure 13.2: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for low-frequency cetacean groups for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 38 kHz.

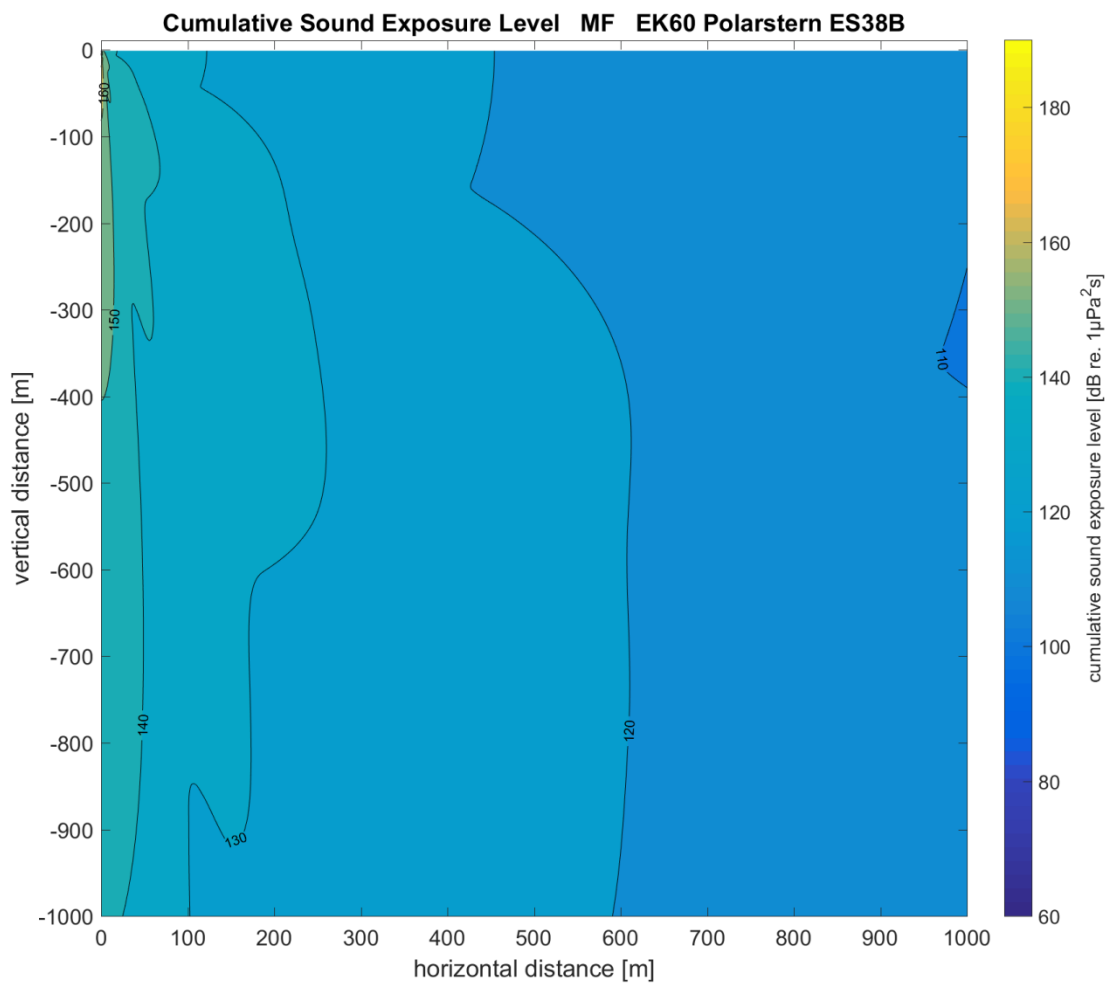


Figure 13.3: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for mid-frequency cetacean groups for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 38 kHz.

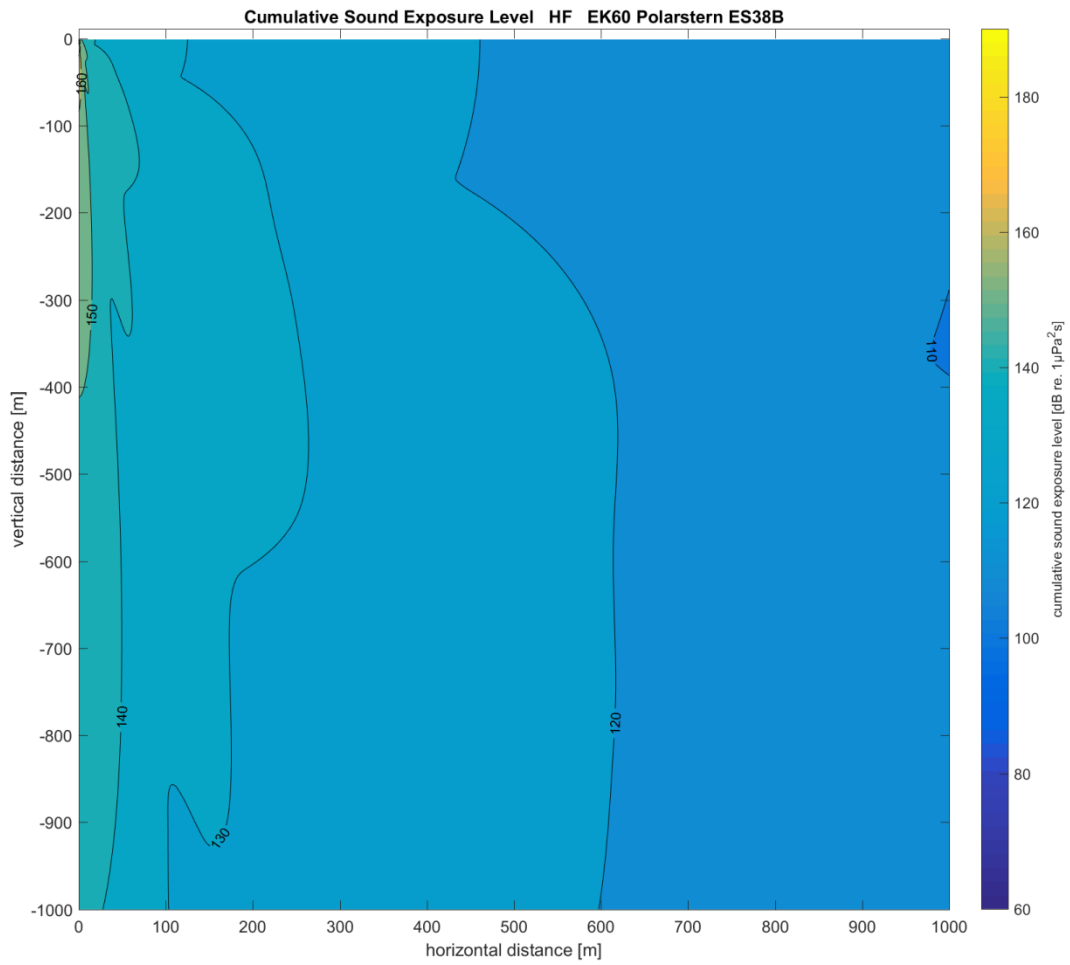


Figure 13.4: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for high-frequency cetacean groups for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 38 kHz.

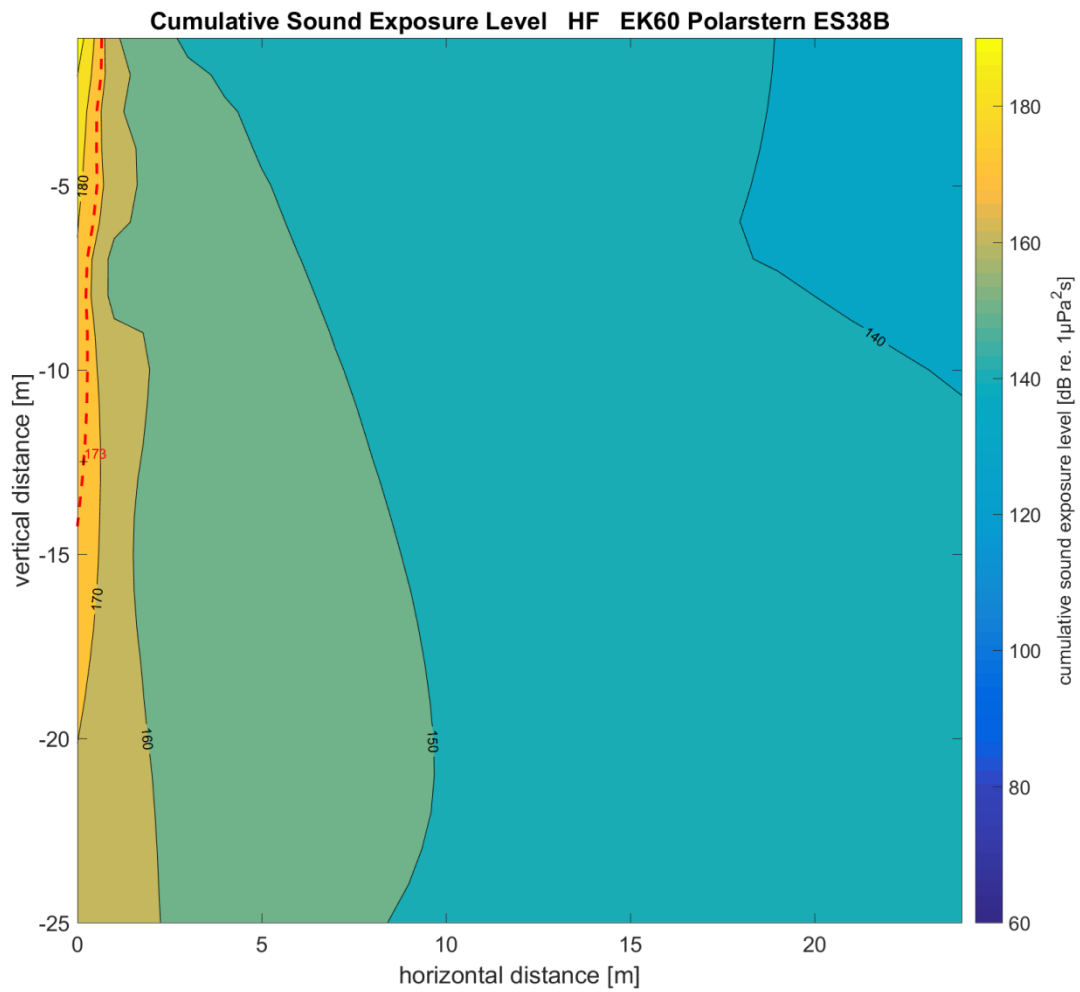


Figure 13.5: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for high-frequency cetacean groups for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 38 kHz detailed enlargement for small horizontal and vertical distances (maximum possible cumulative exposure). Red dashed iso-line marks the distances below which such marine mammals might experience a permanent threshold shift.

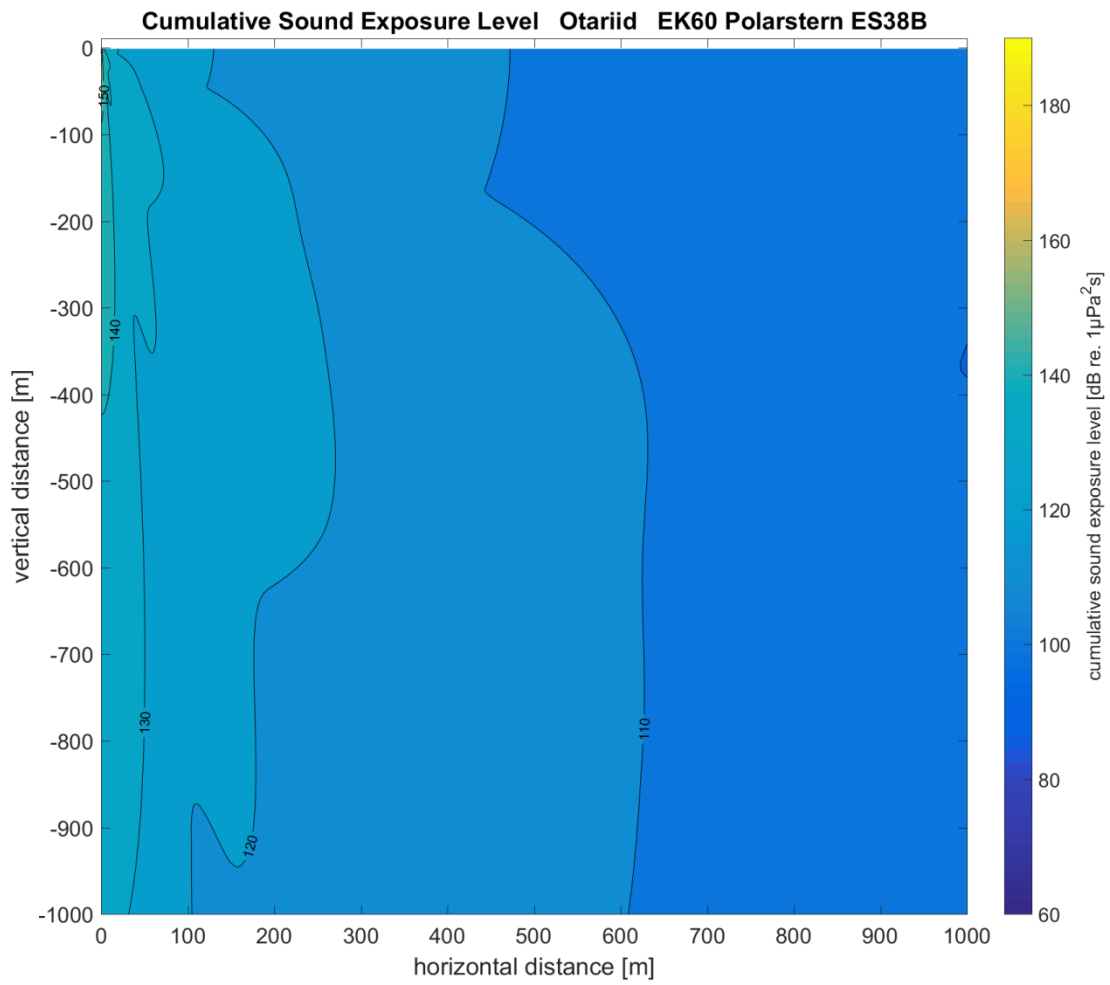


Figure 13.6: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for otariids for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 38 kHz.

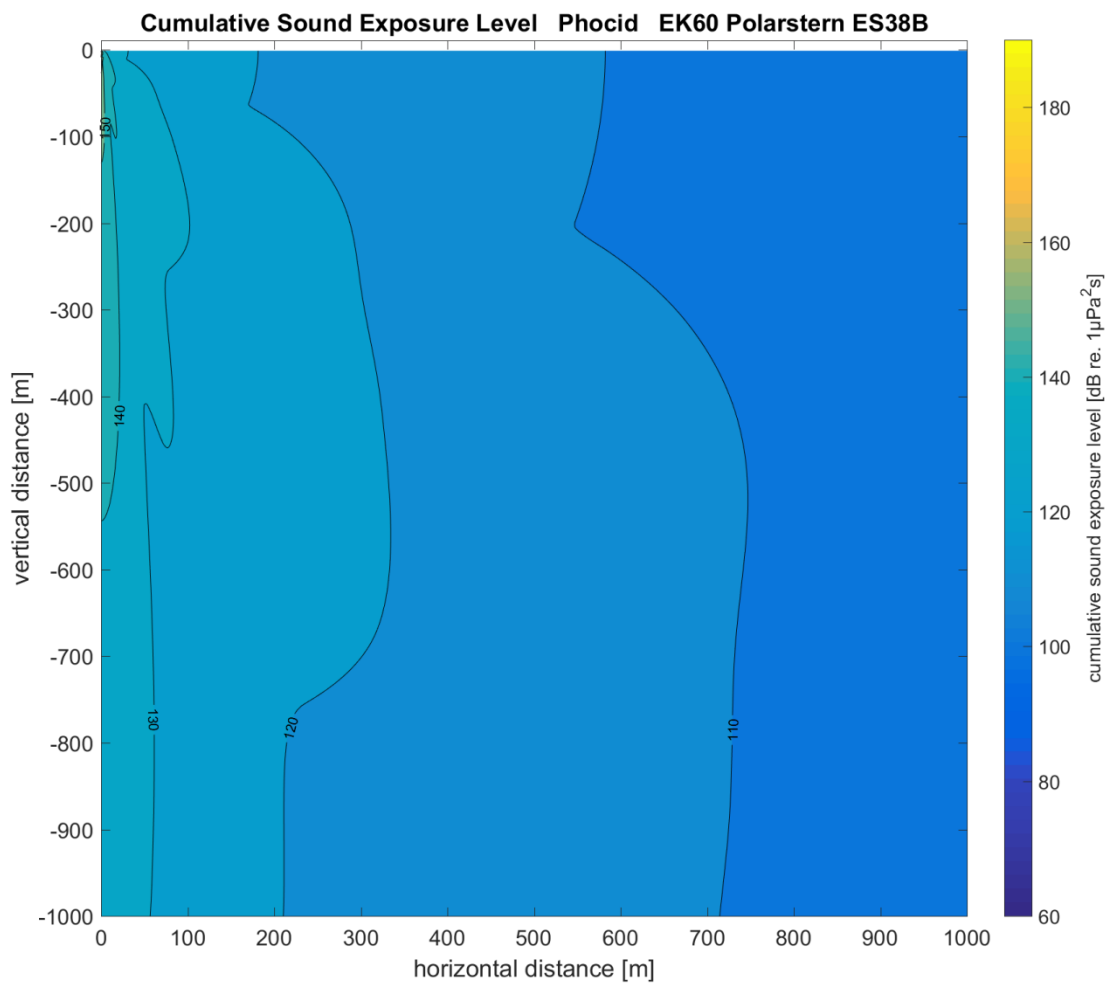


Figure 13.7: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for phocids for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 38 kHz.

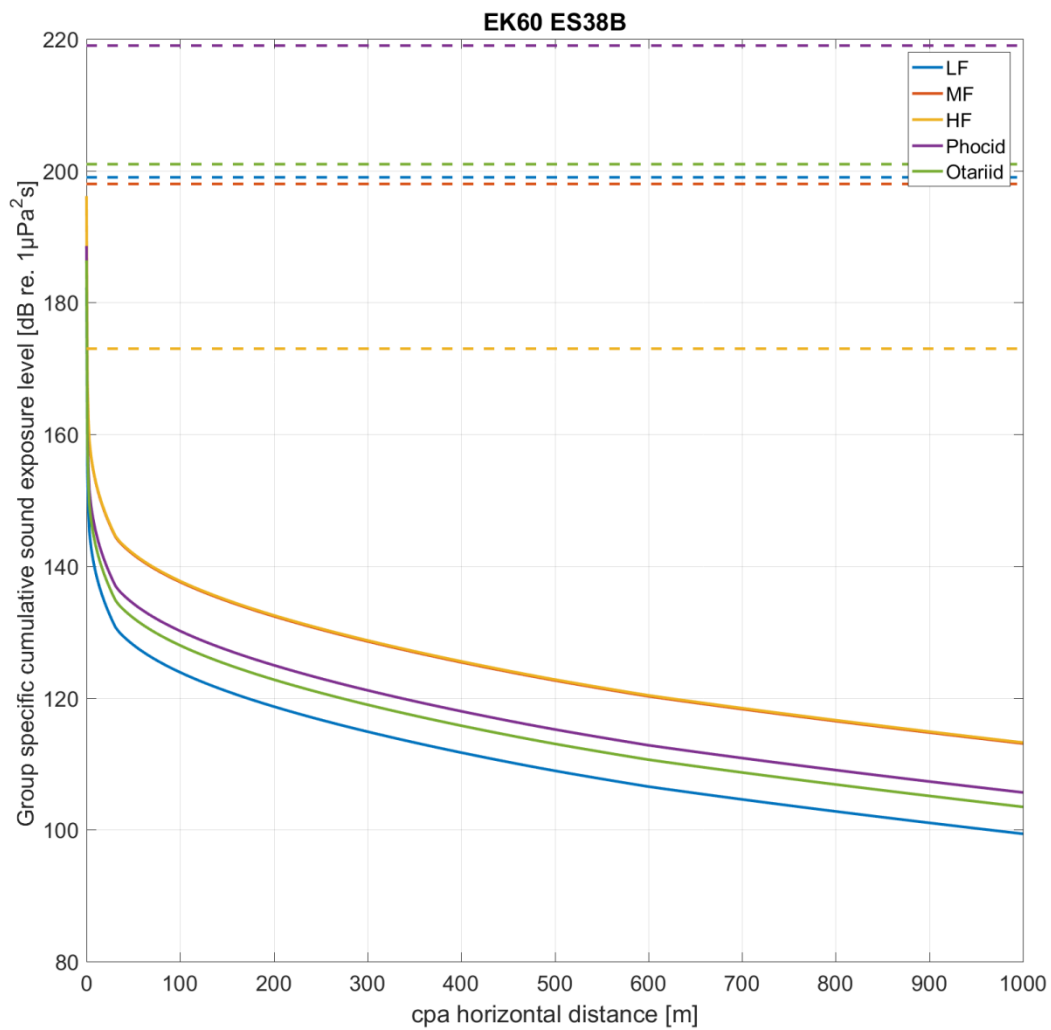


Figure 13.8: Solid lines: Maximum possible cumulative sound exposure levels for marine mammals of the different functional hearing groups passing the ship at a given distance (CPA) for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 38 kHz. Dotted lines: PTS onset acoustic thresholds for cumulative sound exposure metric.

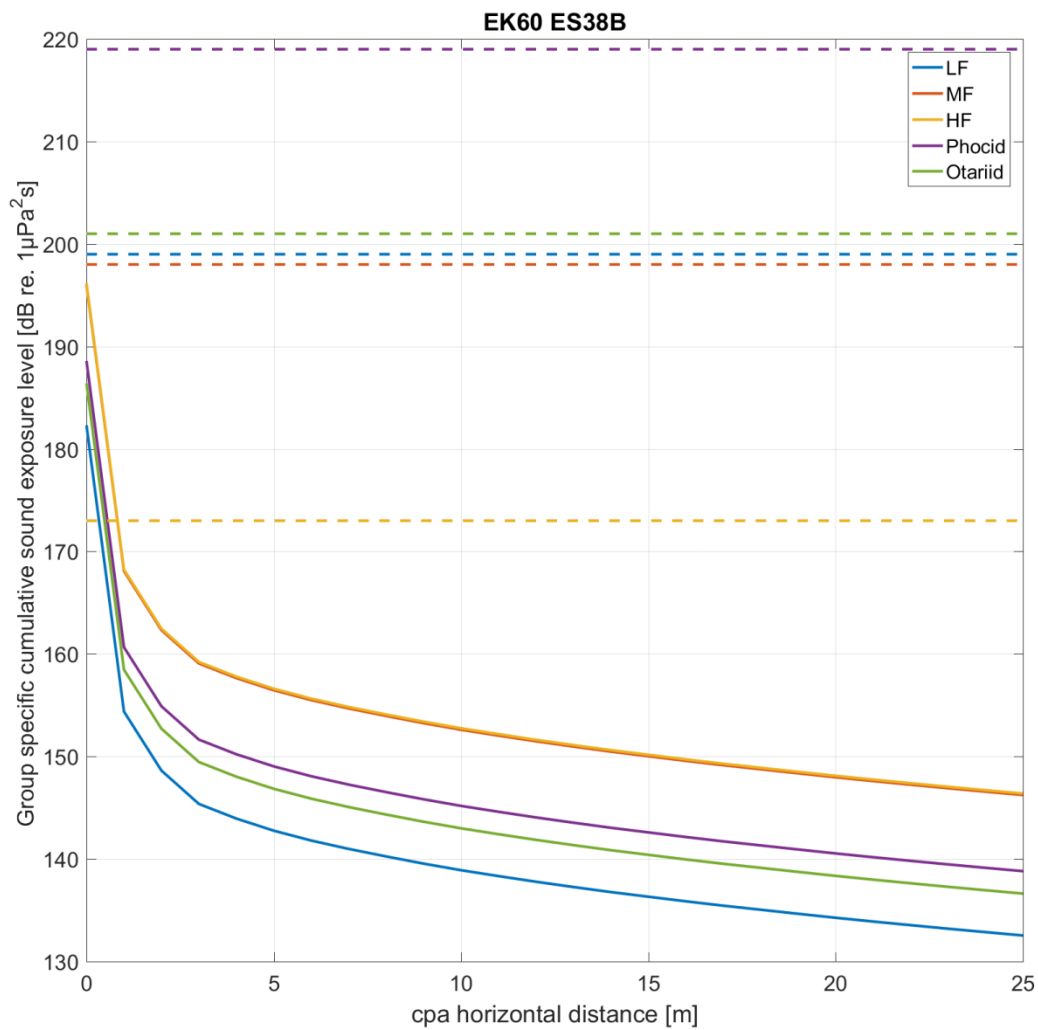


Figure 13.9: Solid lines: Maximum possible cumulative sound exposure levels for marine mammals of the different functional hearing groups passing the ship at a given distance (CPA) for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 38 kHz (detailed enlargement for small distances). Dotted lines: PTS onset acoustic thresholds for cumulative sound exposure metric.

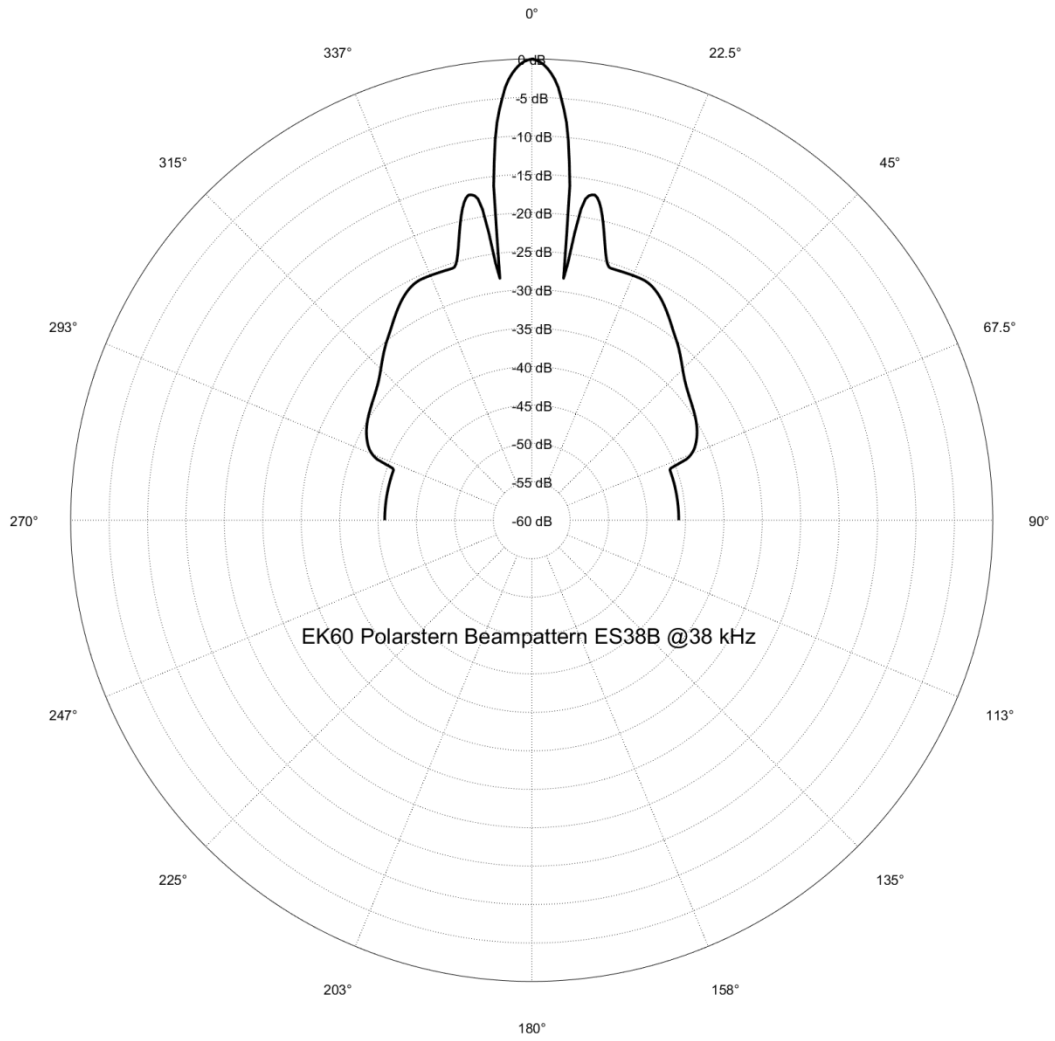


Figure 13.10: Beam pattern (conservative simplification) of the transducer ES38B @ 38 kHz.

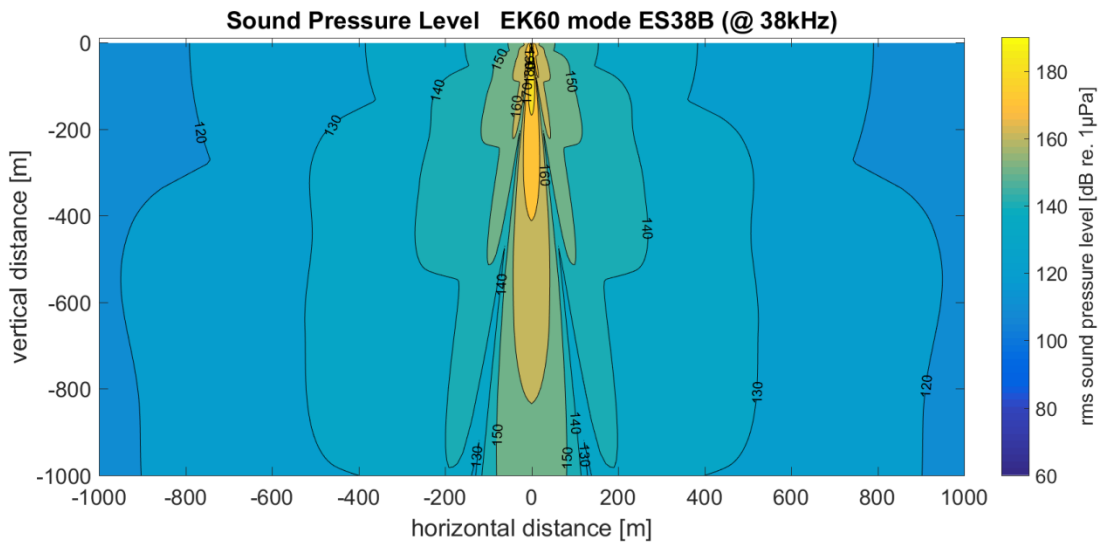


Figure 13.11: RMS sound pressure field for Simrad EK60 mode @38kHz

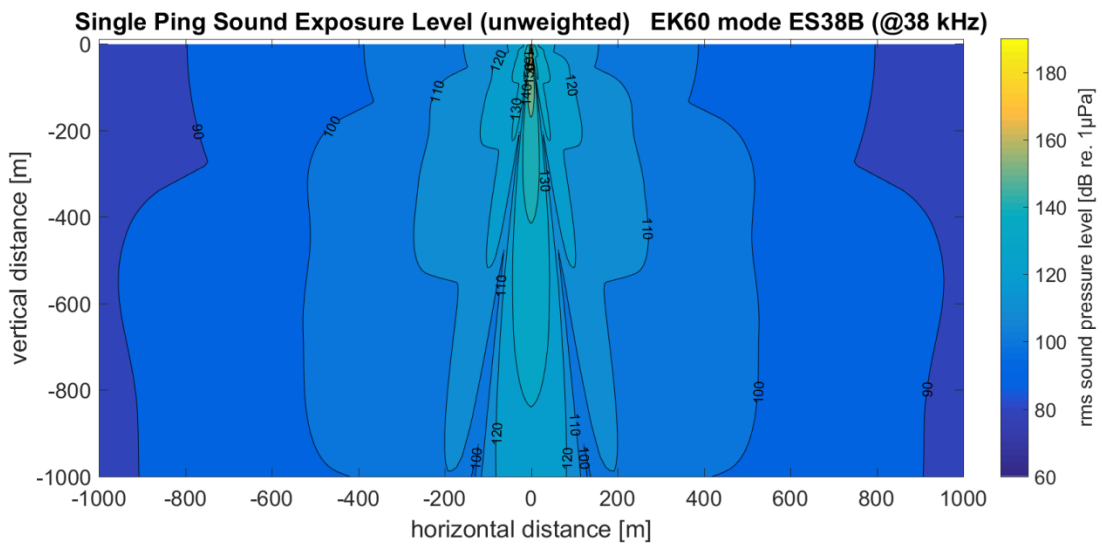


Figure 13.12: Unweighed Single Ping Sound Exposure Level for Simrad EK60 mode @38kHz.

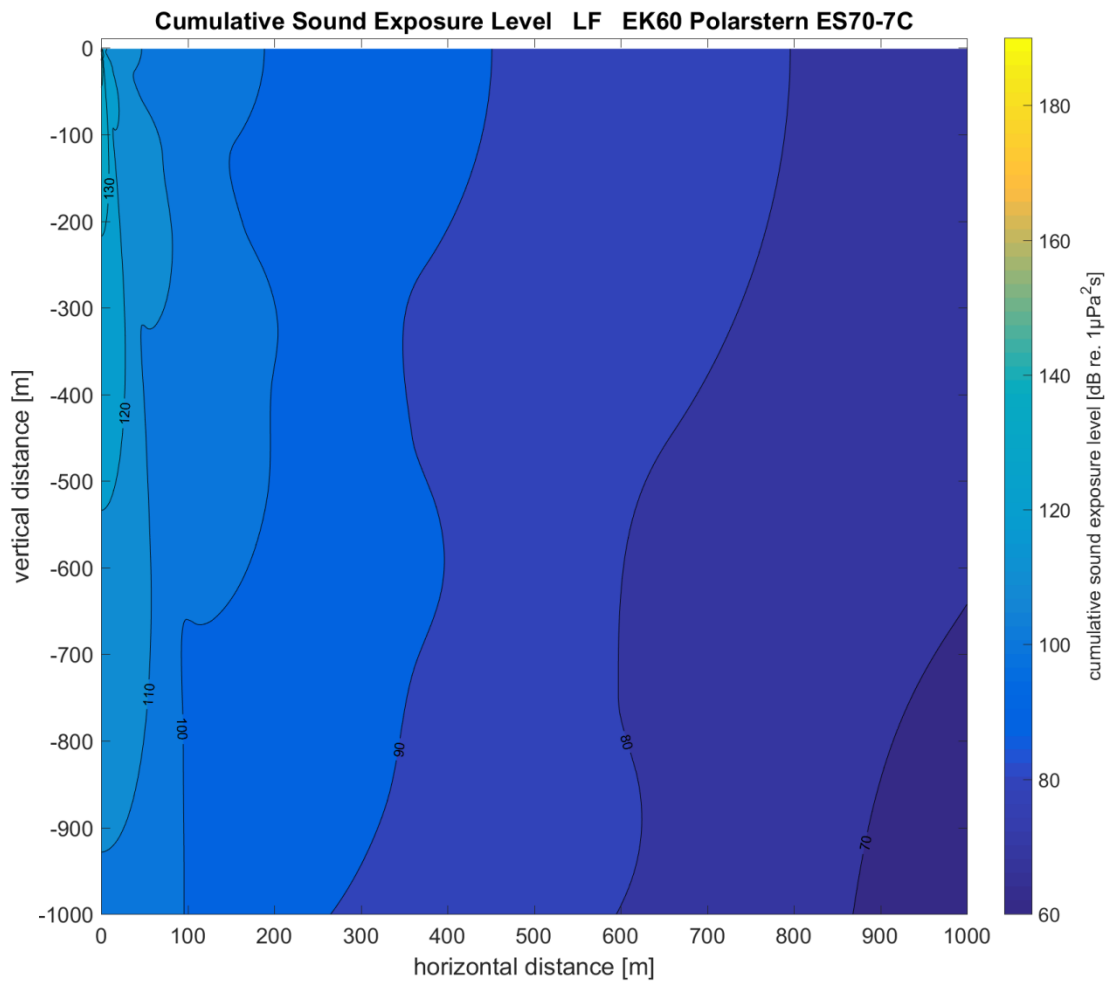


Figure 13.13: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for low-frequency cetacean groups for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 70 kHz.

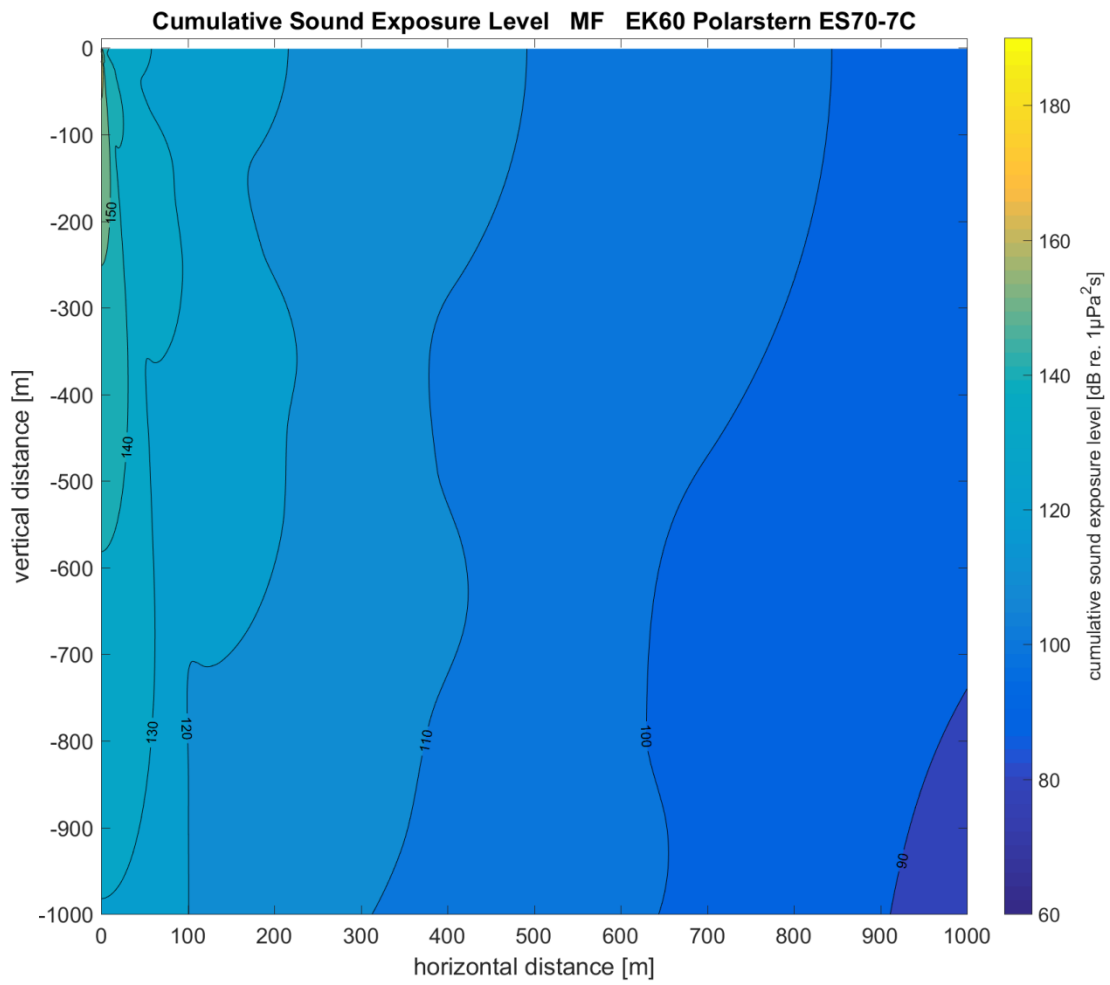


Figure 13.14: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for mid-frequency cetacean groups for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 70 kHz.

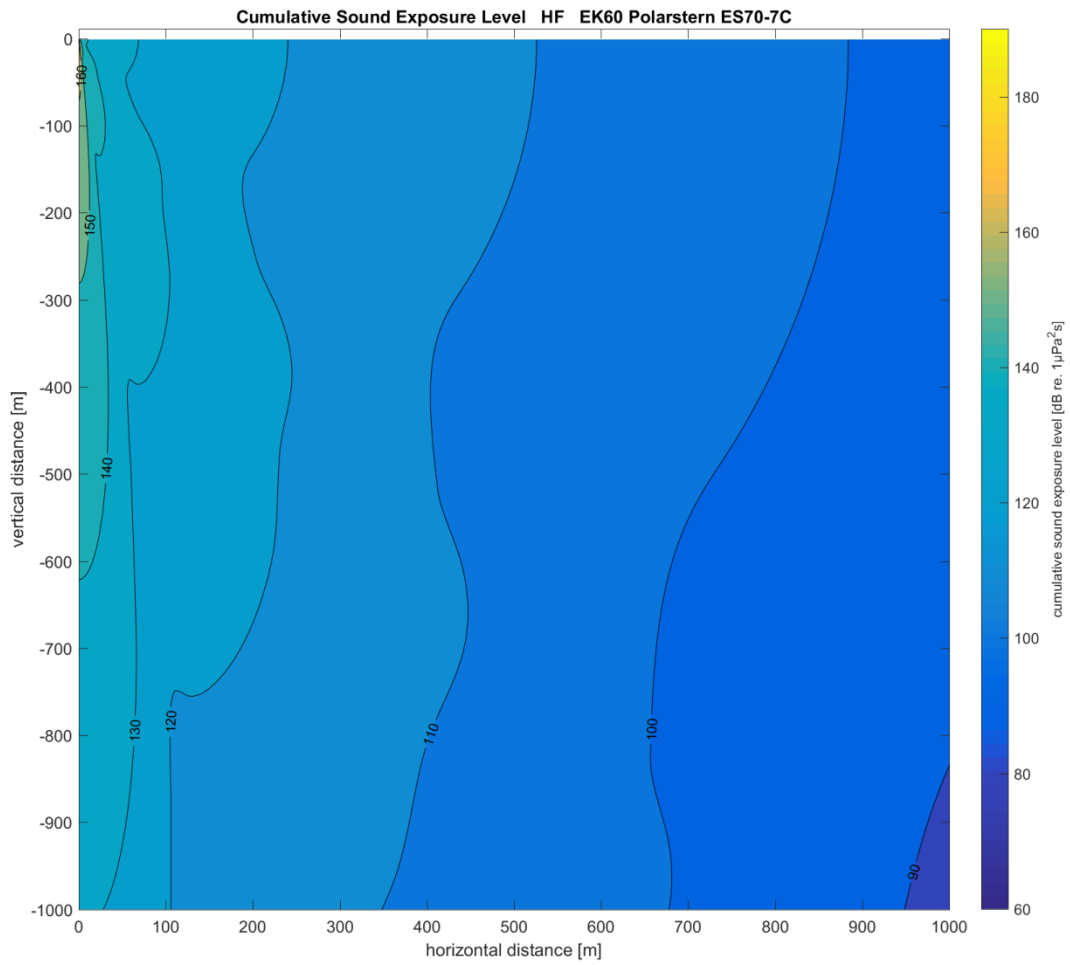


Figure 13.15: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for high-frequency cetacean groups for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 70 kHz.

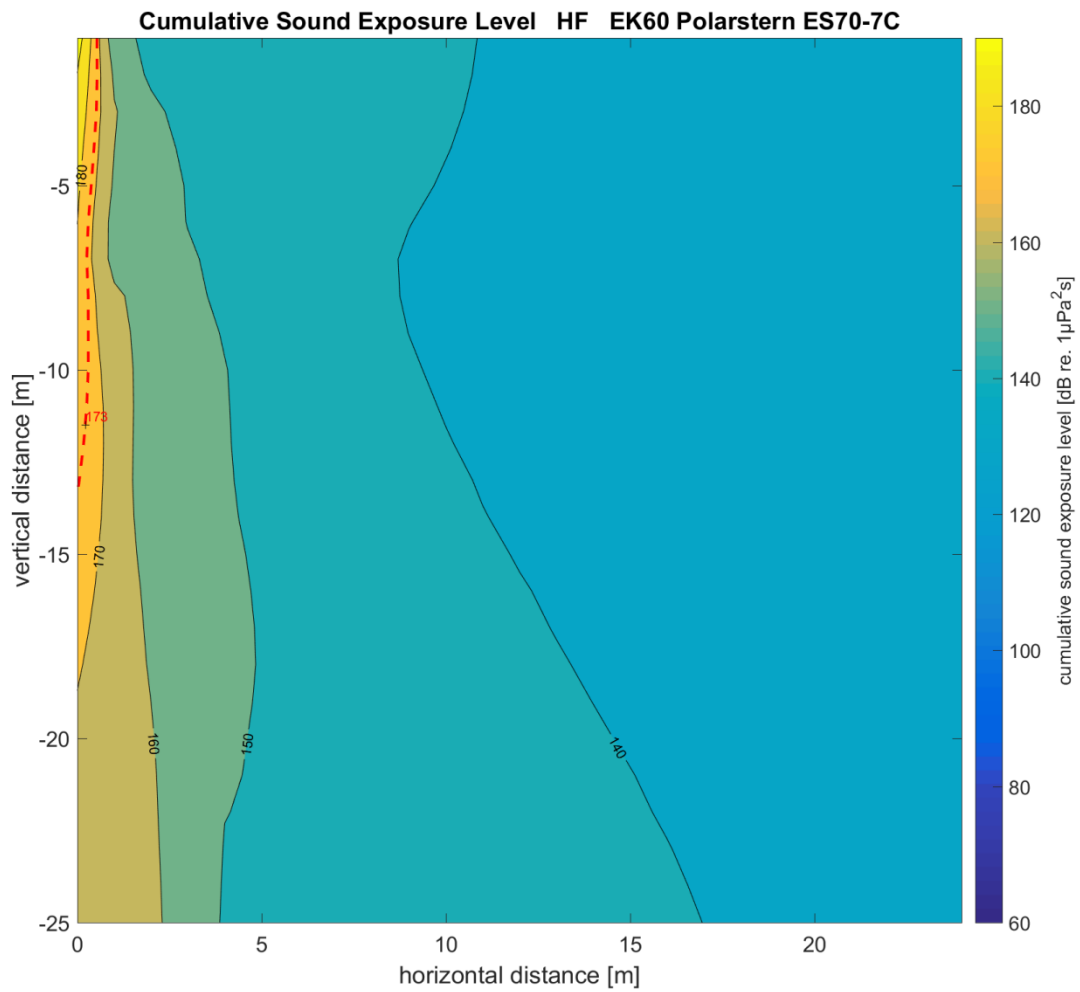


Figure 13.16: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for high-frequency cetacean groups for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 70 kHz detailed enlargement for small horizontal and vertical distances (maximum possible cumulative exposure). Red dashed iso-line marks the distances below which such marine mammals might experience a permanent threshold shift.

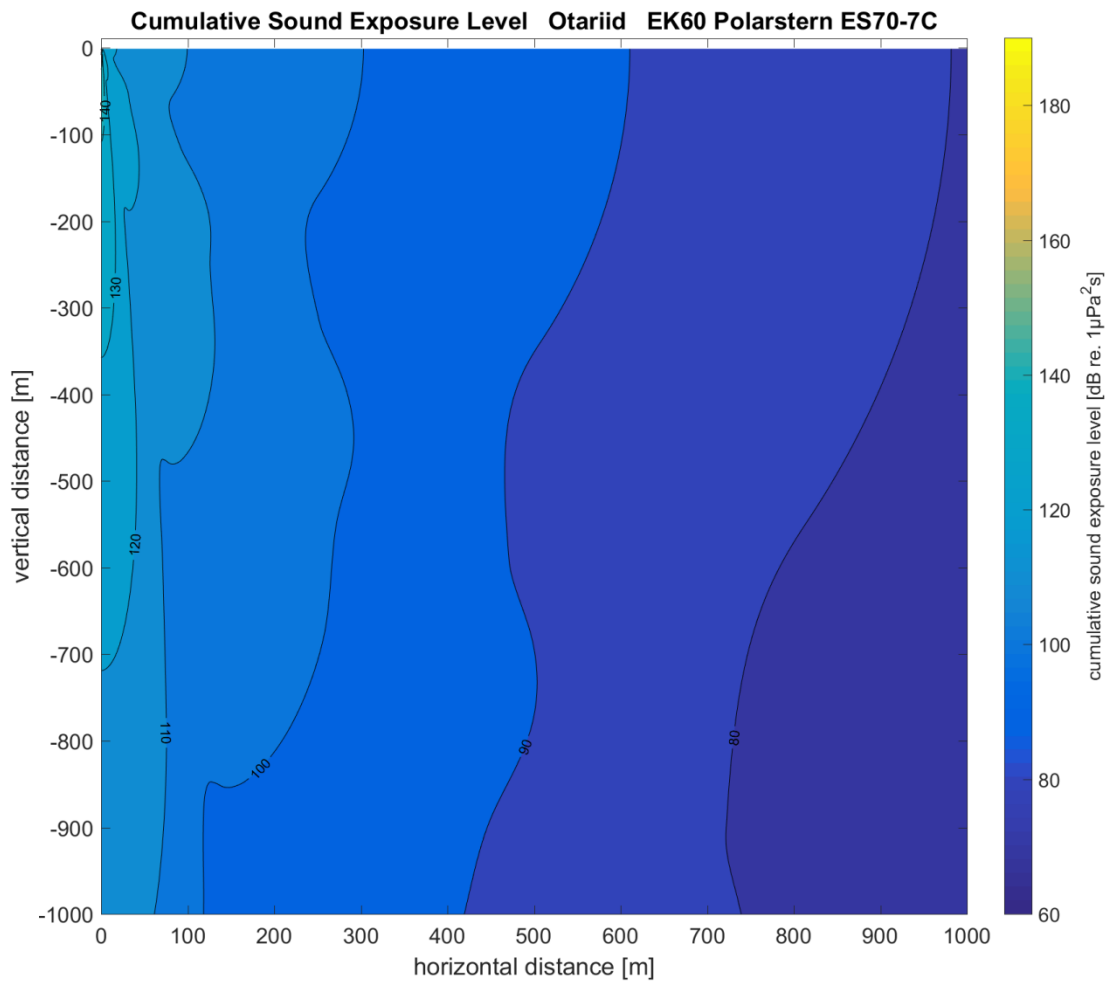


Figure 13.17: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for otariids for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 70 kHz.

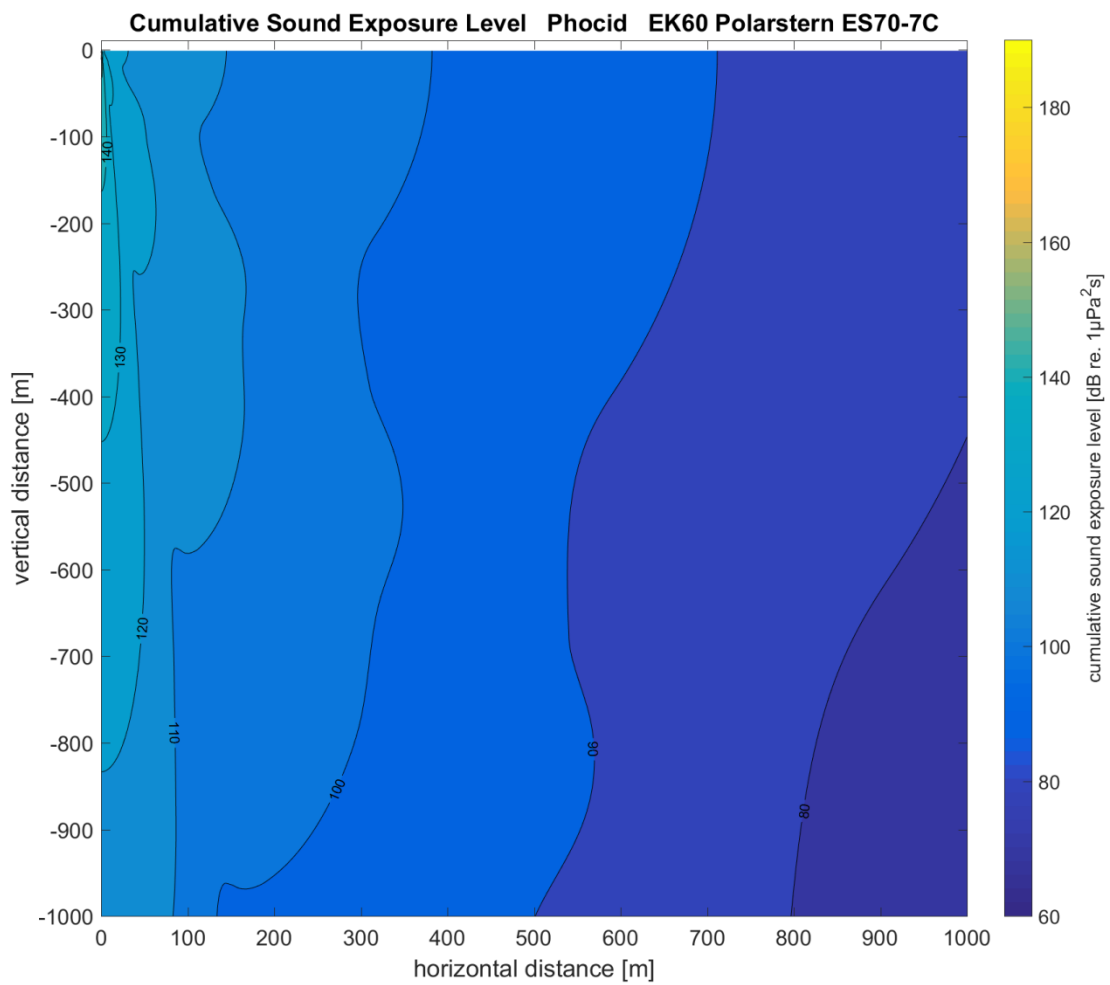


Figure 13.18: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for phocids for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 70 kHz.

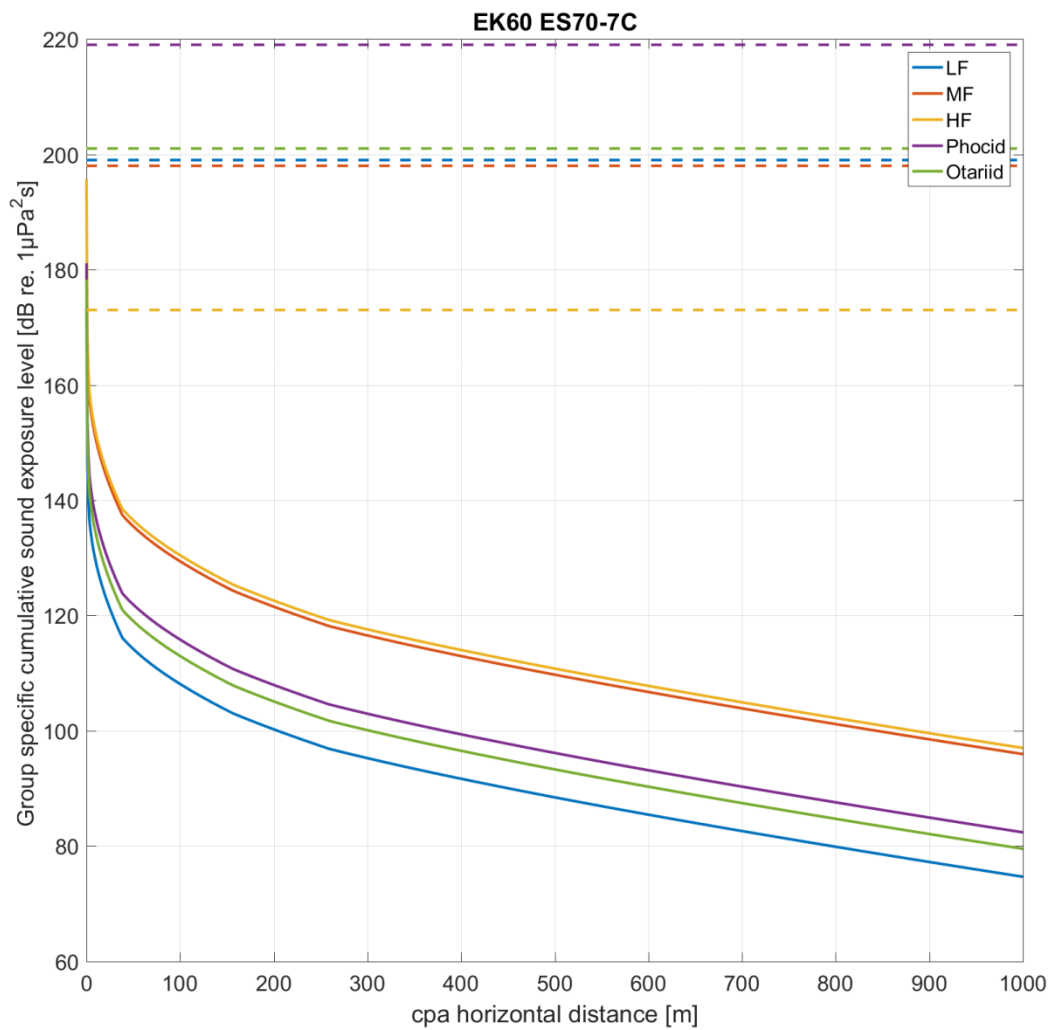


Figure 13.19: Solid lines: Maximum possible cumulative sound exposure levels for marine mammals of the different functional hearing groups passing the ship at a given distance (CPA) for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 70 kHz. Dotted lines: PTS onset acoustic thresholds for cumulative sound exposure metric.

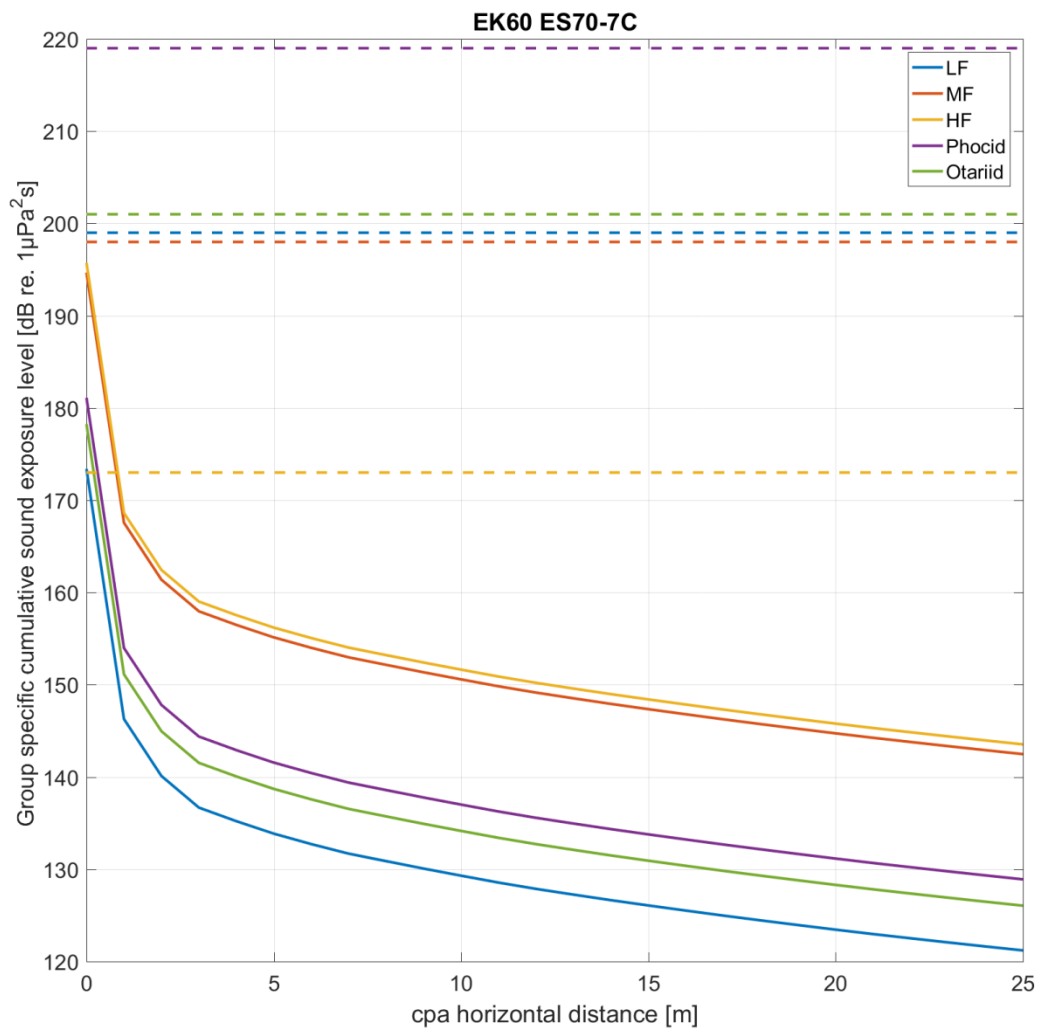


Figure 13.20: Solid lines: Maximum possible cumulative sound exposure levels for marine mammals of the different functional hearing groups passing the ship at a given distance (CPA) for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 70 kHz (detailed enlargement for small distances). Dotted lines: PTS onset acoustic thresholds for cumulative sound exposure metric.

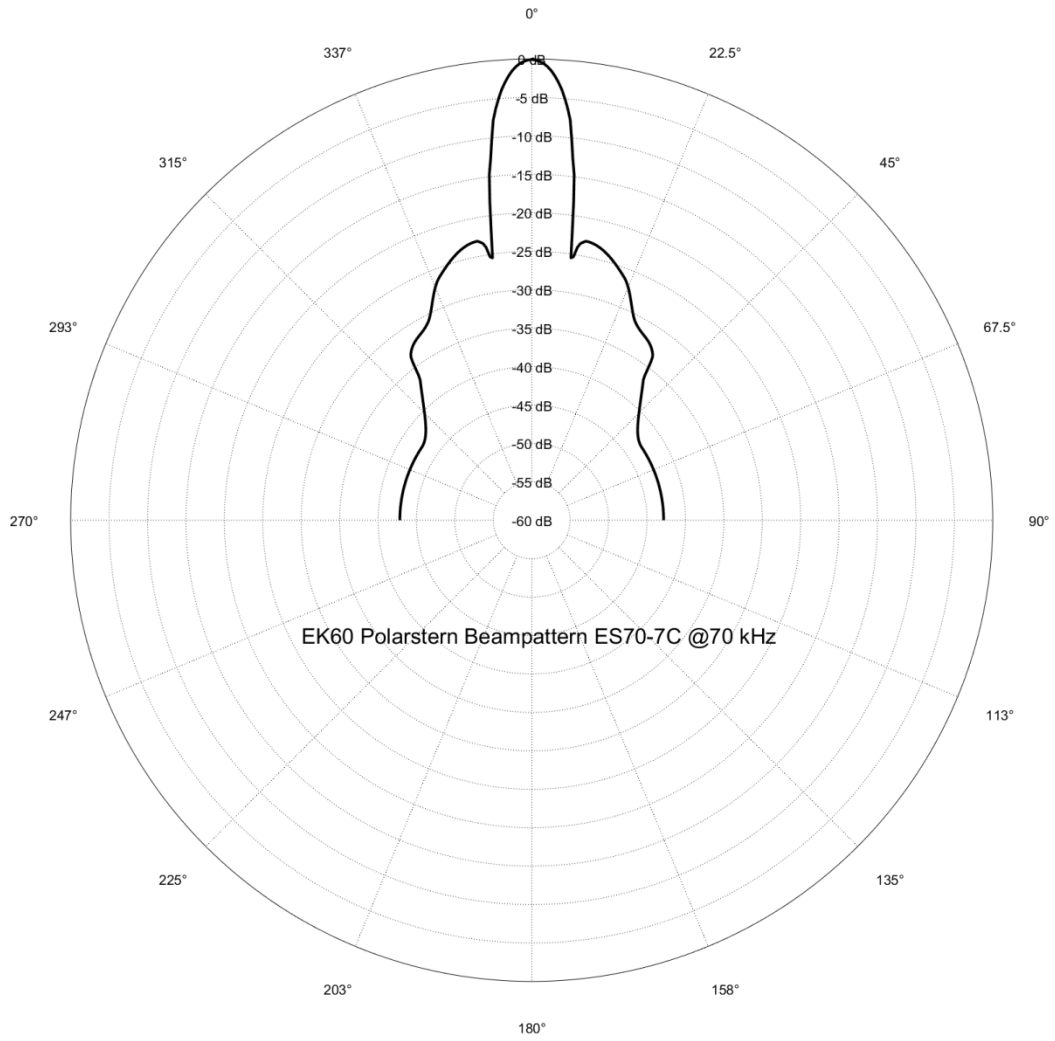


Figure 13.21: Beam pattern (conservative simplification) of the transducer ES70-7C @70 kHz.

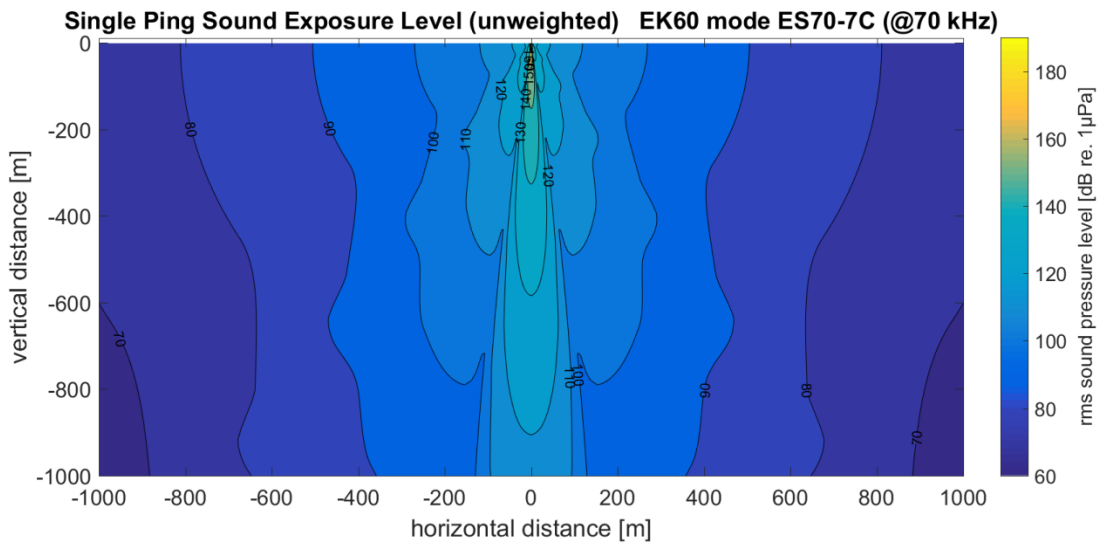


Figure 13.22: RMS sound pressure field for Simrad EK60 mode @70kHz

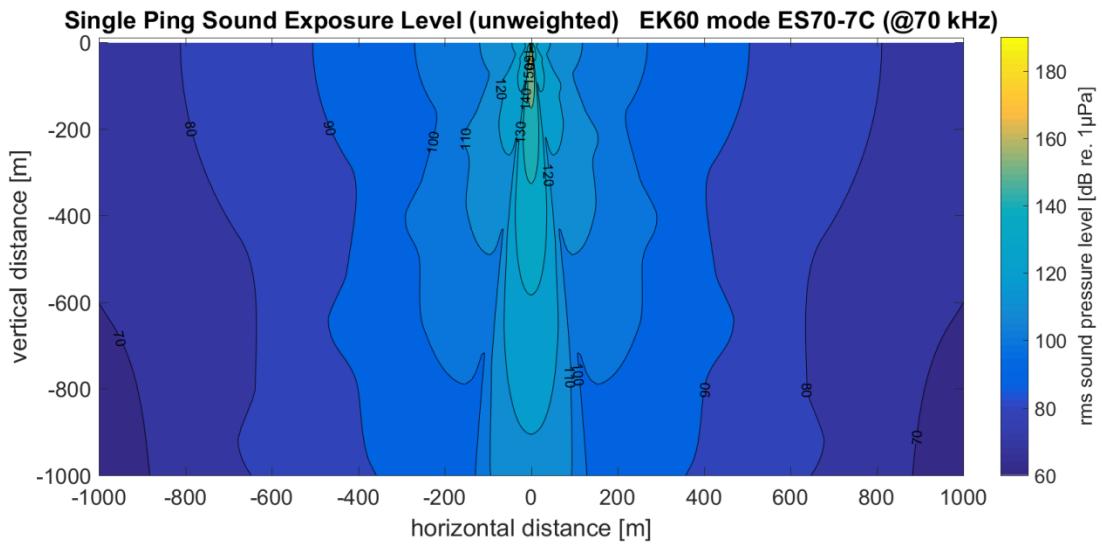


Figure 13.23: Unweighted Single Ping Sound Exposure Level for Simrad EK60 mode @70kHz.

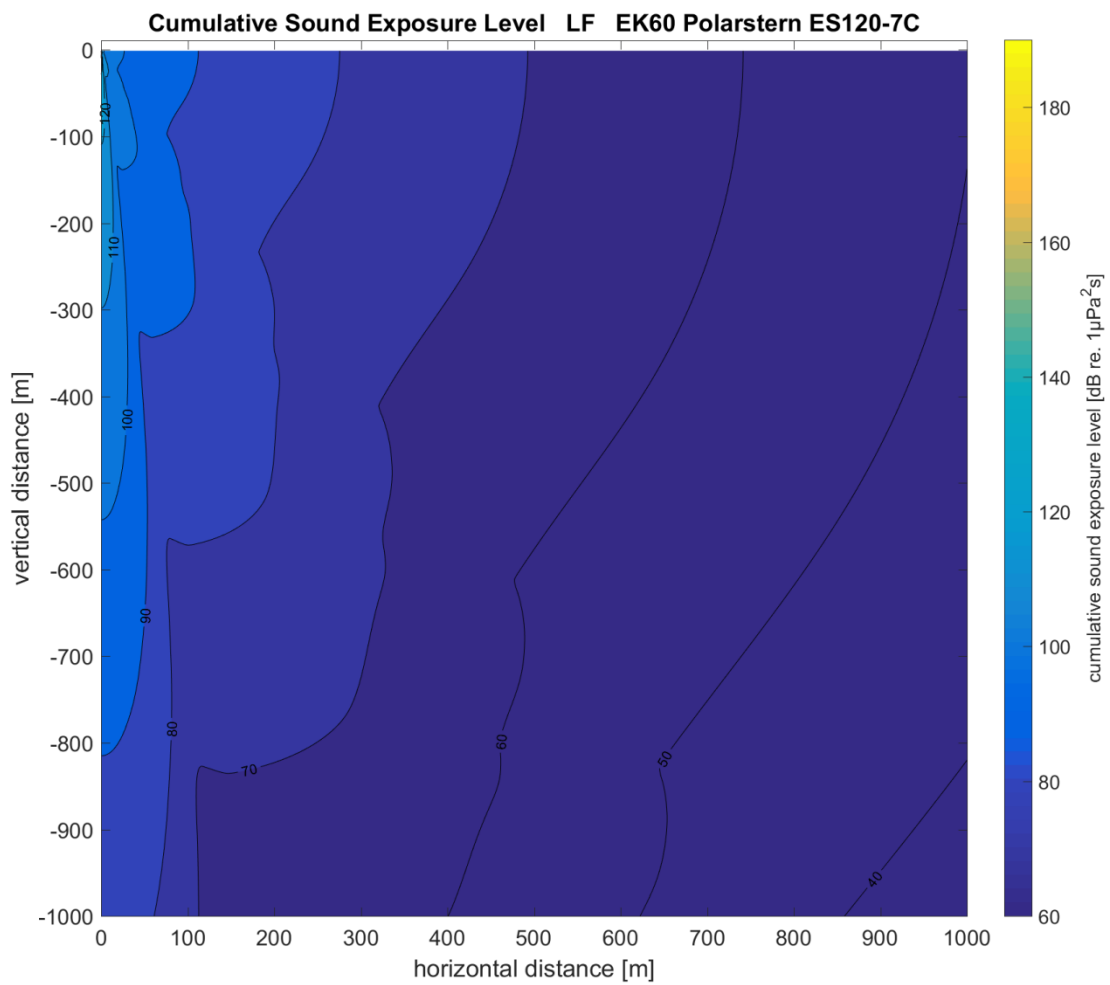


Figure 13.24: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for low-frequency cetacean groups for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 120 kHz.

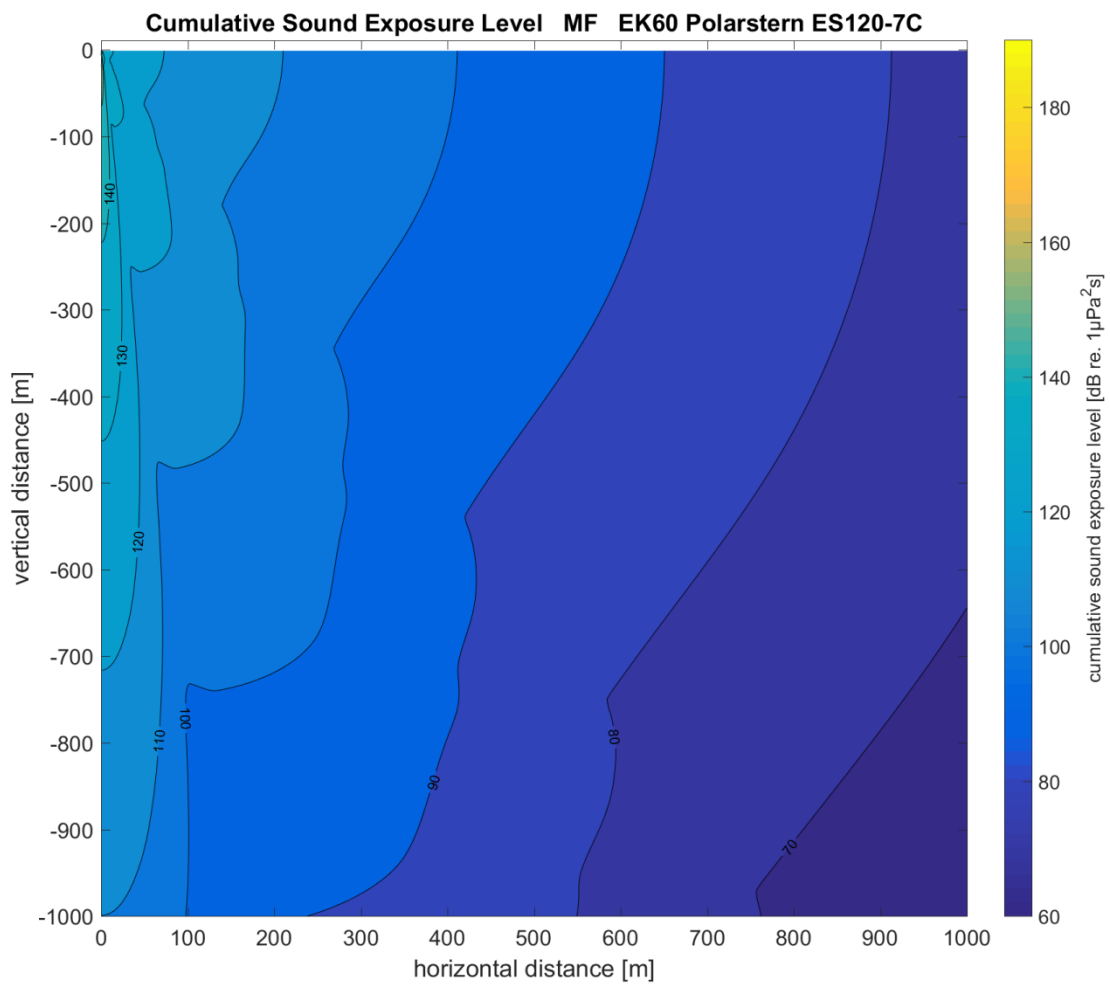


Figure 13.25: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for mid-frequency cetacean groups for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 120 kHz.

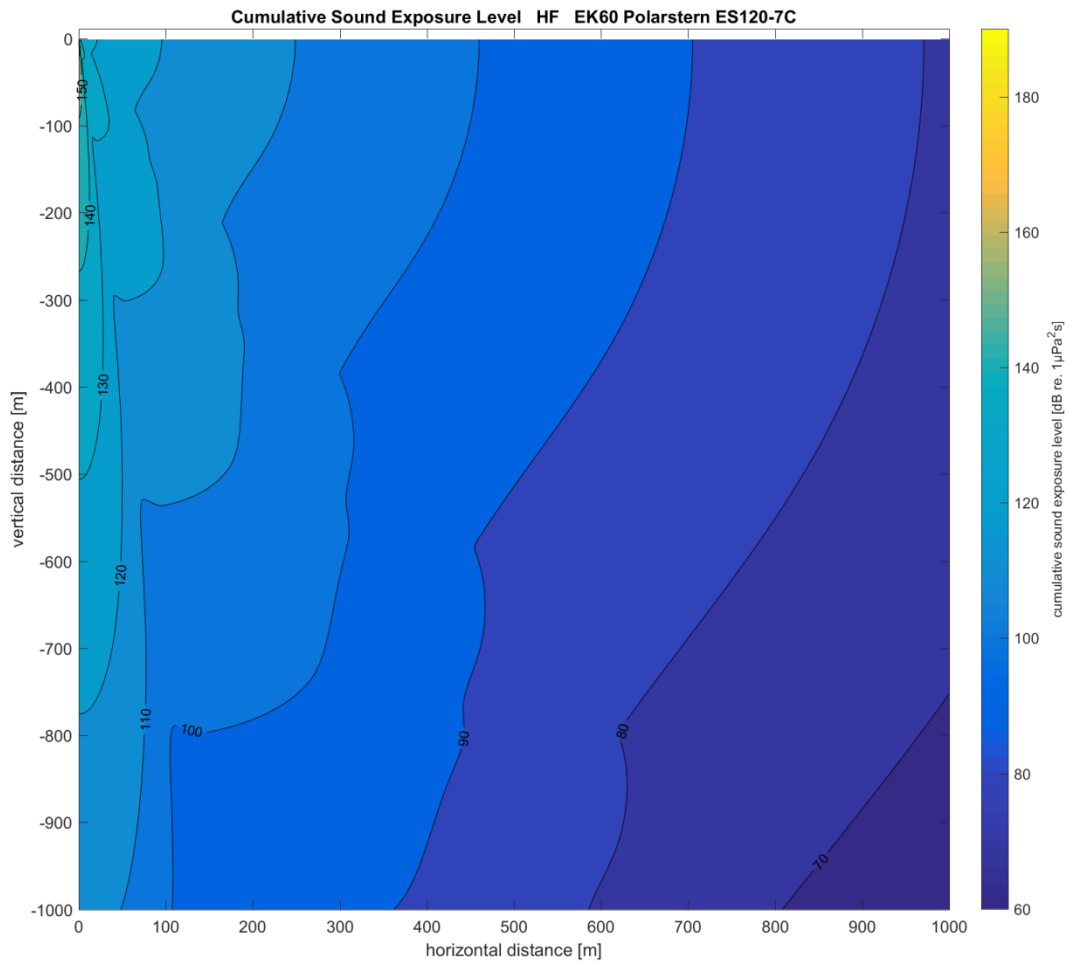


Figure 13.26: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for high-frequency cetacean groups for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 120 kHz.

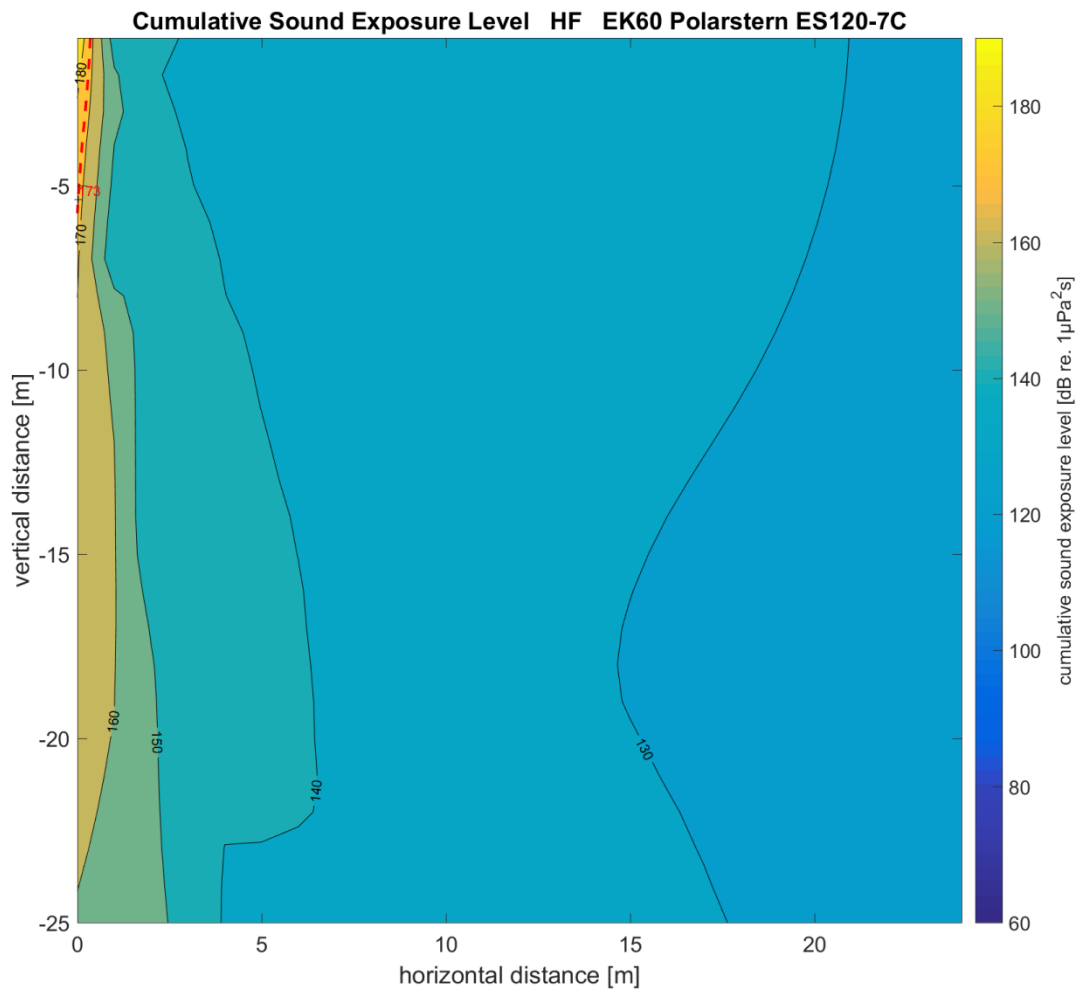


Figure 13.27: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for high-frequency cetacean groups for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 120 kHz detailed enlargement for small horizontal and vertical distances (maximum possible cumulative exposure). Red dashed iso-line marks the distances below which such marine mammals might experience a permanent threshold shift.

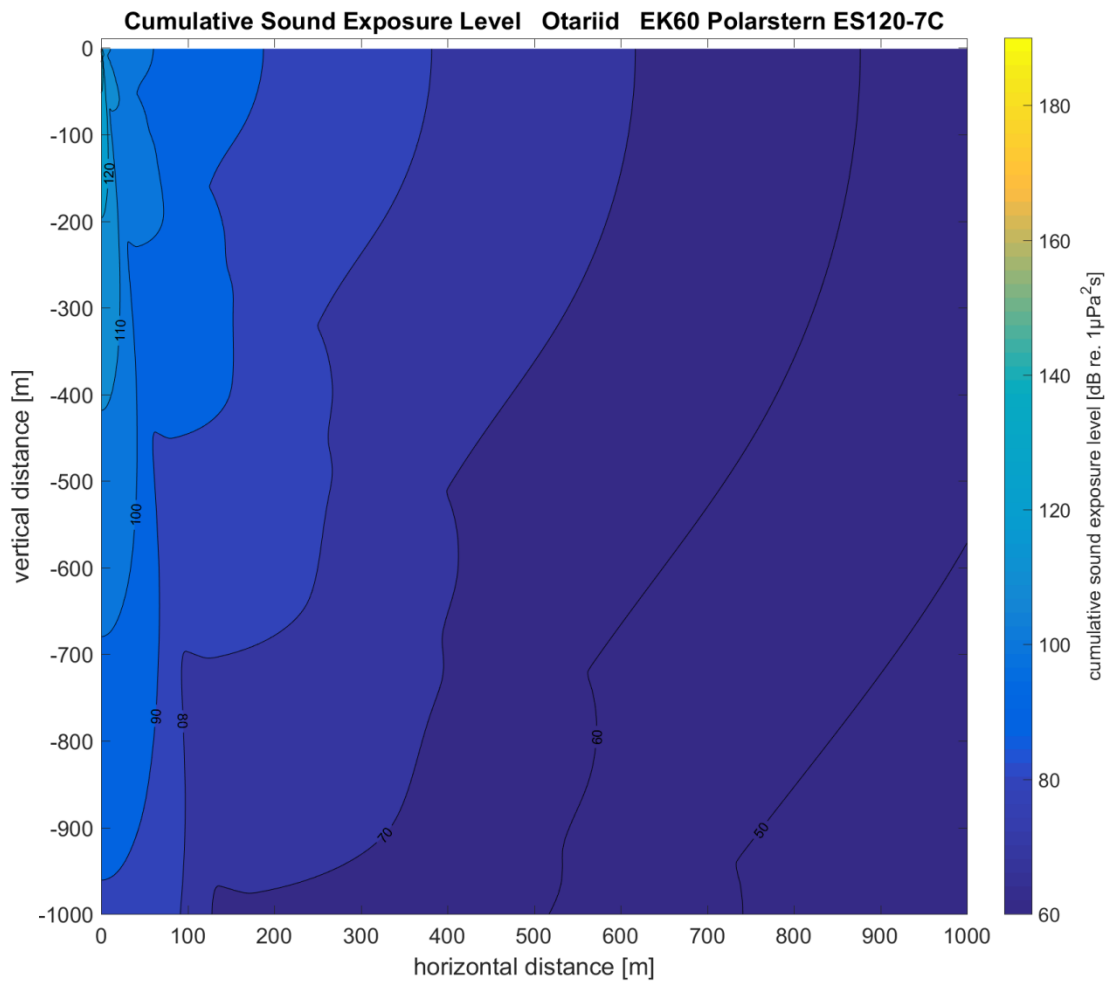


Figure 13.28: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for otariids for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 120 kHz.

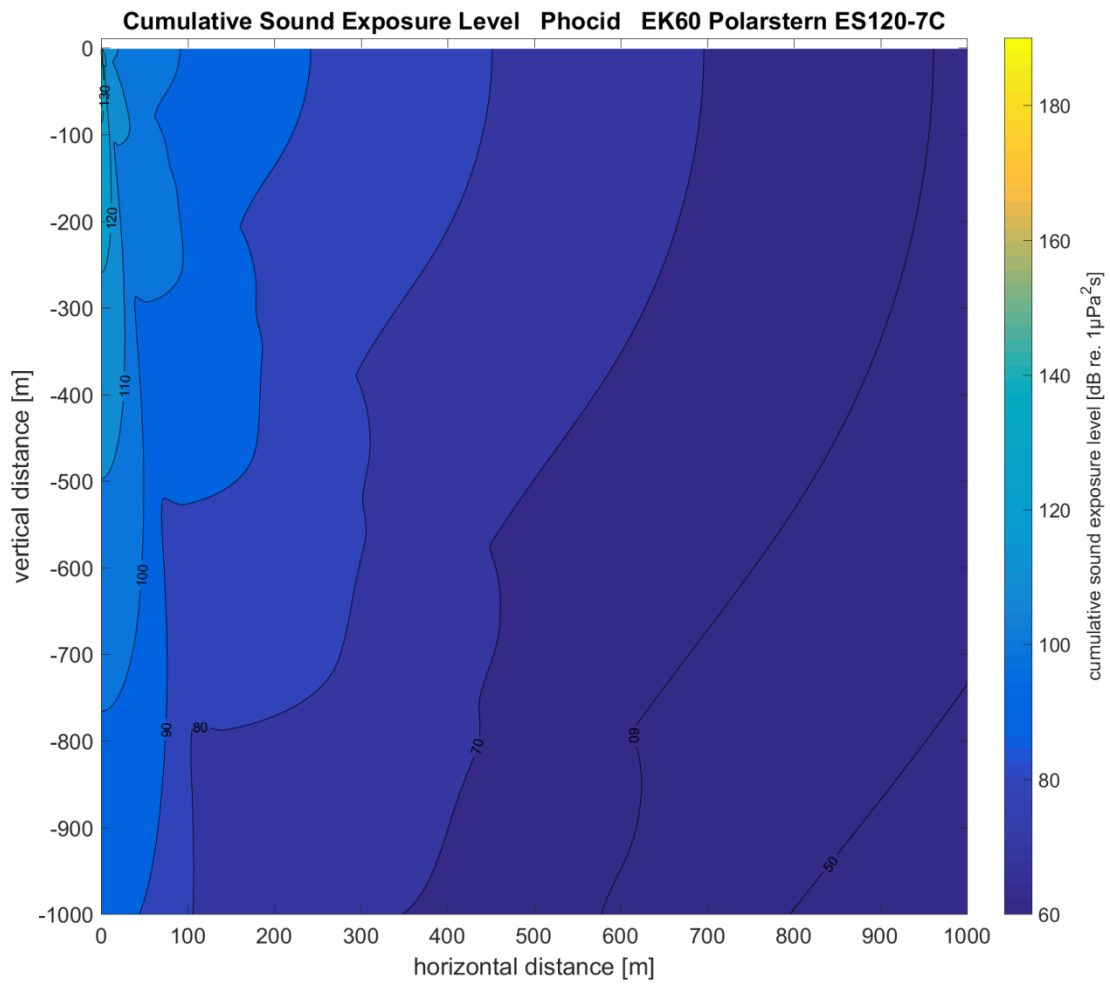


Figure 13.29: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for phocids for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 120 kHz.

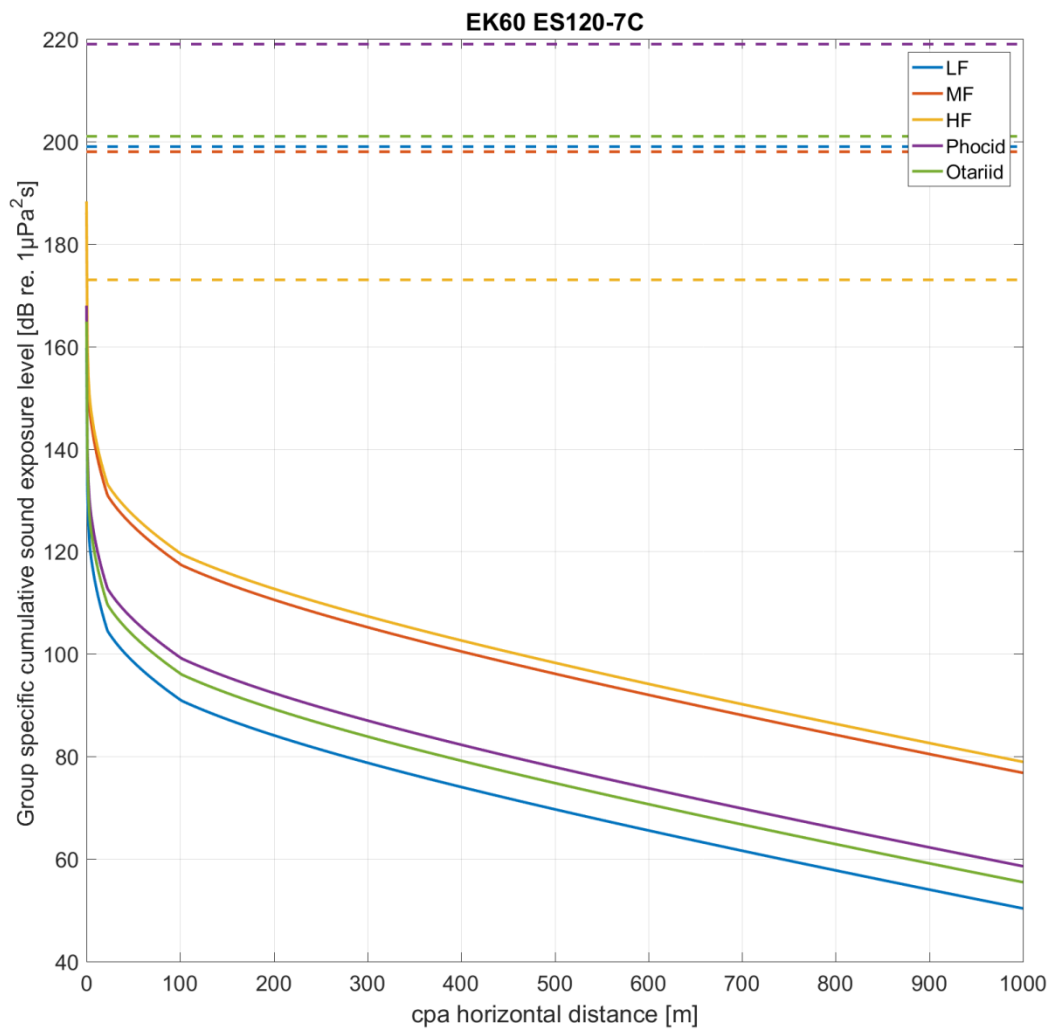


Figure 13.30: Solid lines: Maximum possible cumulative sound exposure levels for marine mammals of the different functional hearing groups passing the ship at a given distance (CPA) for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 120 kHz. Dotted lines: PTS onset acoustic thresholds for cumulative sound exposure metric.

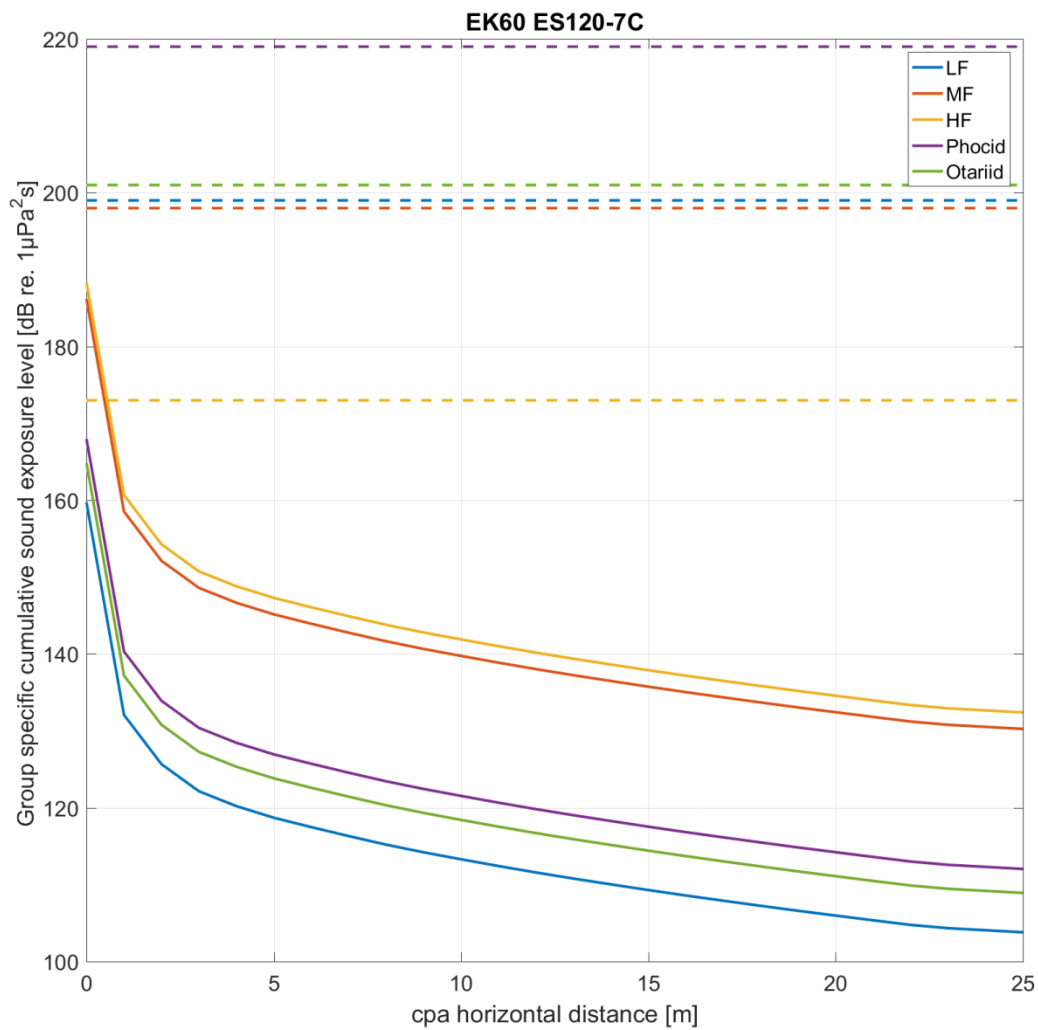


Figure 13.31: Solid lines: Maximum possible cumulative sound exposure levels for marine mammals of the different functional hearing groups passing the ship at a given distance (CPA) for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 120 kHz (detailed enlargement for small distances). Dotted lines: PTS onset acoustic thresholds for cumulative sound exposure metric.

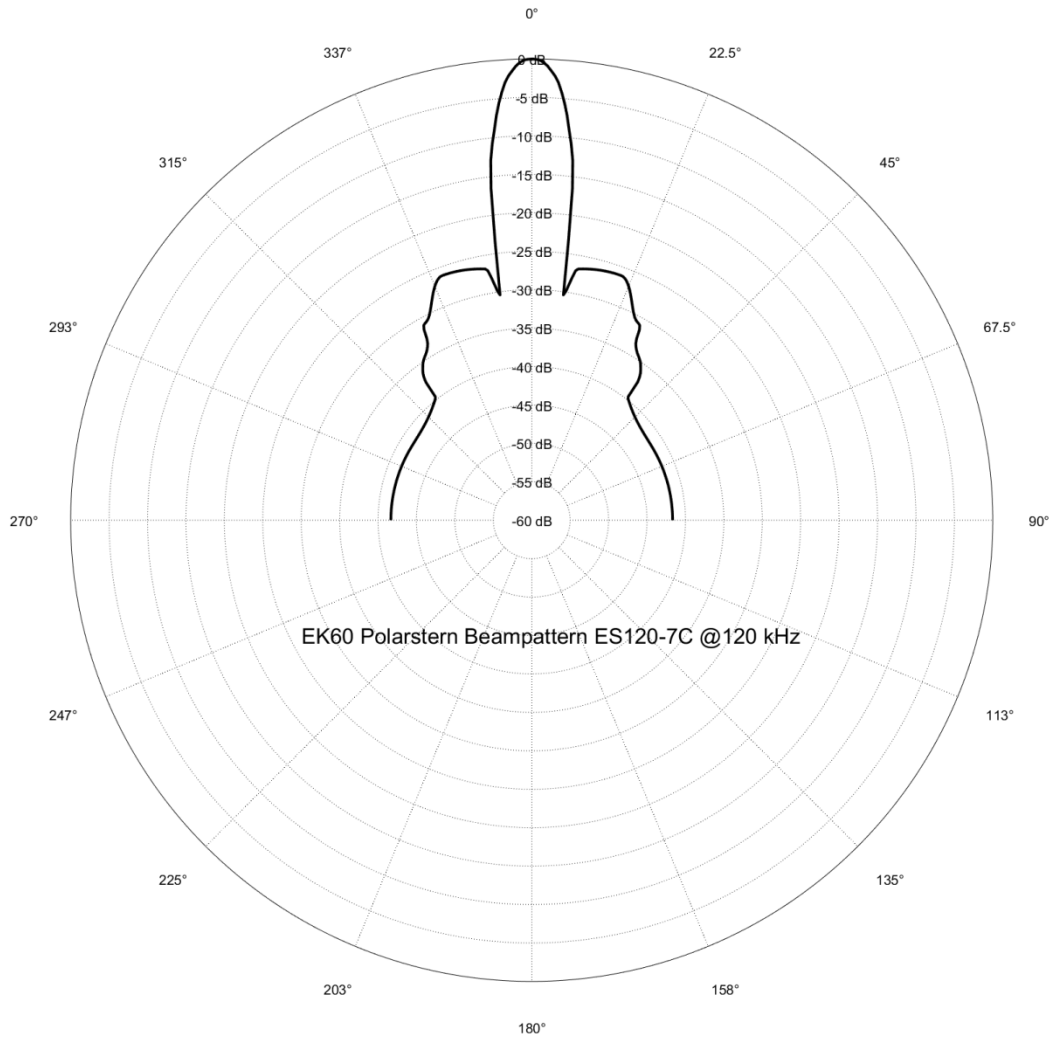


Figure 13.32: Beam pattern (conservative simplification) of the transducer ES120-7C @ 120 kHz.

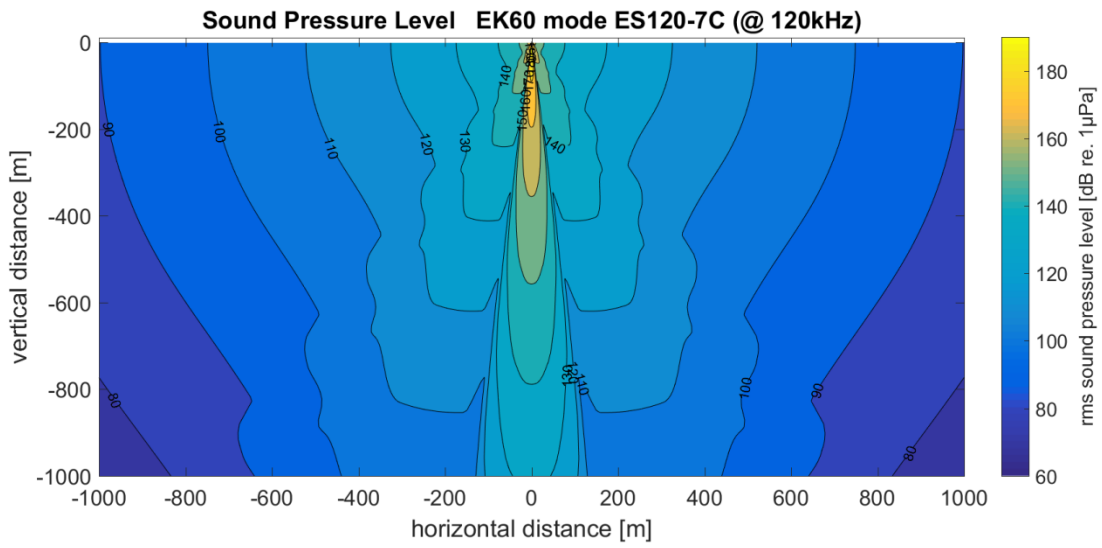


Figure 13.33: RMS sound pressure field for Simrad EK60 mode @120kHz

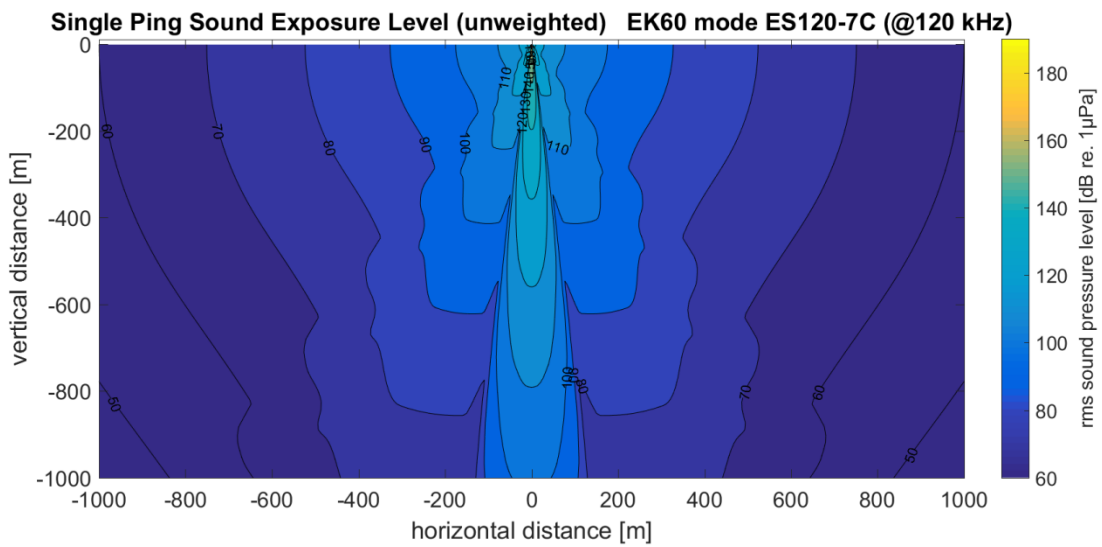


Figure 13.34: Unweighted Single Ping Sound Exposure Level for Simrad EK60 mode @120kHz.

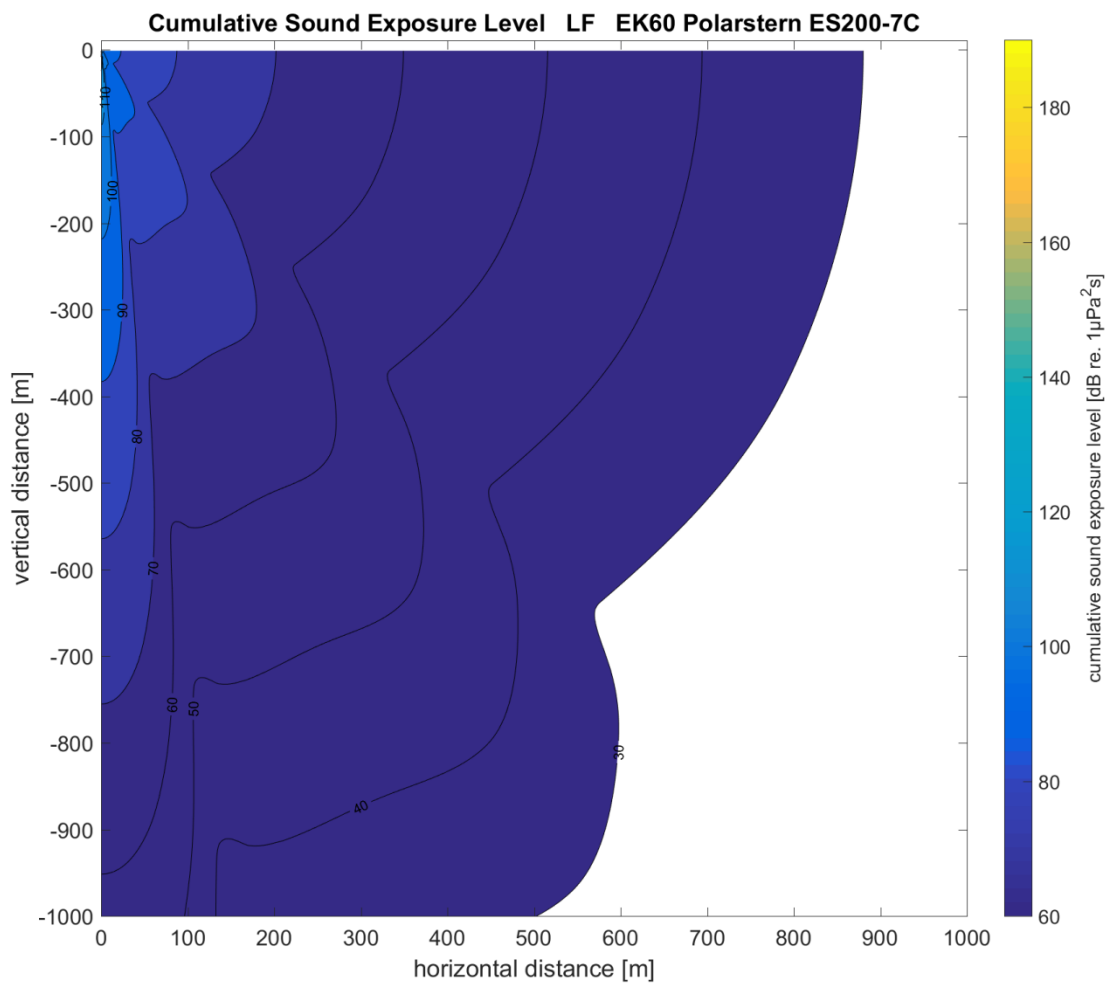


Figure 13.35: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for low-frequency cetacean groups for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 200 kHz.

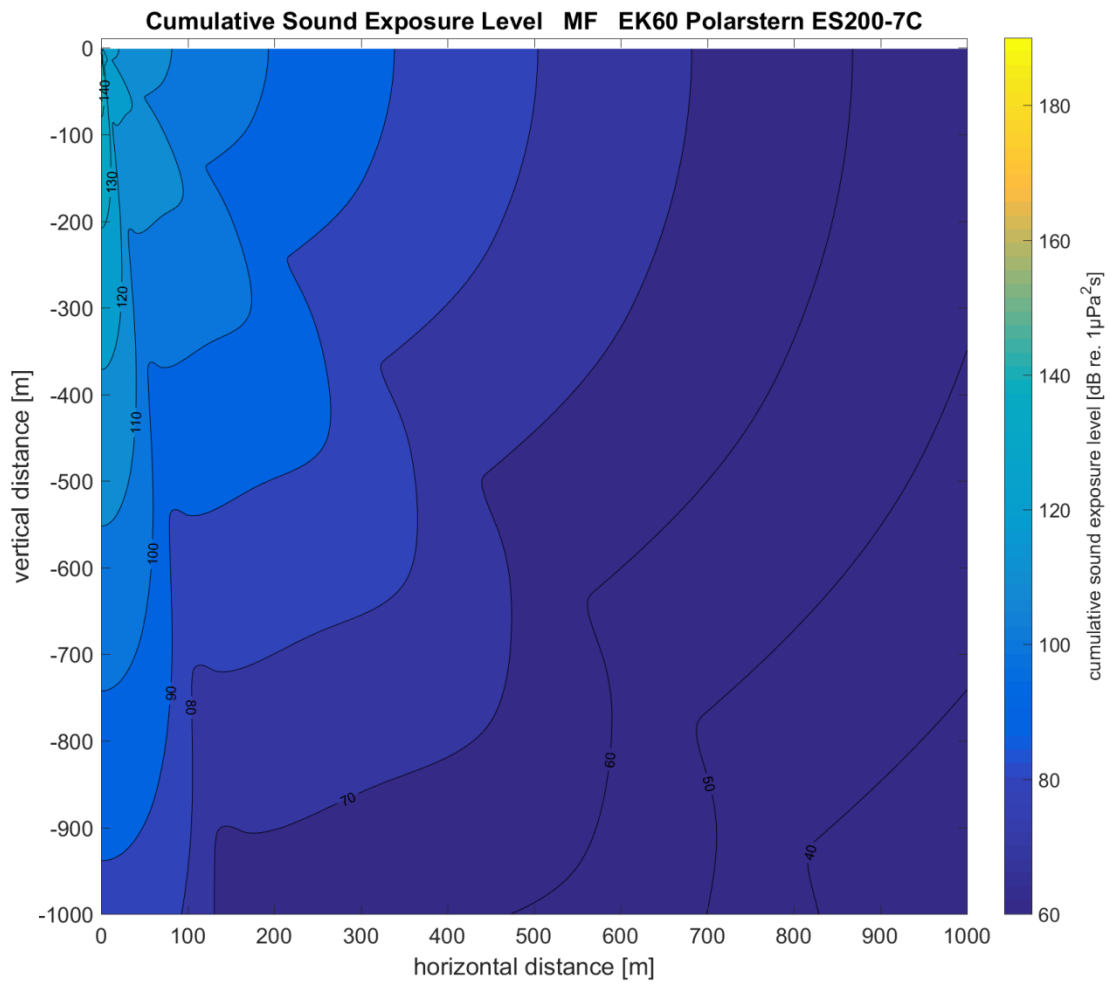


Figure 13.36: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for mid-frequency cetacean groups for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 200 kHz.

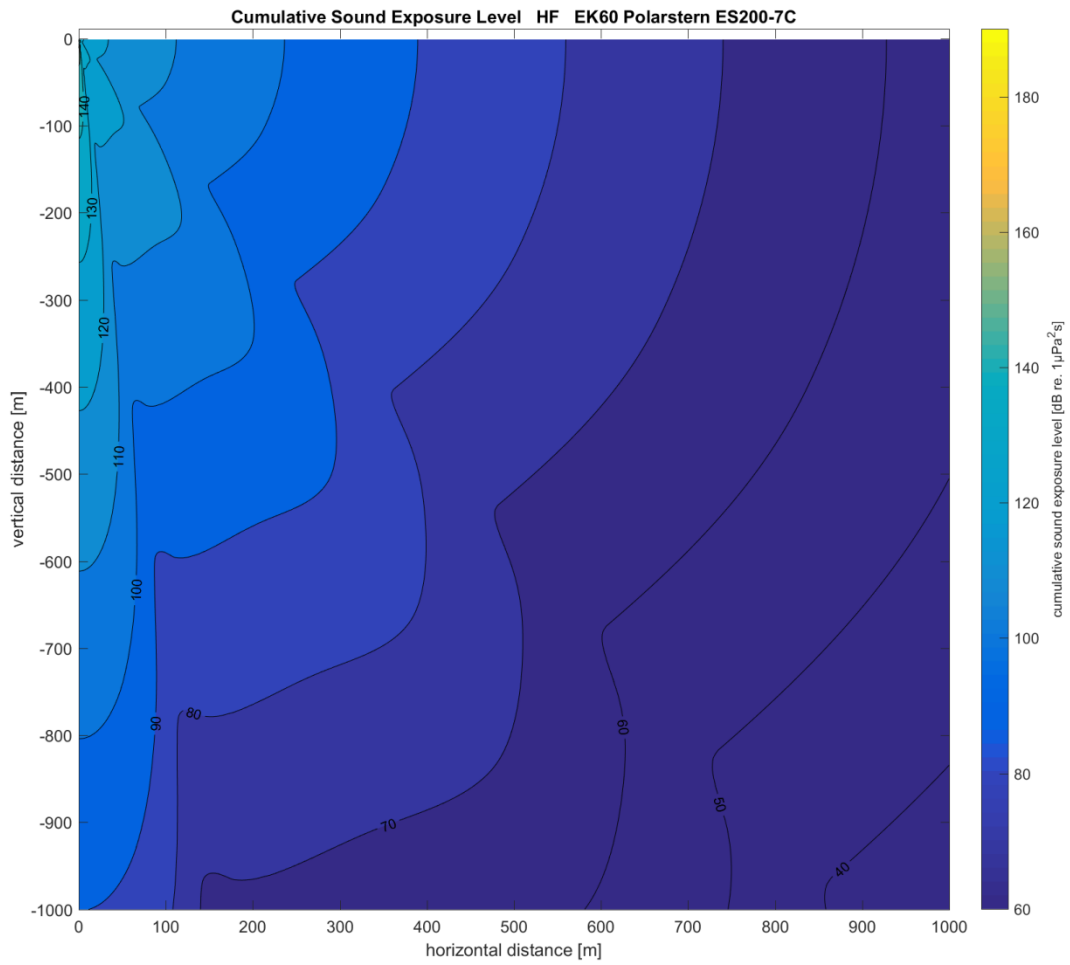


Figure 13.37: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for high-frequency cetacean groups for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 200 kHz.

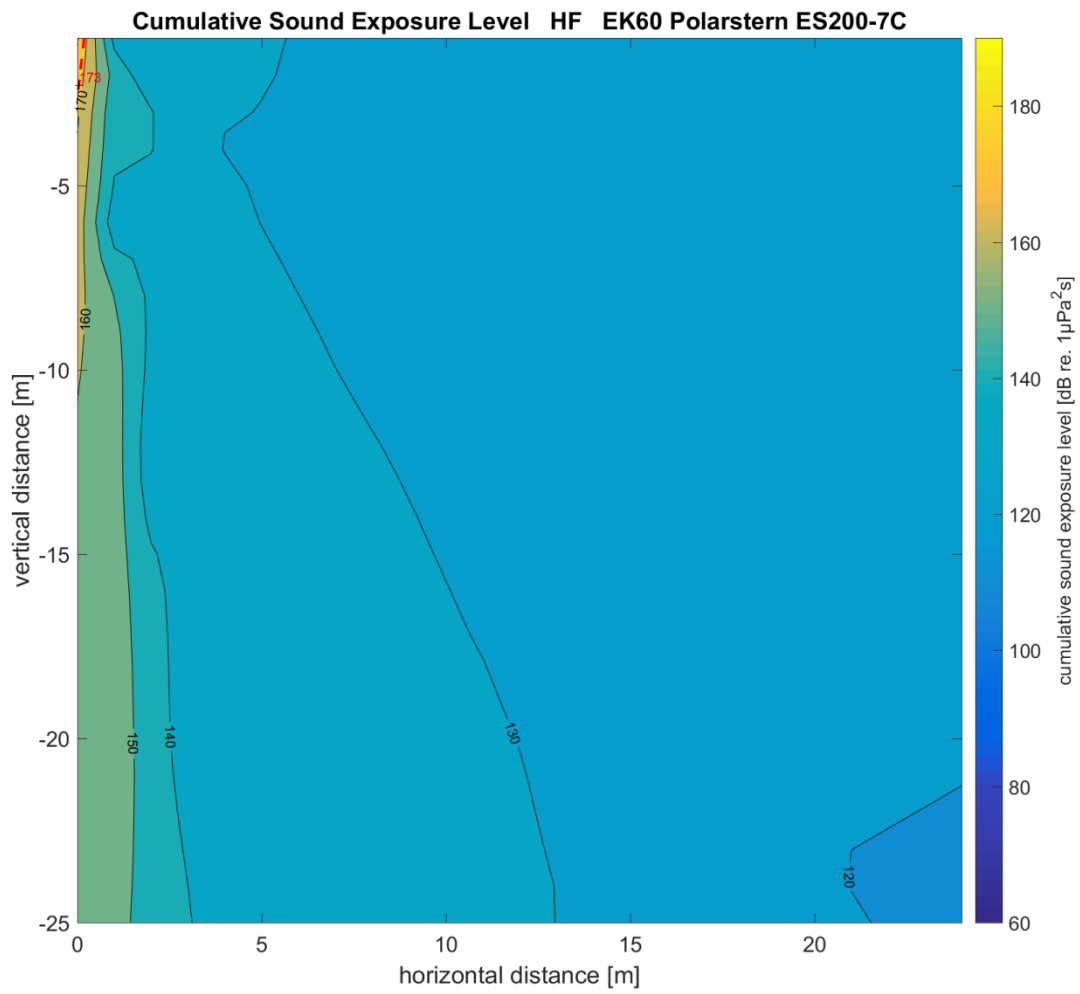


Figure 13.38: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for high-frequency cetacean groups for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 200 kHz detailed enlargement for small horizontal and vertical distances (maximum possible cumulative exposure). Red dashed iso-line marks the distances below which such marine mammals might experience a permanent threshold shift.

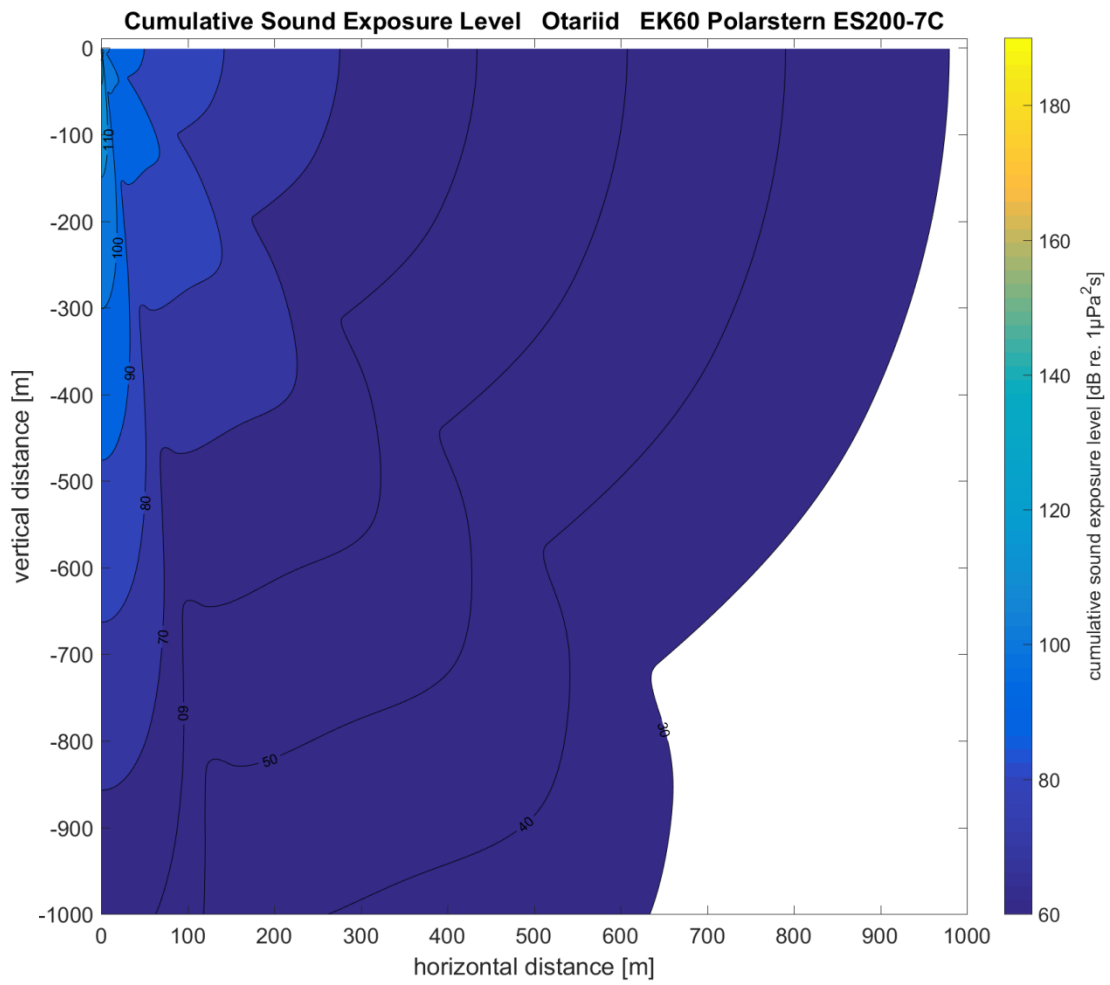


Figure 13.39: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for otariids for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 200 kHz.

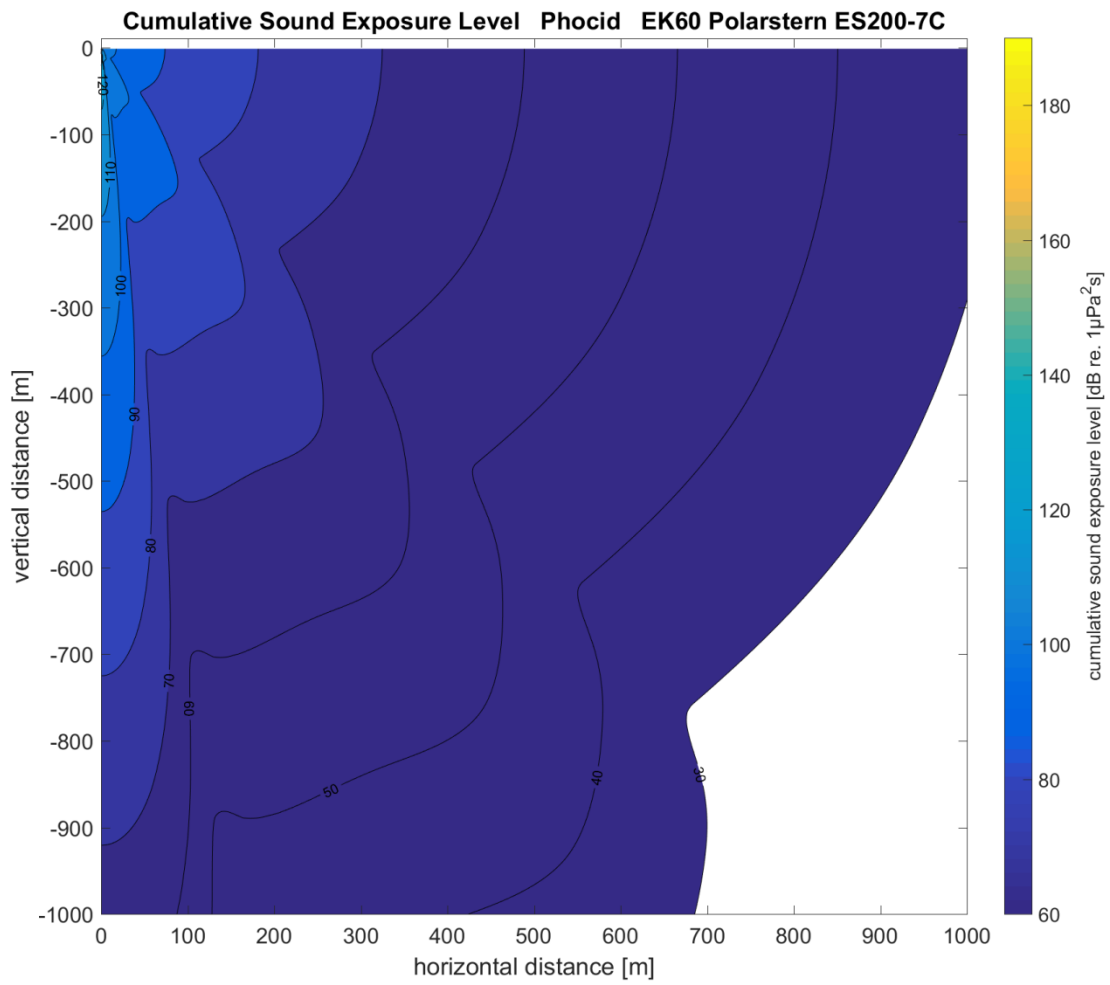


Figure 13.40: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for phocids for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 200 kHz.

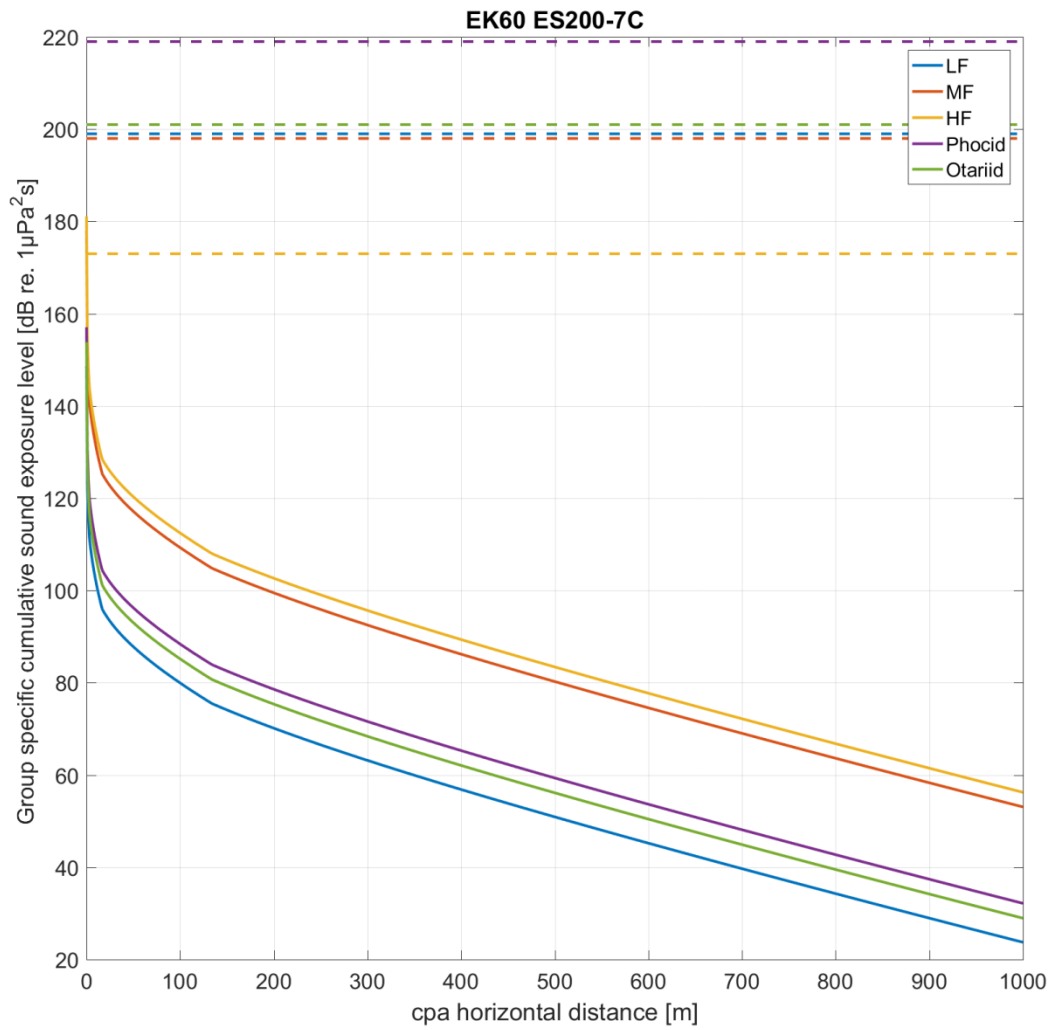


Figure 13.41: Solid lines: Maximum possible cumulative sound exposure levels for marine mammals of the different functional hearing groups passing the ship at a given distance (CPA) for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 200 kHz. Dotted lines: PTS onset acoustic thresholds for cumulative sound exposure metric.

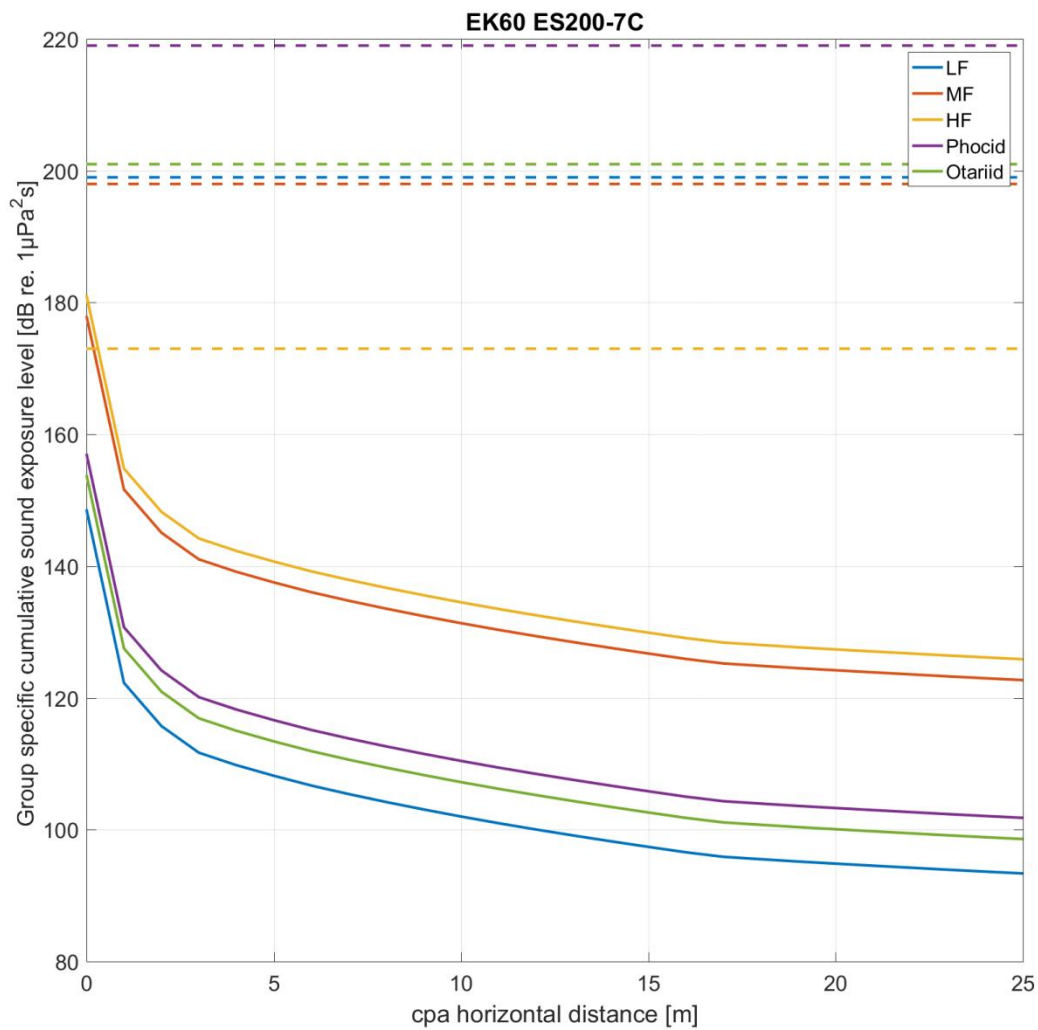


Figure 13.42: Solid lines: Maximum possible cumulative sound exposure levels for marine mammals of the different functional hearing groups passing the ship at a given distance (CPA) phocids for surveys with Simrad echosounder in EK60 mode at 200 kHz (detailed enlargement for small distances). Dotted lines: PTS onset acoustic thresholds for cumulative sound exposure metric.

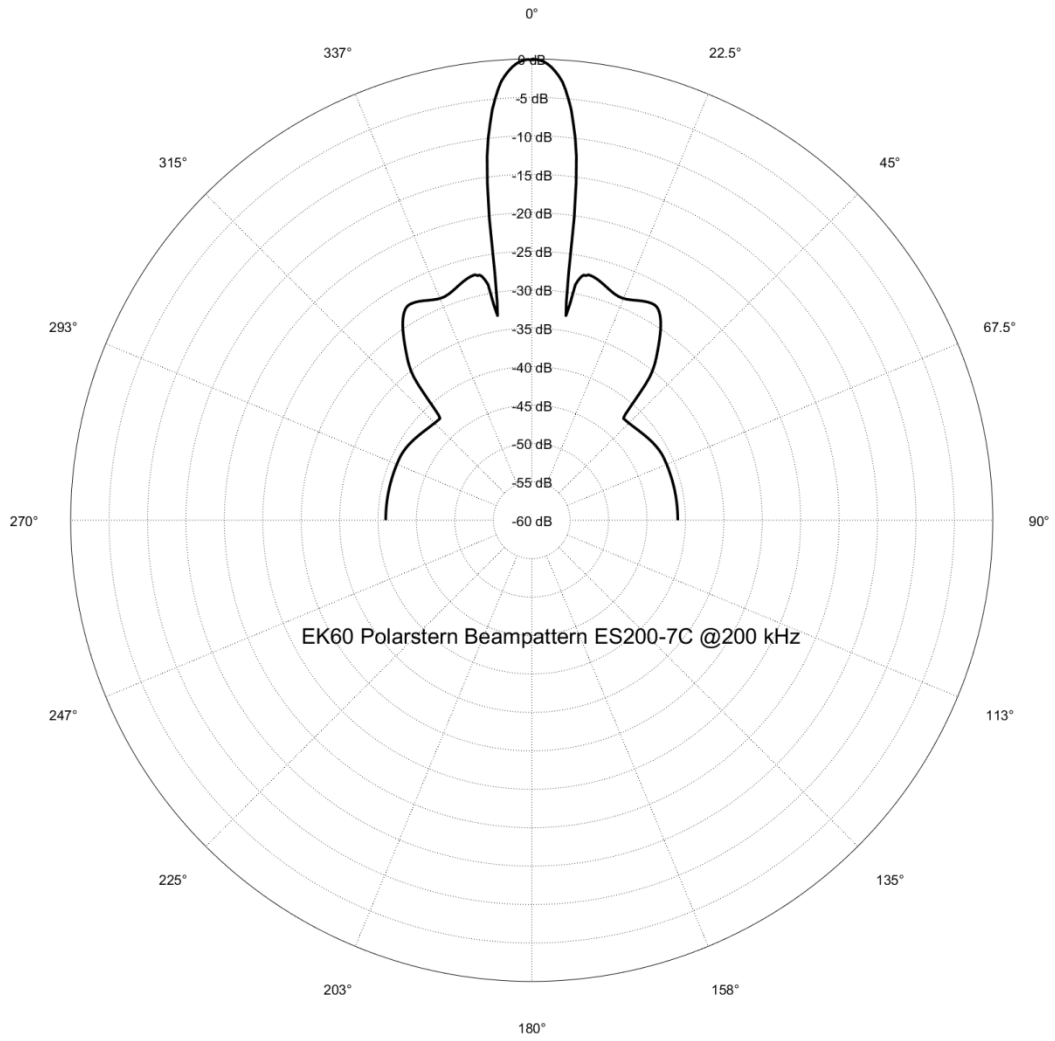


Figure 13.43: Beam pattern (conservative simplification) of the transducer ES200-7C @ 200 kHz.

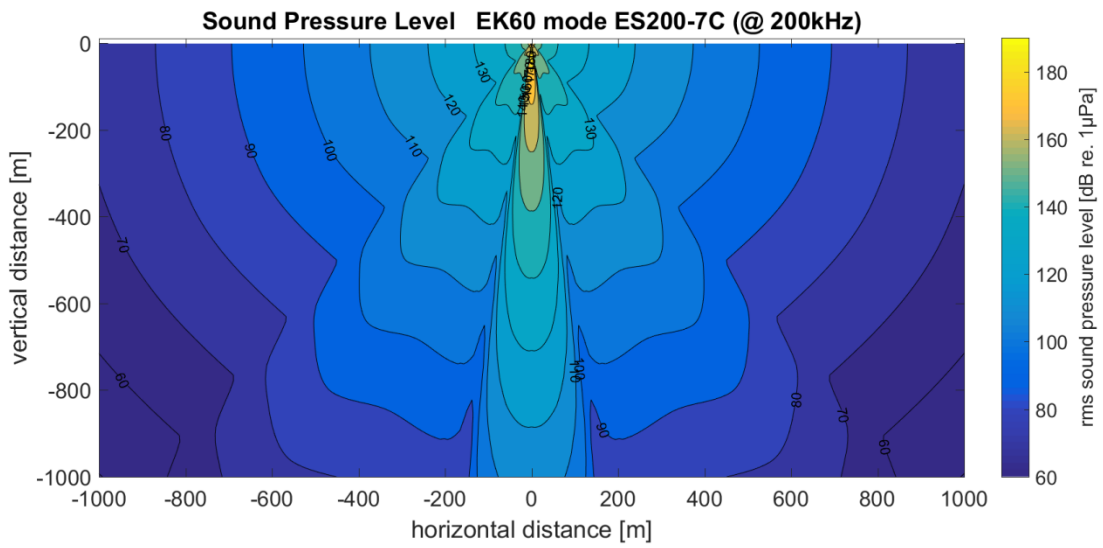


Figure 13.44: RMS sound pressure field for Simrad EK60 mode @200kHz

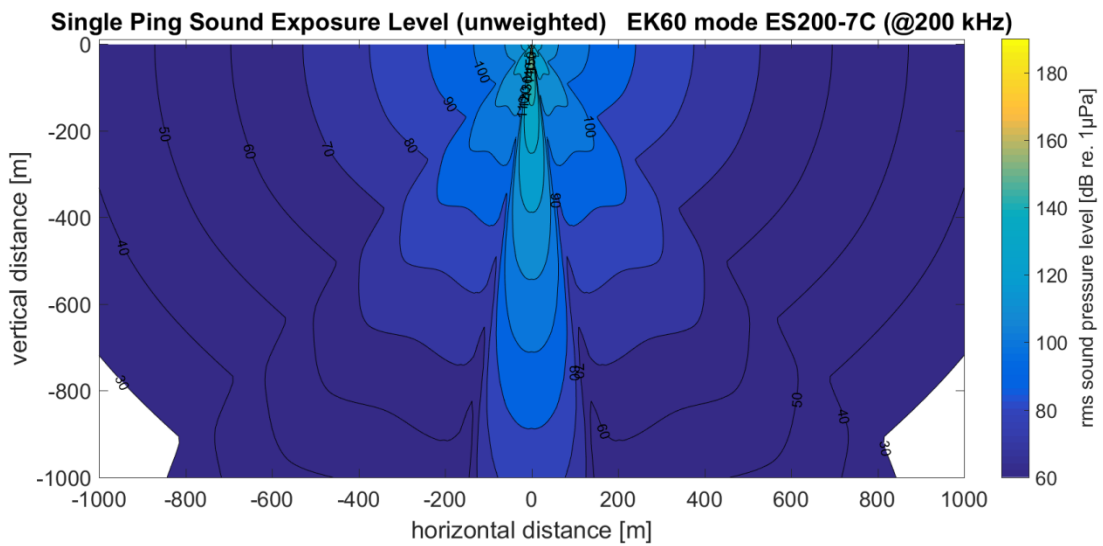


Figure 13.45: Unweighted Single Ping Sound Exposure Level for Simrad EK60 mode @200kHz.

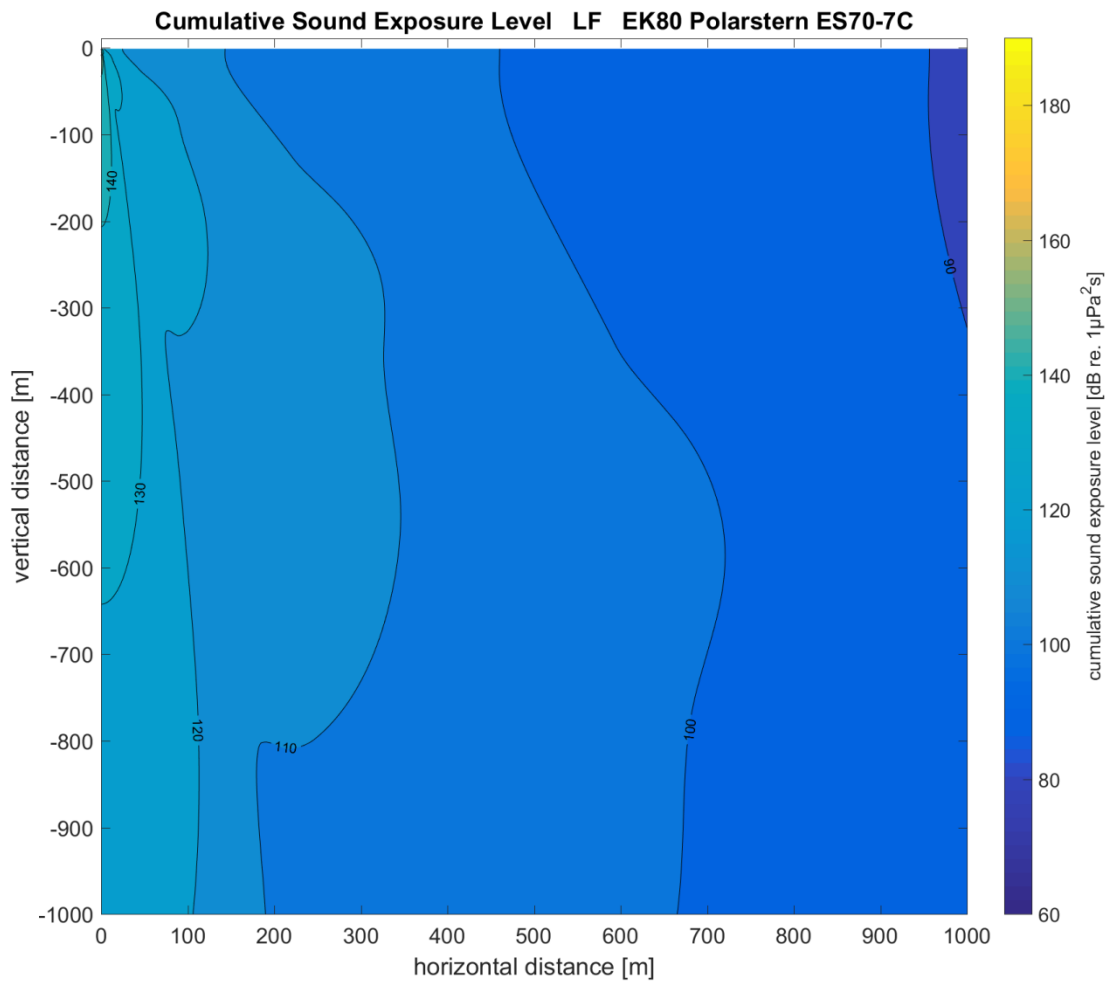


Figure 13.46: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for low-frequency cetacean groups for surveys with Simrad echosounder in EK80 mode at 45 kHz.

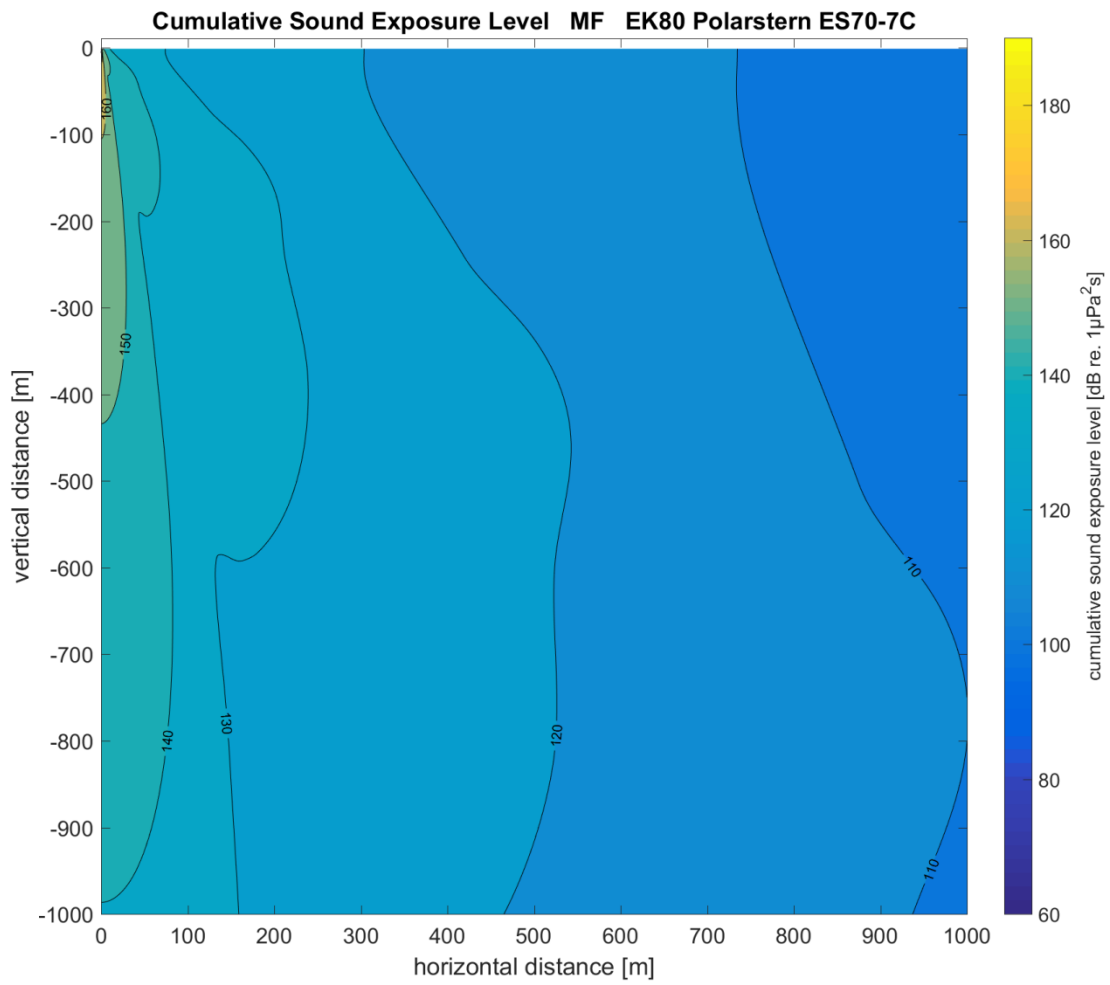


Figure 13.47: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for mid-frequency cetacean groups for surveys with Simrad echosounder in EK80 mode at 45 kHz.

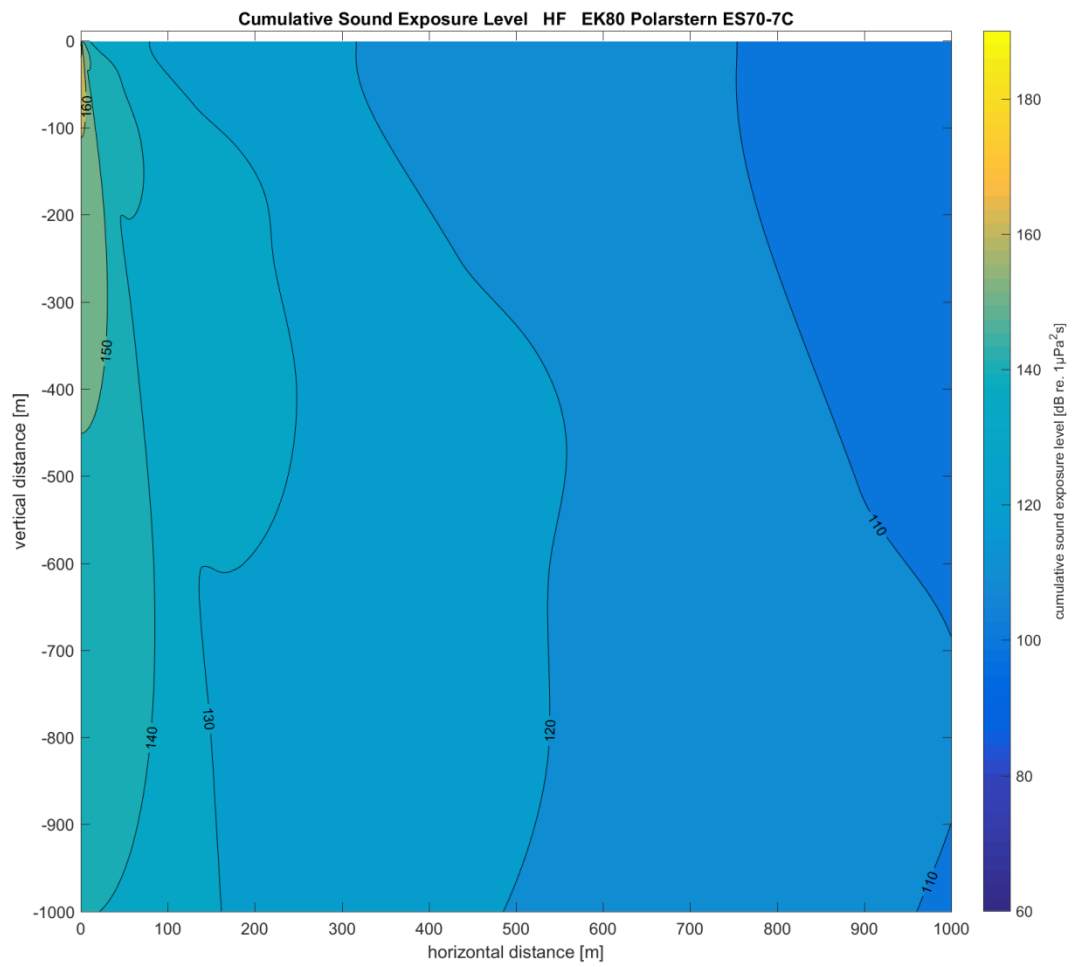


Figure 13.48: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for high-frequency cetacean groups for surveys with Simrad echosounder in EK80 mode at 45 kHz.

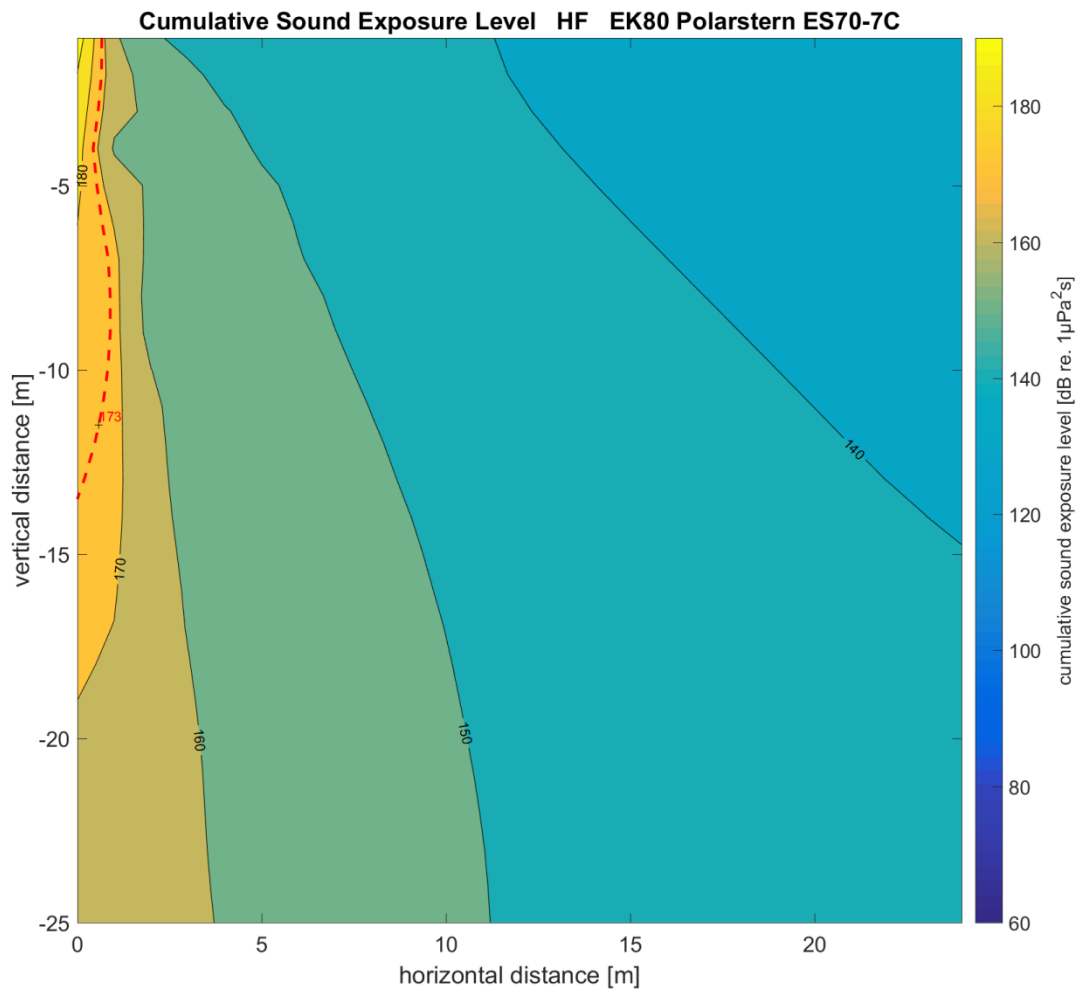


Figure 13.49: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for high-frequency cetacean groups for surveys with Simrad echosounder in EK80 mode at 45 kHz detailed enlargement for small horizontal and vertical distances (maximum possible cumulative exposure). Red dashed iso-line marks the distances below which such marine mammals might experience a permanent threshold shift.

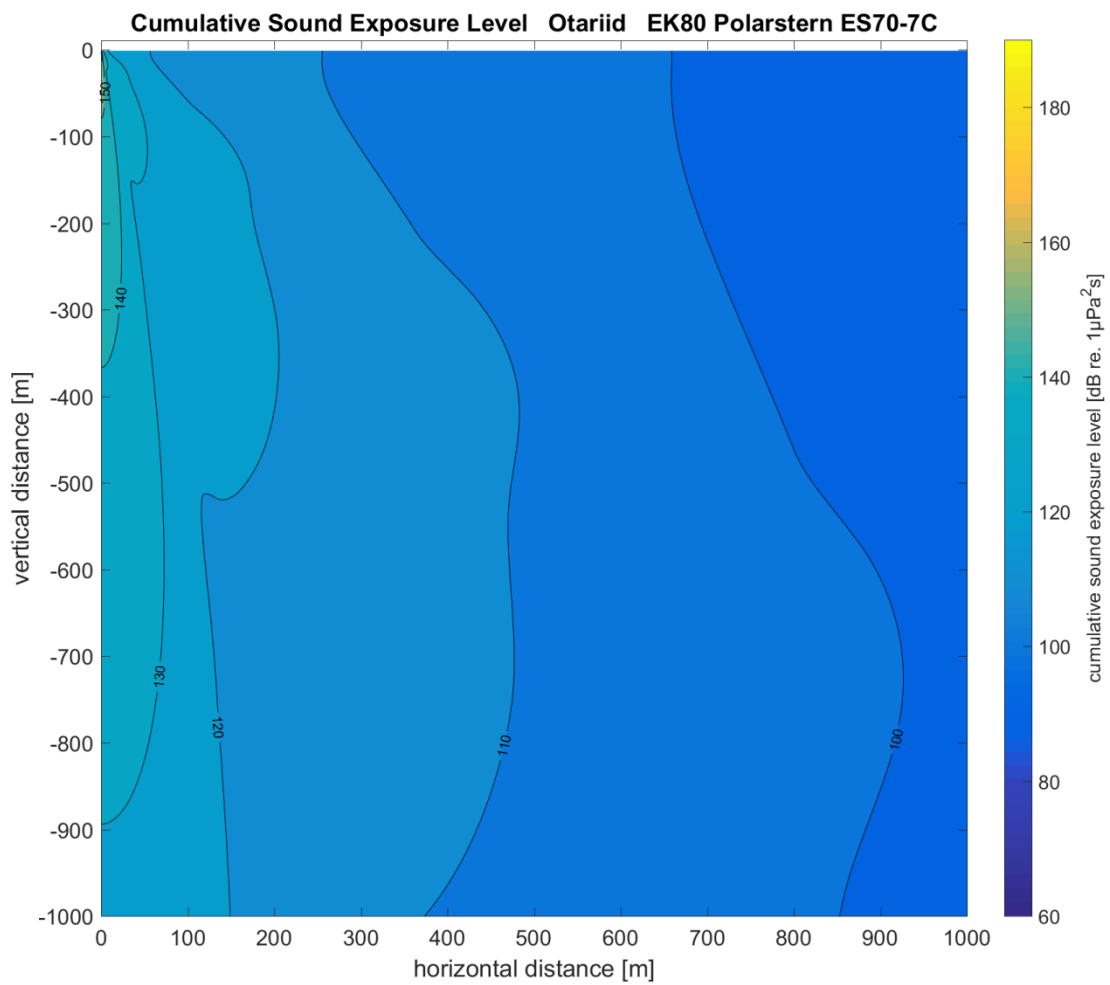


Figure 13.50: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for otariids for surveys with Simrad echosounder in EK80 mode at 45 kHz.

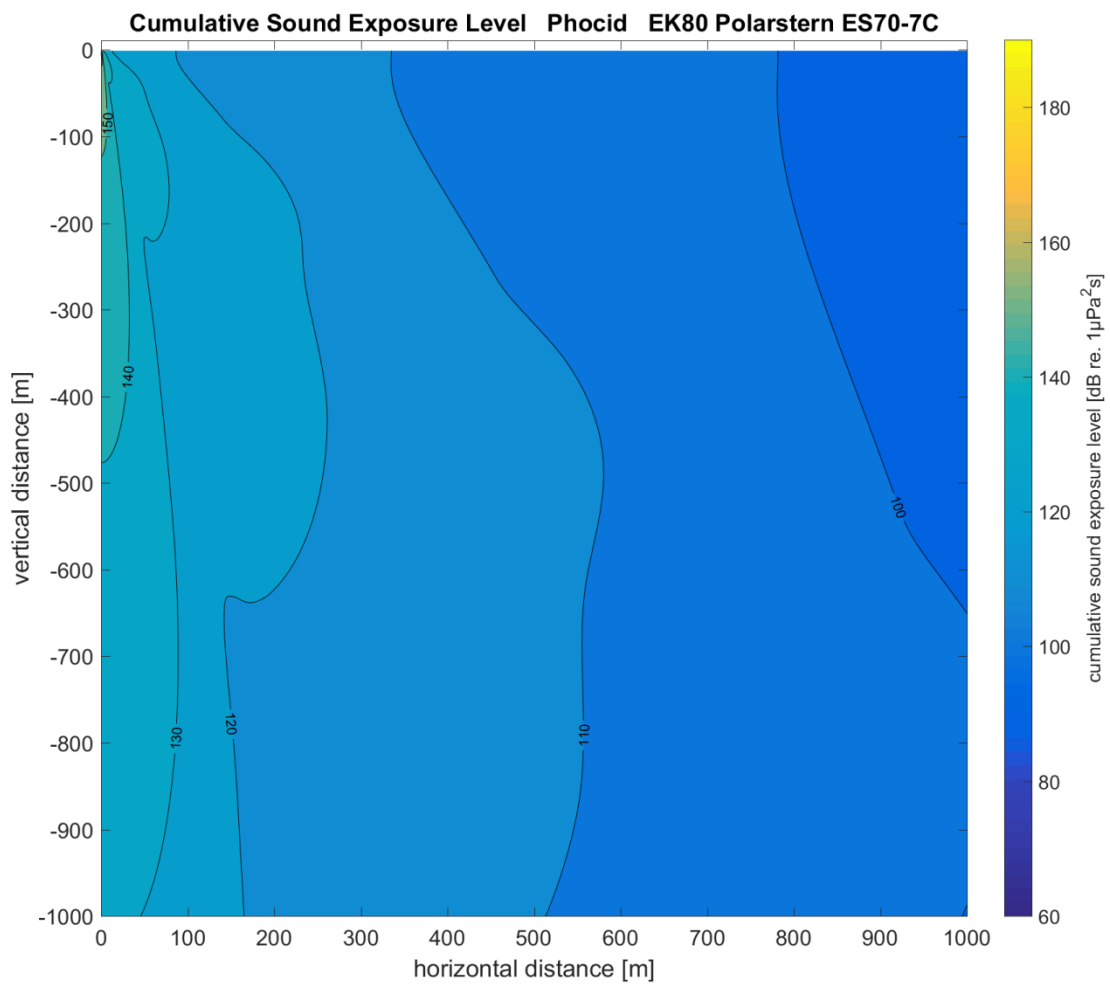


Figure 13.51: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for phocids for surveys with Simrad echosounder in EK80 mode at 45 kHz.

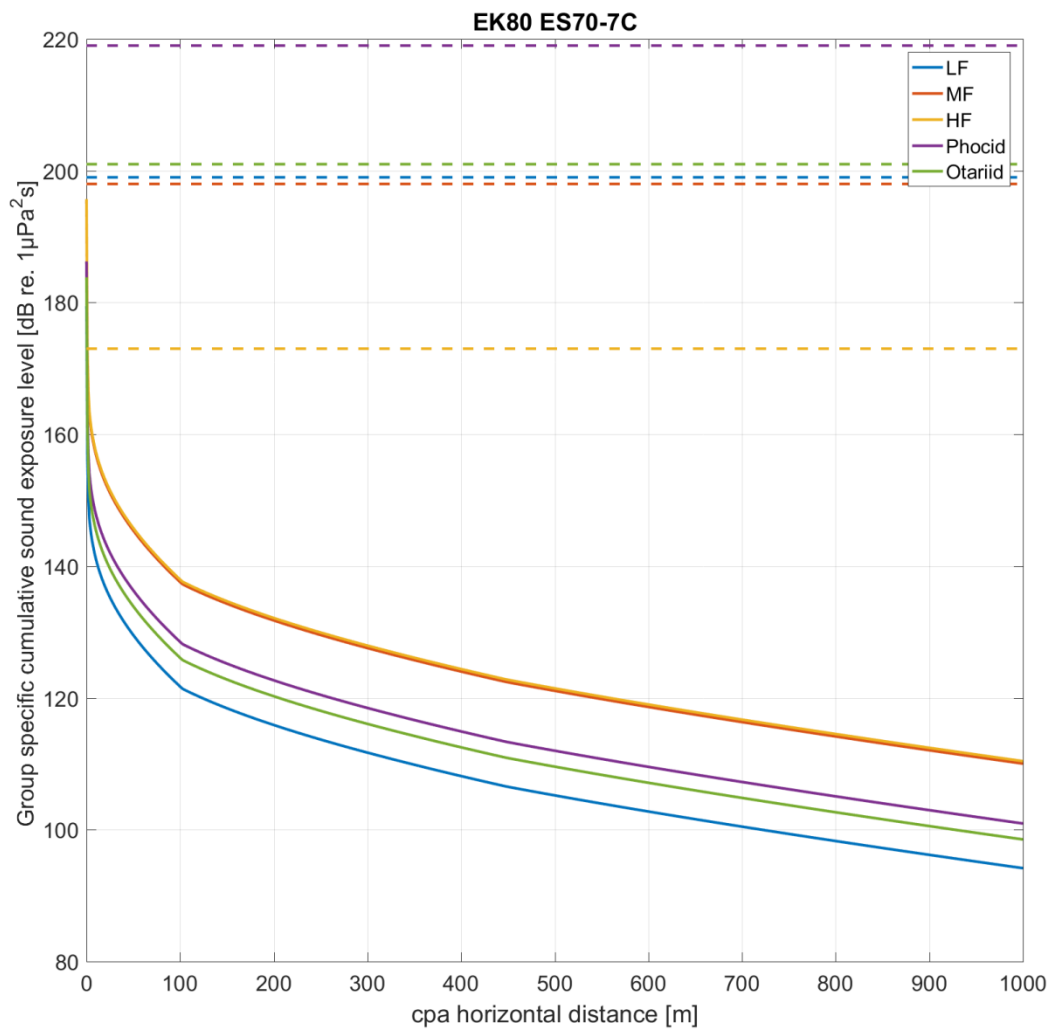


Figure 13.52: Solid lines: Maximum possible cumulative sound exposure levels for marine mammals of the different functional hearing groups passing the ship at a given distance (CPA) for surveys with Simrad echosounder in EK80 mode at 45 kHz. Dotted lines: PTS onset acoustic thresholds for cumulative sound exposure metric.

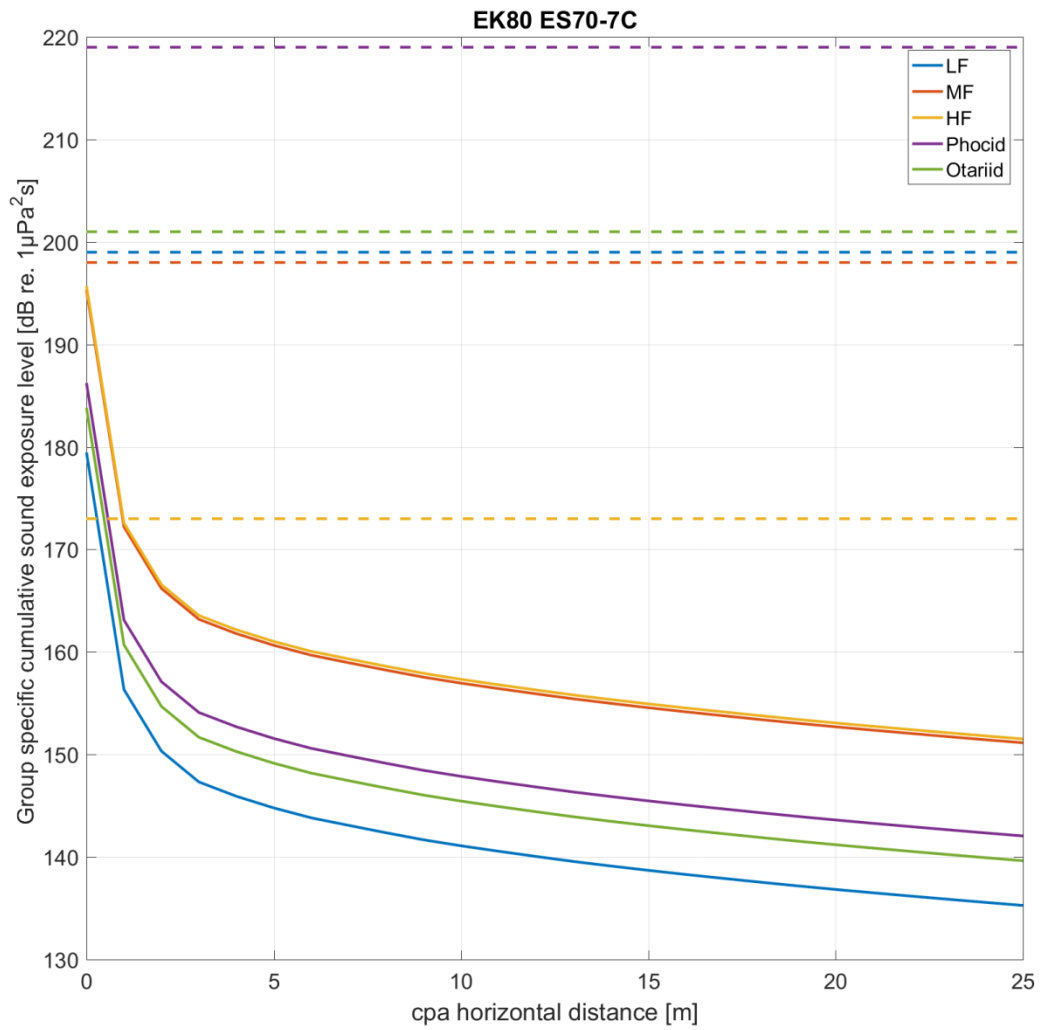


Figure 13.53: Solid lines: Maximum possible cumulative sound exposure levels for marine mammals of the different functional hearing groups passing the ship at a given distance (CPA) phocids for surveys with Simrad echosounder in EK80 mode at 45 kHz (detailed enlargement for small distances). Dotted lines: PTS onset acoustic thresholds for cumulative sound exposure metric.

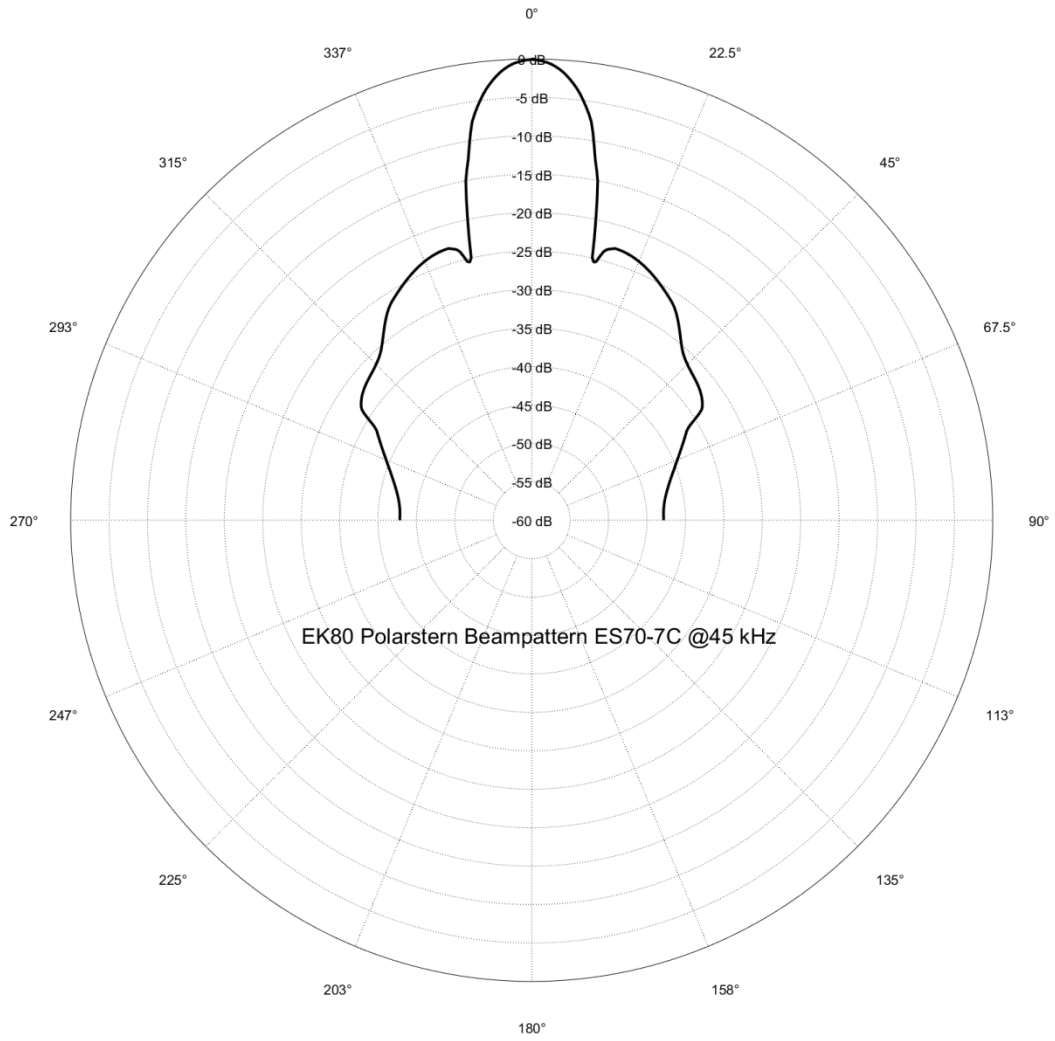


Figure 13.54: Beam pattern (conservative simplification) of the transducer ES70-7C @ 45 kHz.

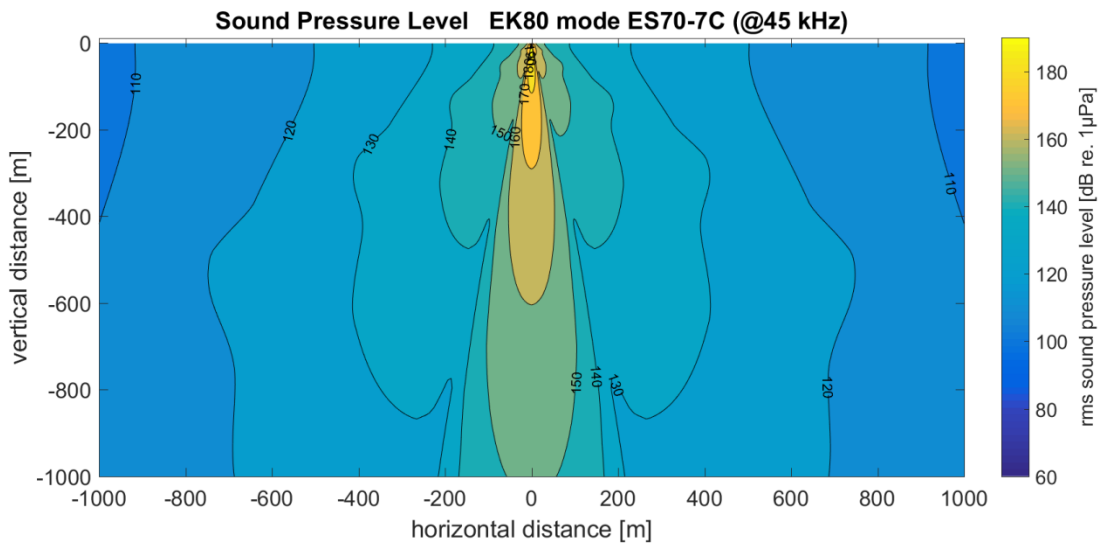


Figure 13.55: RMS sound pressure field for Simrad EK80 mode @45kHz

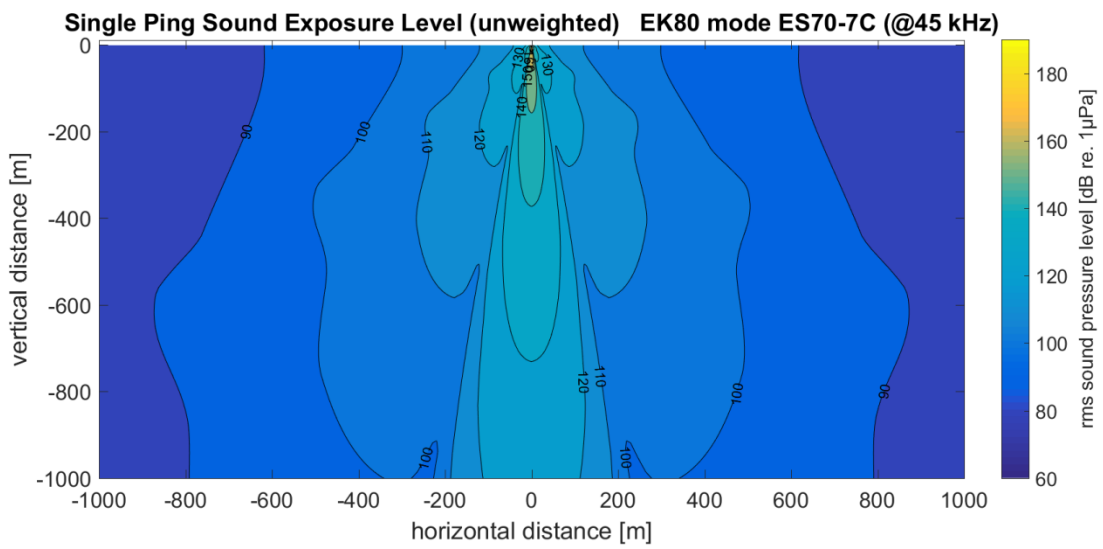


Figure 13.56: Unweighted Single Ping Sound Exposure Level for Simrad EK80 mode @45kHz.

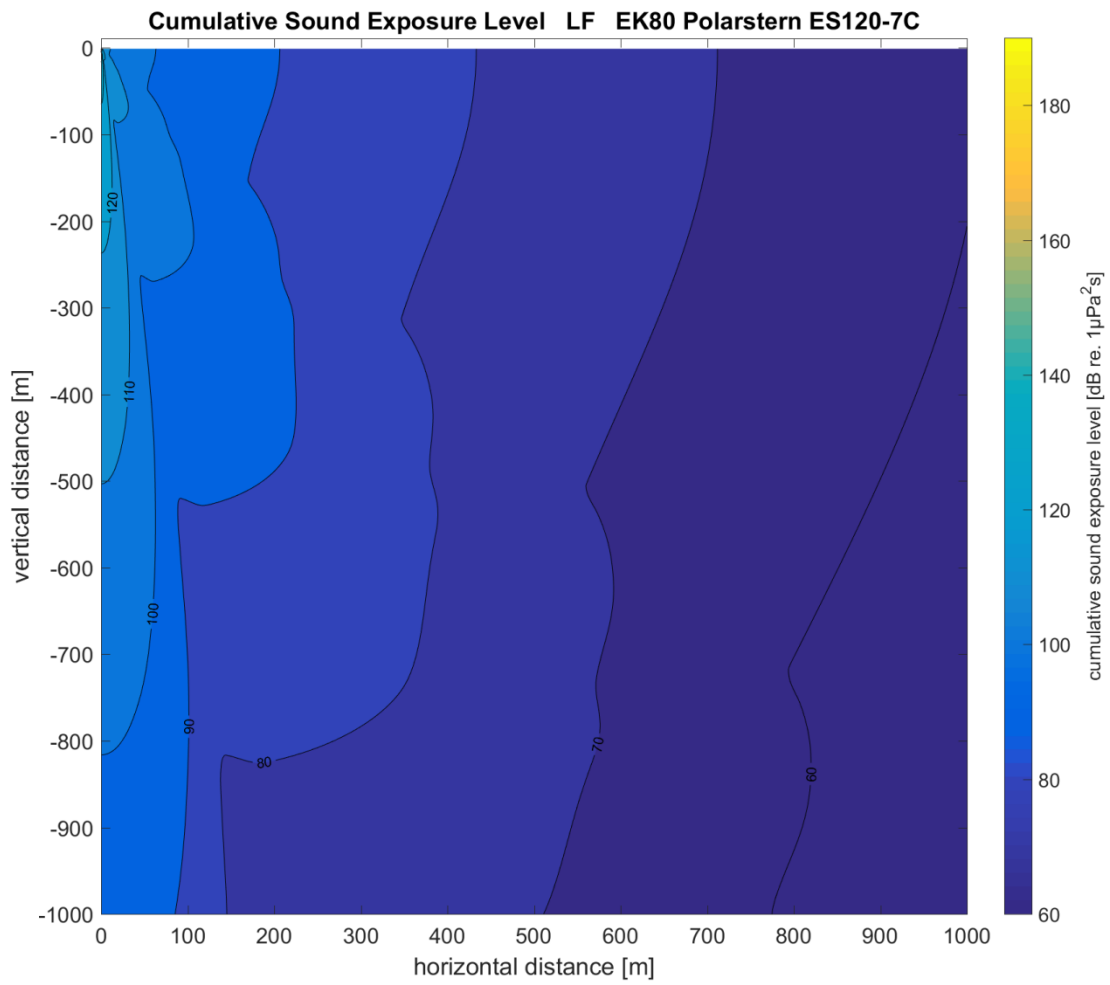


Figure 13.57: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for low-frequency cetacean groups for surveys with Simrad echosounder in EK80 mode at 95 kHz.

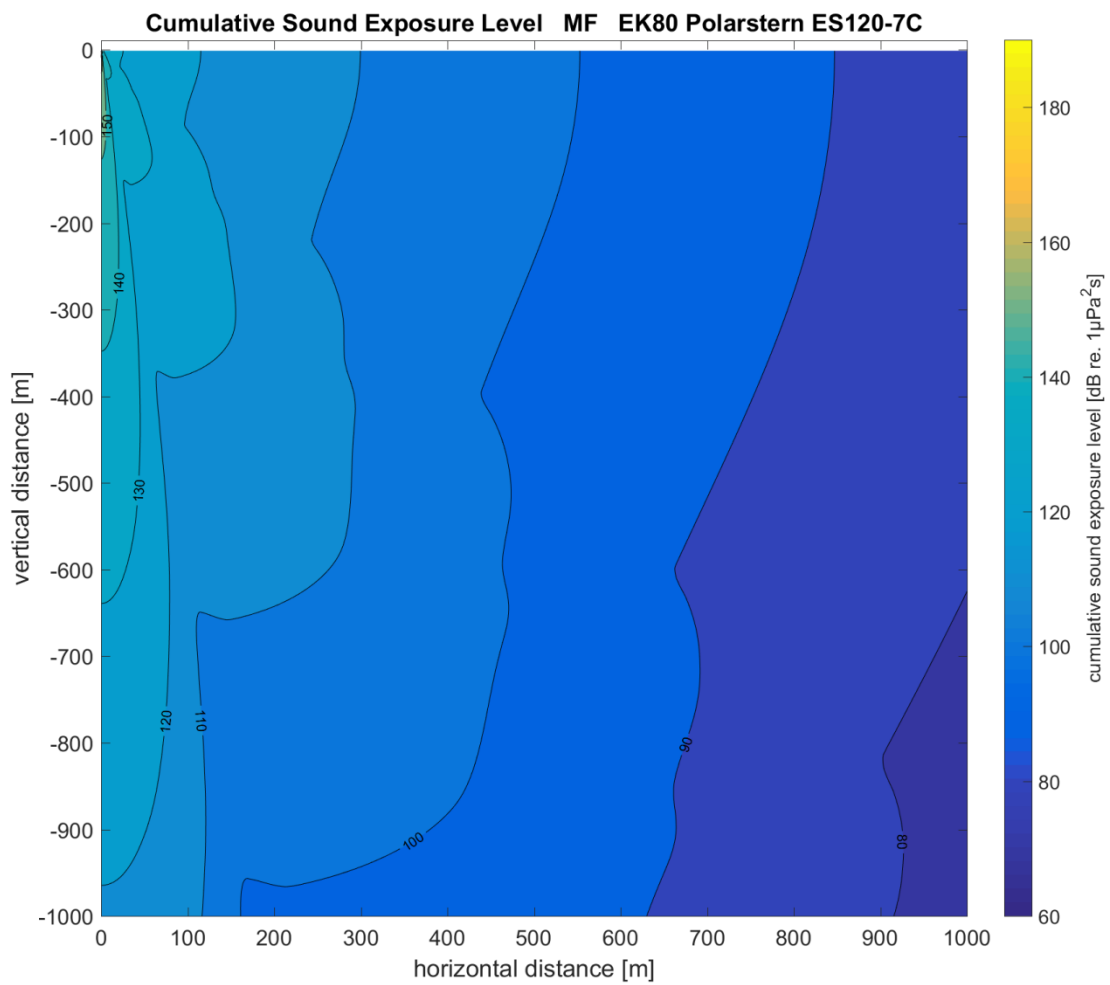


Figure 13.58: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for mid-frequency cetacean groups for surveys with Simrad echosounder in EK80 mode at 95 kHz.

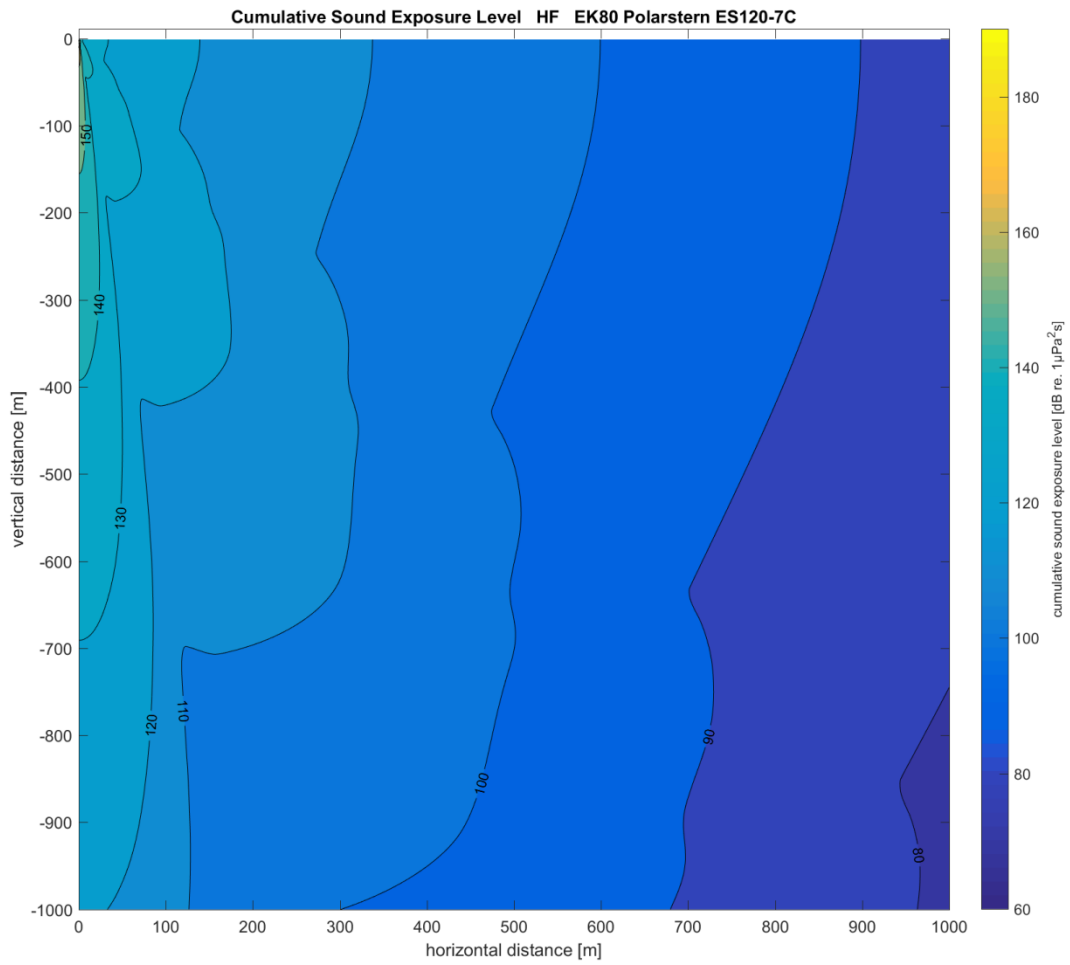


Figure 13.59: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for high-frequency cetacean groups for surveys with Simrad echosounder in EK80 mode at 95 kHz.

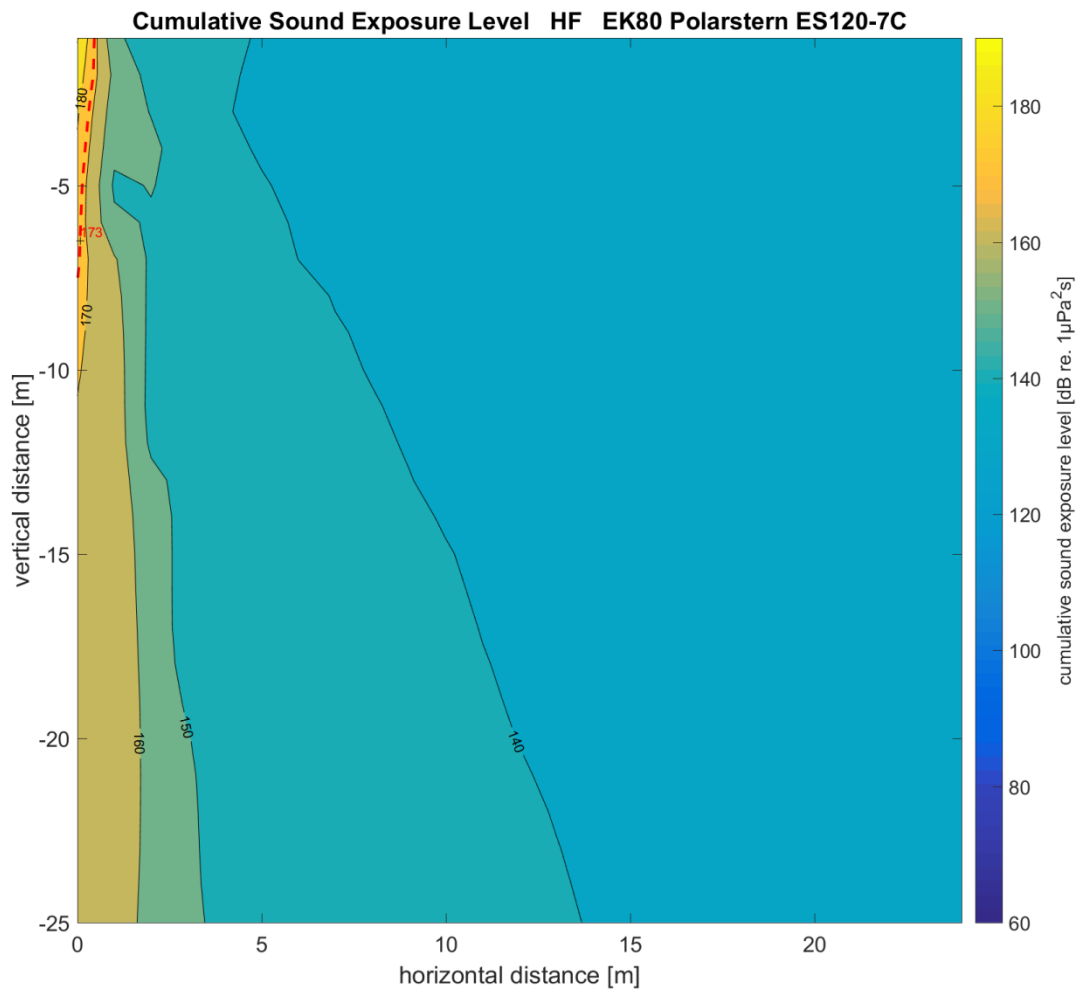


Figure 13.60: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for high-frequency cetacean groups for surveys with Simrad echosounder in EK80 mode at 95 kHz detailed enlargement for small horizontal and vertical distances (maximum possible cumulative exposure). Red dashed iso-line marks the distances below which such marine mammals might experience a permanent threshold shift.

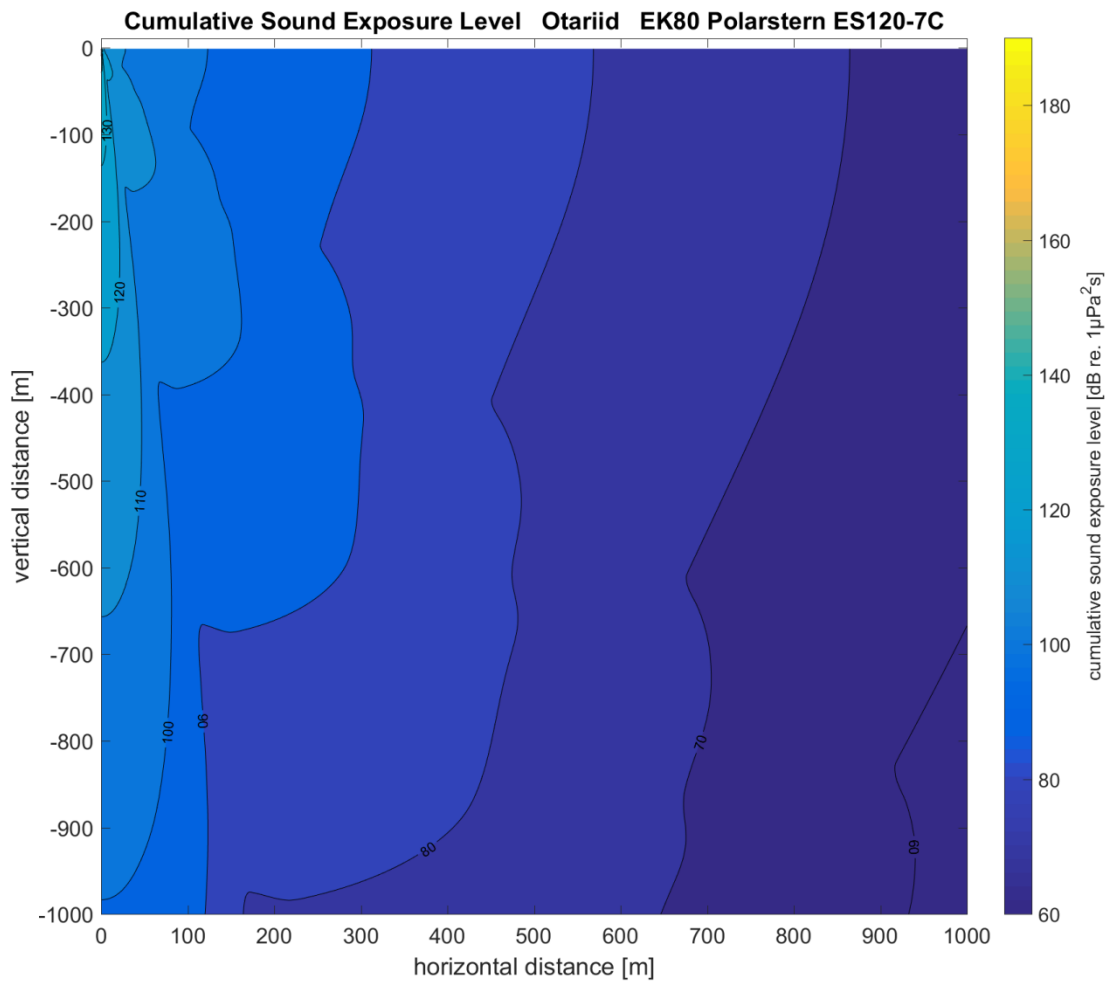


Figure 13.61: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for otariids for surveys with Simrad echosounder in EK80 mode at 95 kHz.

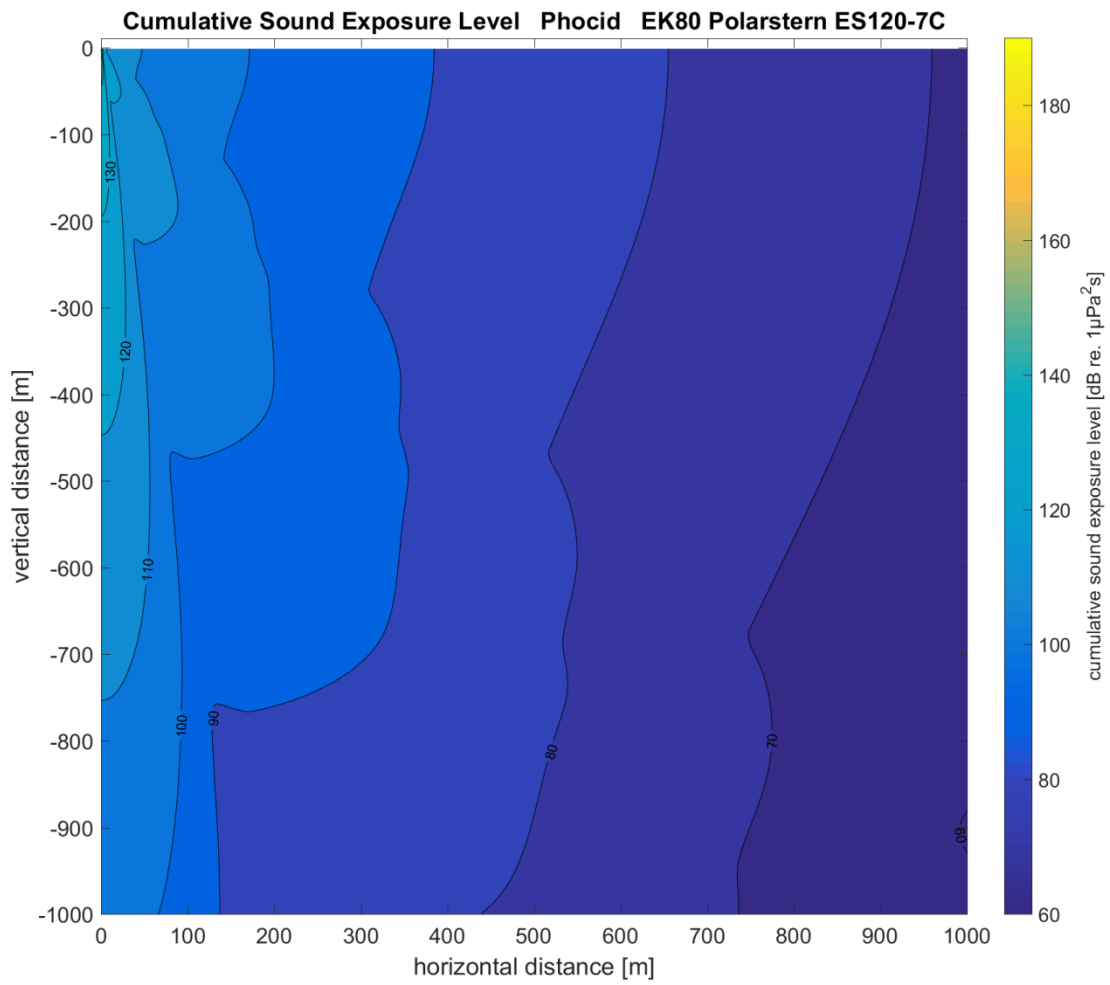


Figure 13.62: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for phocids for surveys with Simrad echosounder in EK80 mode at 95 kHz.

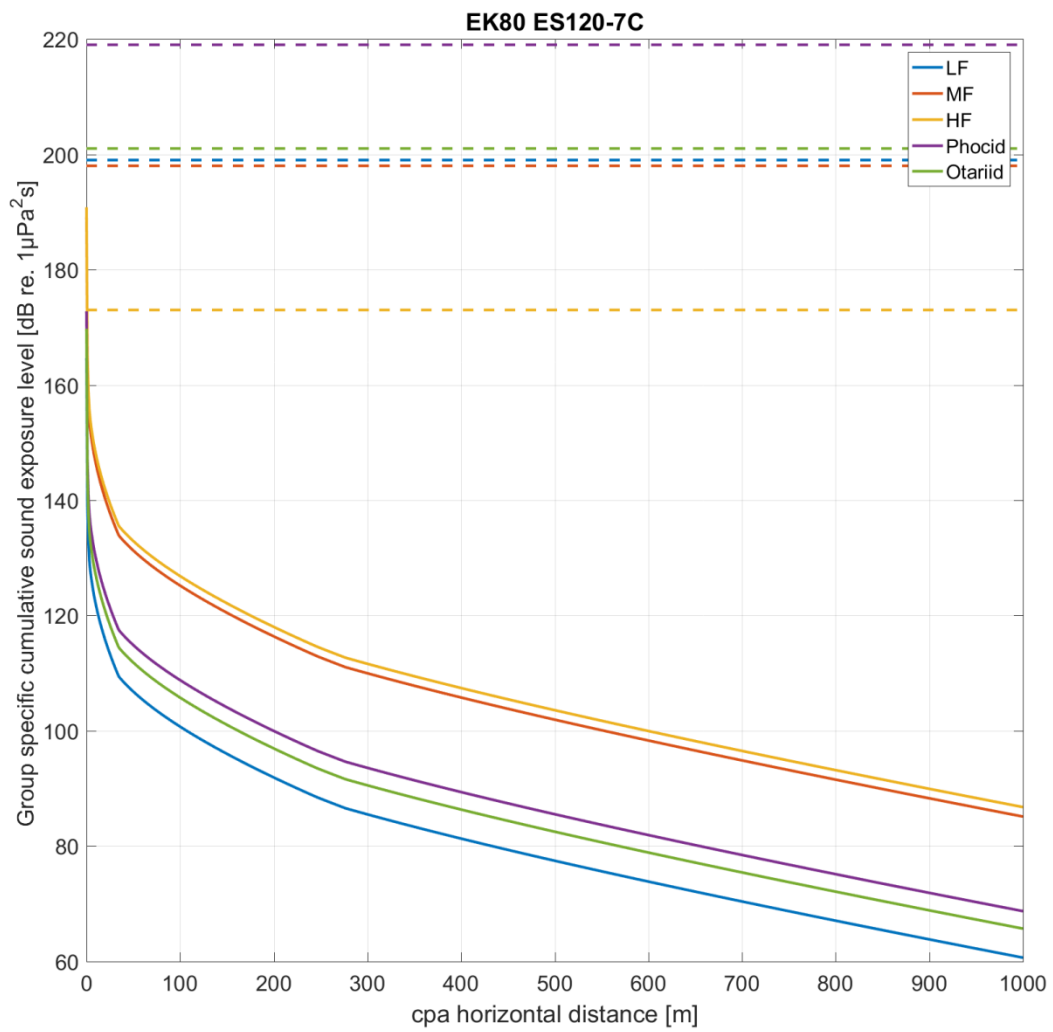


Figure 13.62: Solid lines: Maximum possible cumulative sound exposure levels for marine mammals of the different functional hearing groups passing the ship at a given distance (CPA) for surveys with Simrad echosounder in EK80 mode at 95 kHz. Dotted lines: PTS onset acoustic thresholds for cumulative sound exposure metric.

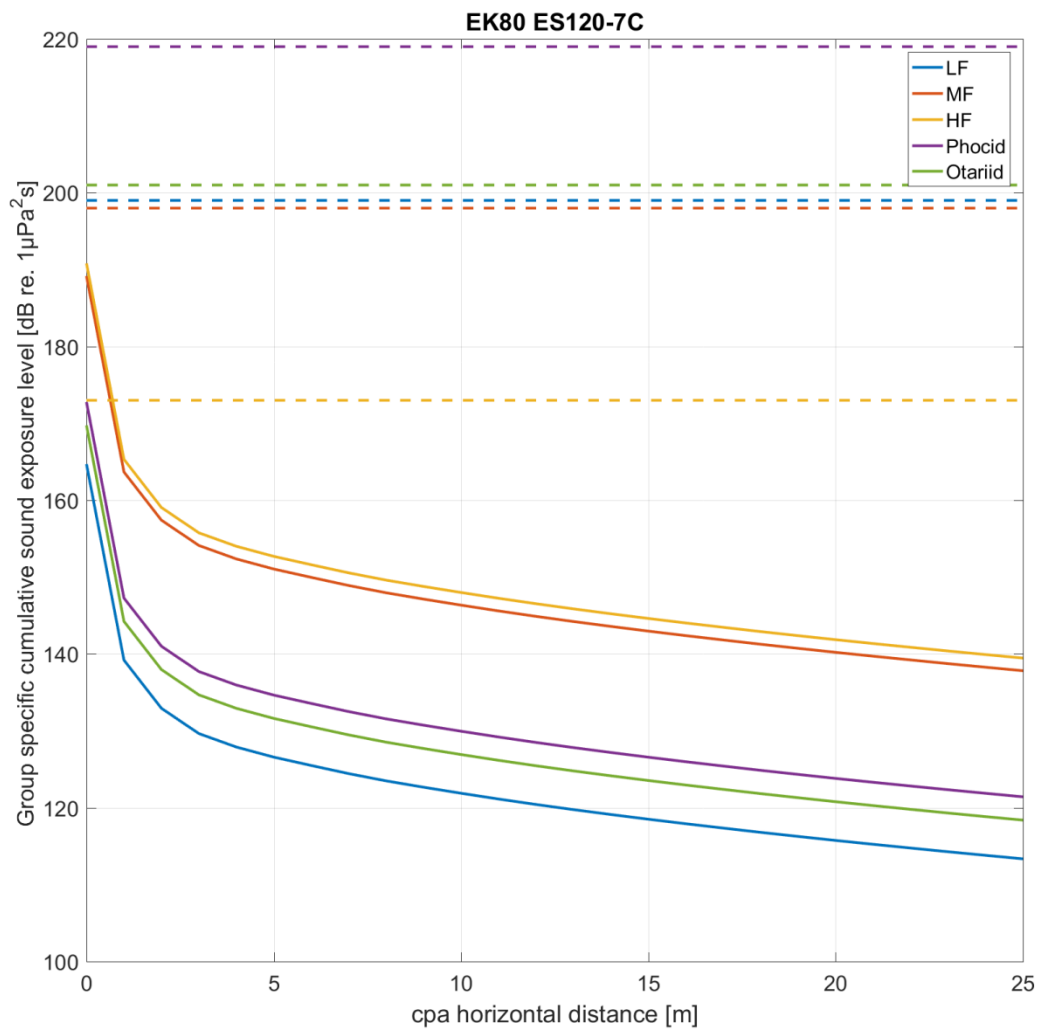


Figure 13.64: Solid lines: Maximum possible cumulative sound exposure levels for marine mammals of the different functional hearing groups passing the ship at a given distance (CPA) for surveys with Simrad echosounder in EK80 mode at 95 kHz (detailed enlargement for small distances). Dotted lines: PTS onset acoustic thresholds for cumulative sound exposure metric.

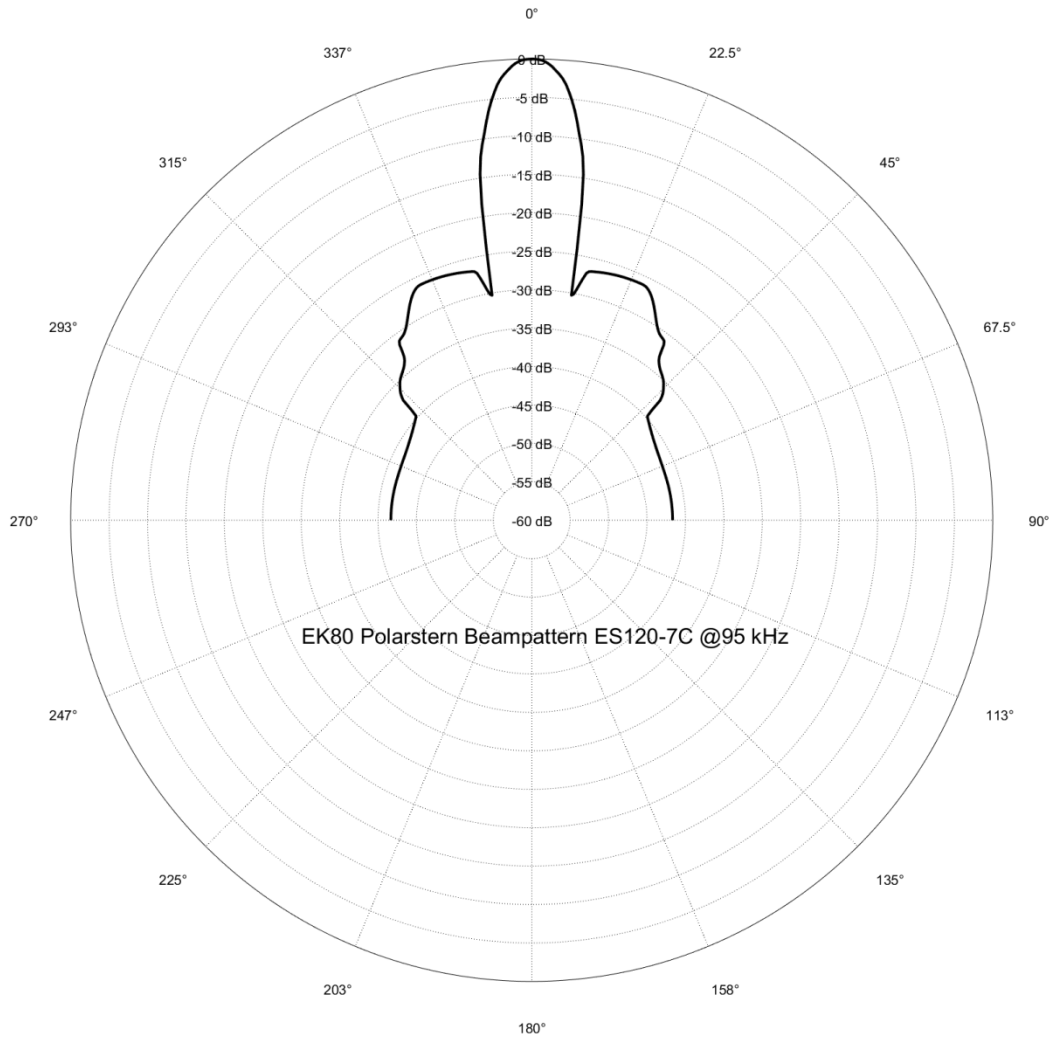


Figure 13.65: Beam pattern (conservative simplification) of the transducer ES120-7C @ 95 kHz.

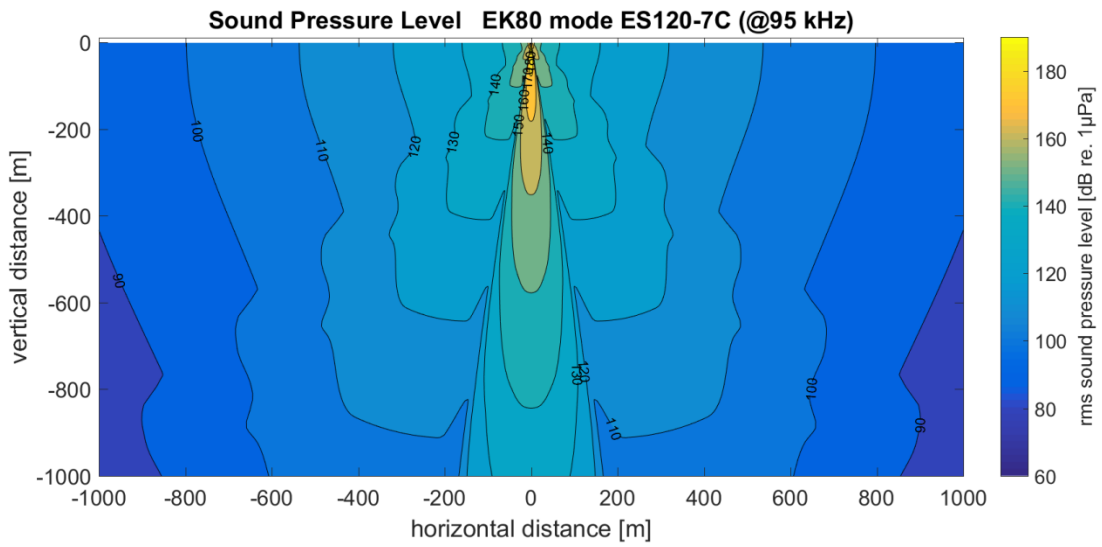


Figure 13.66: RMS sound pressure field for Simrad EK80 mode @95kHz

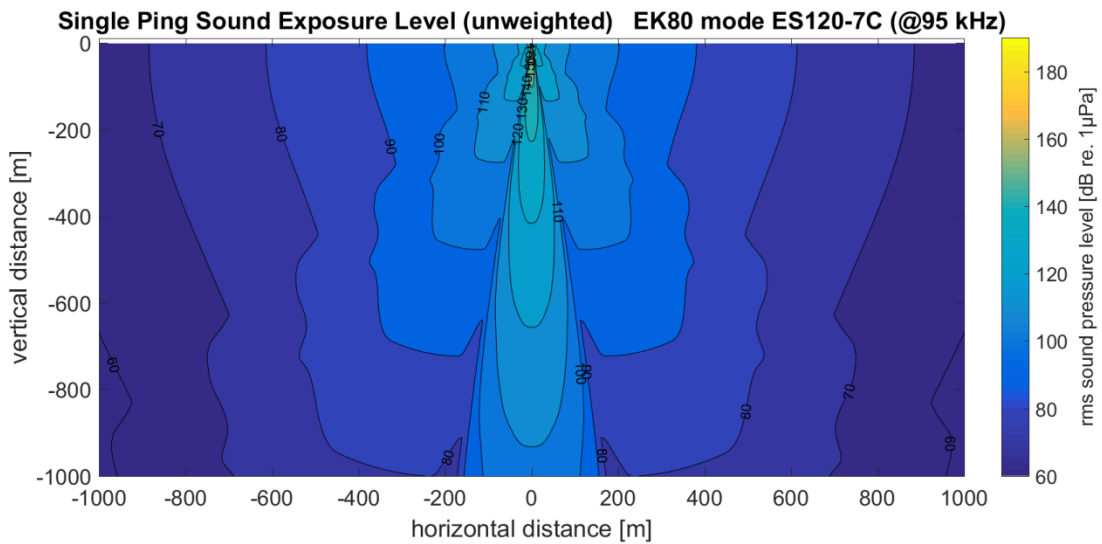


Figure 13.67: Unweighted Single Ping Sound Exposure Level for Simrad EK80 mode @95kHz.

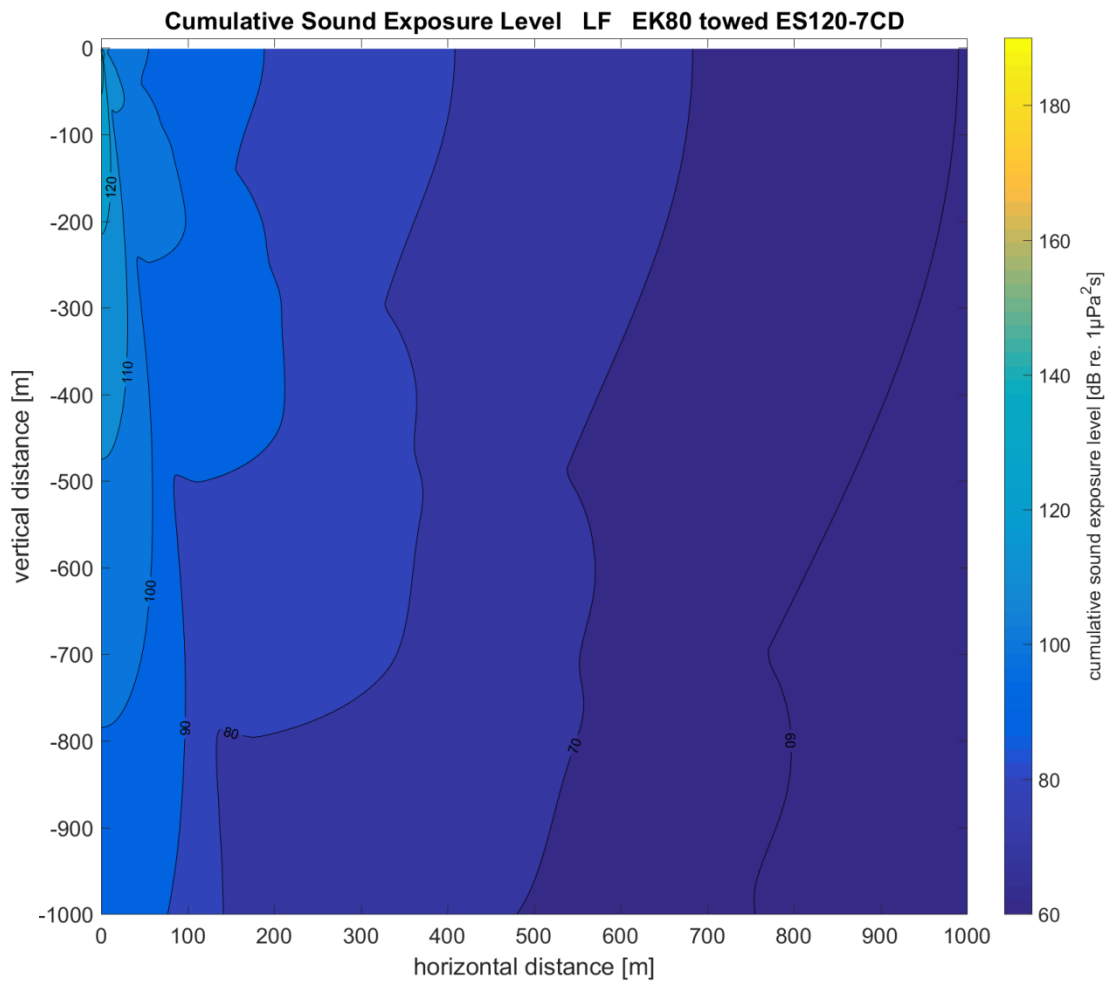


Figure 13.68: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for low-frequency cetacean groups for surveys with *towed* Simrad echosounder in EK80 mode at 95 kHz.

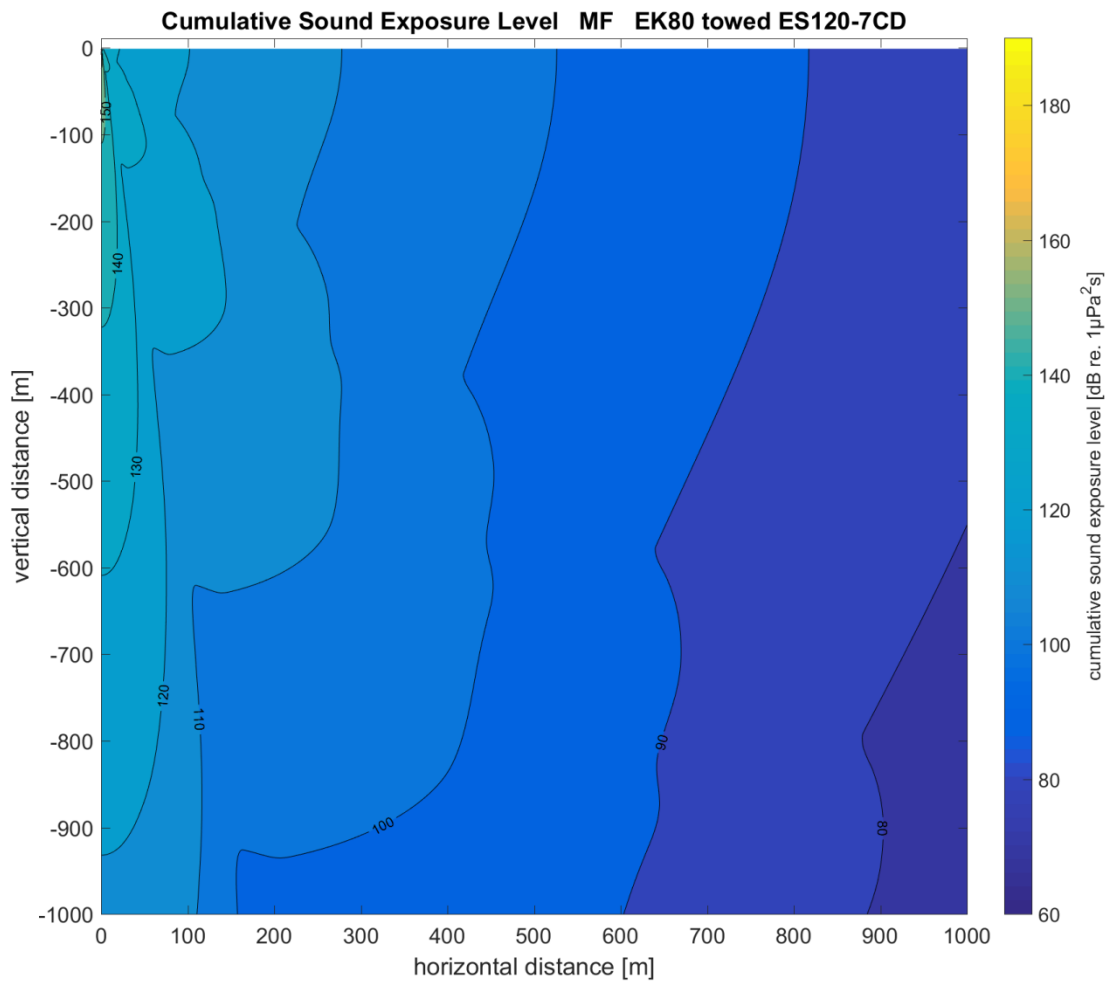


Figure 13.69: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for mid-frequency cetacean groups for surveys with *towed* Simrad echosounder in EK80 mode at 95 kHz.

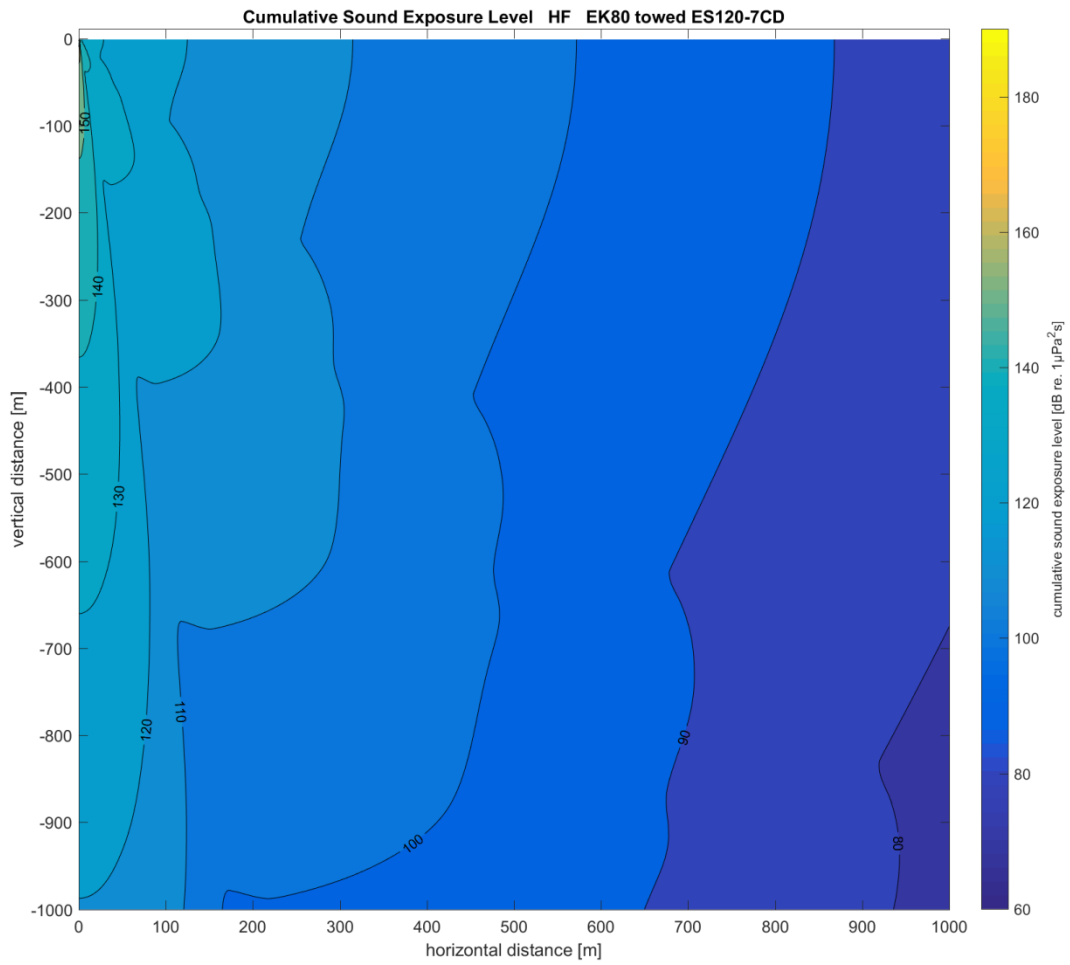


Figure 13.70: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for high-frequency cetacean groups for surveys with *towed* Simrad echosounder in EK80 mode at 95 kHz.

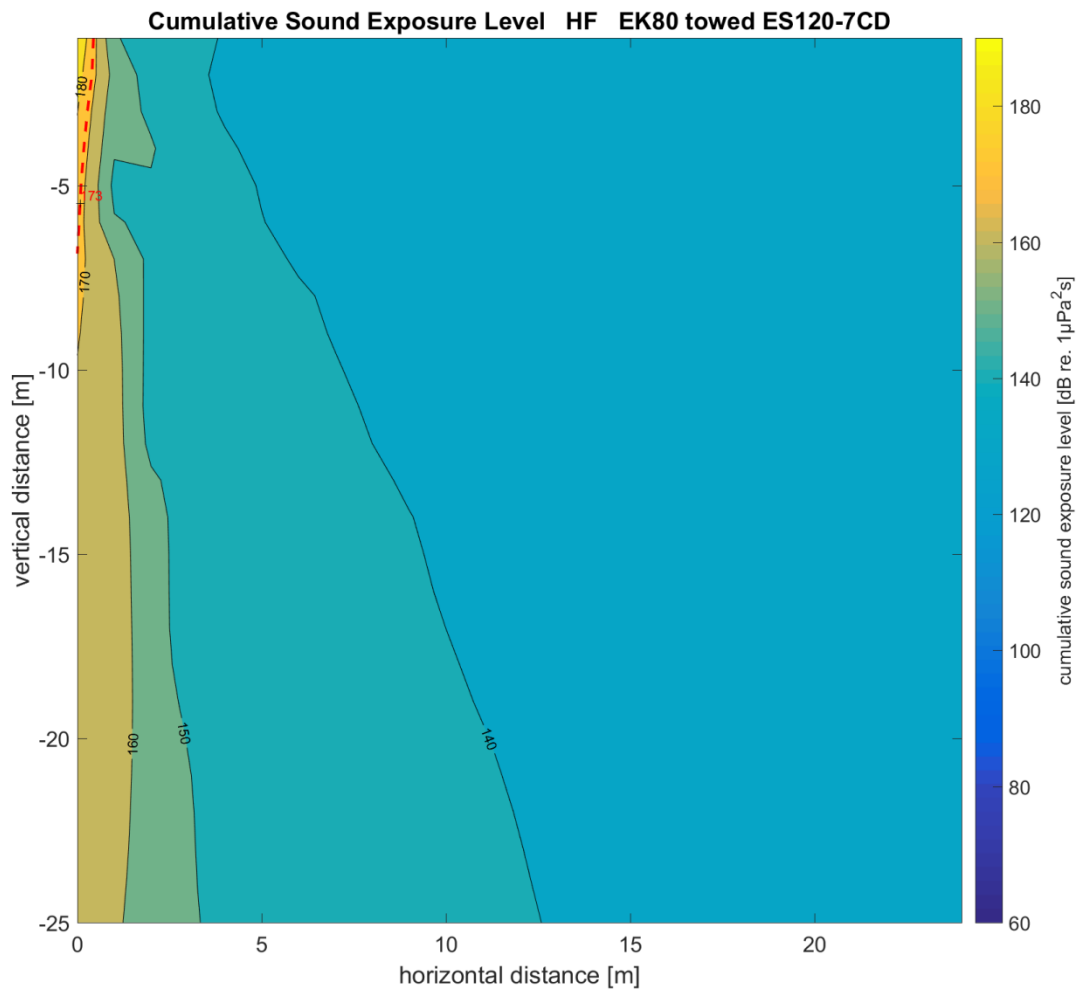


Figure 13.71: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for high-frequency cetacean groups for surveys with *towed* Simrad echosounder in EK80 mode at 95 kHz detailed enlargement for small horizontal and vertical distances (maximum possible cumulative exposure). Red dashed iso-line marks the distances below which such marine mammals might experience a permanent threshold shift.

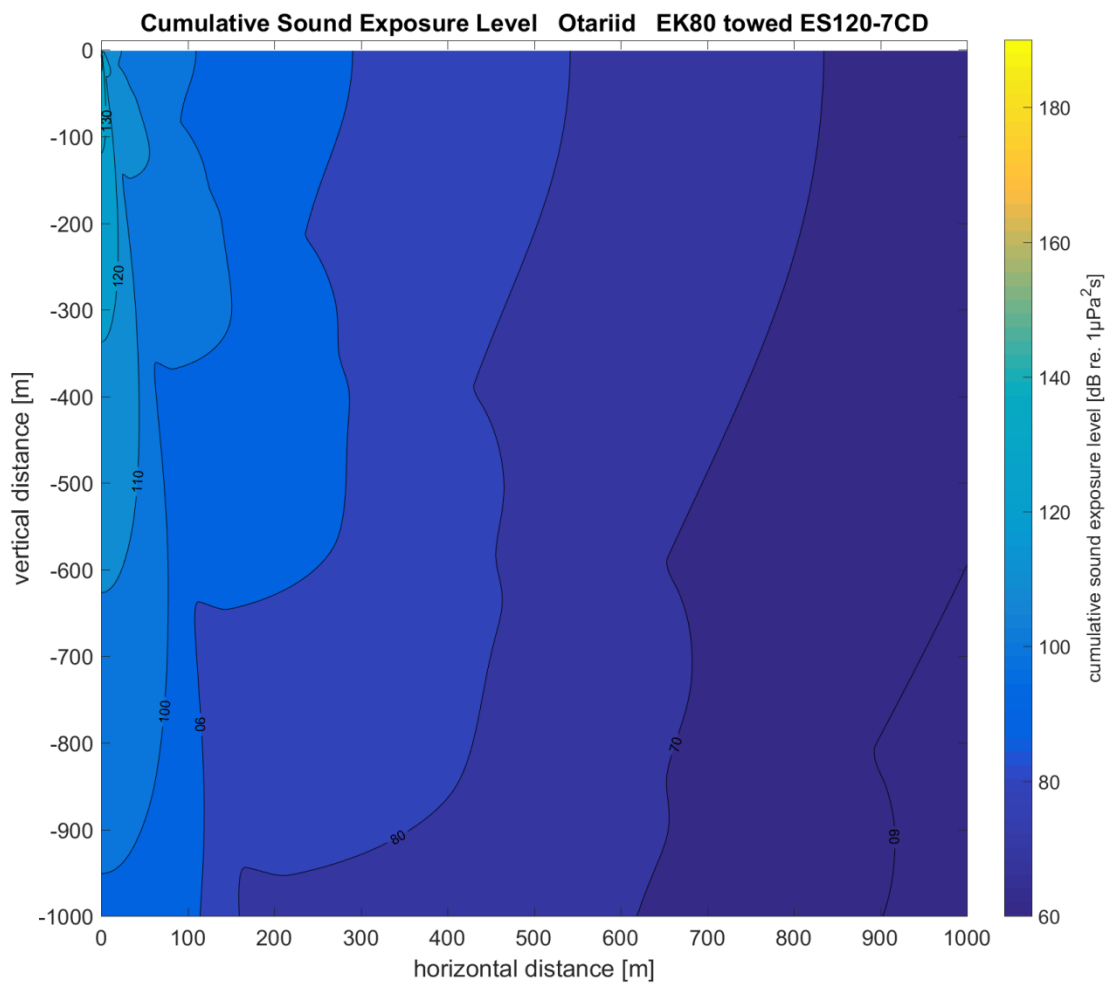


Figure 13.72: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for otariids for surveys with towed Simrad echosounder in EK80 mode at 95 kHz.

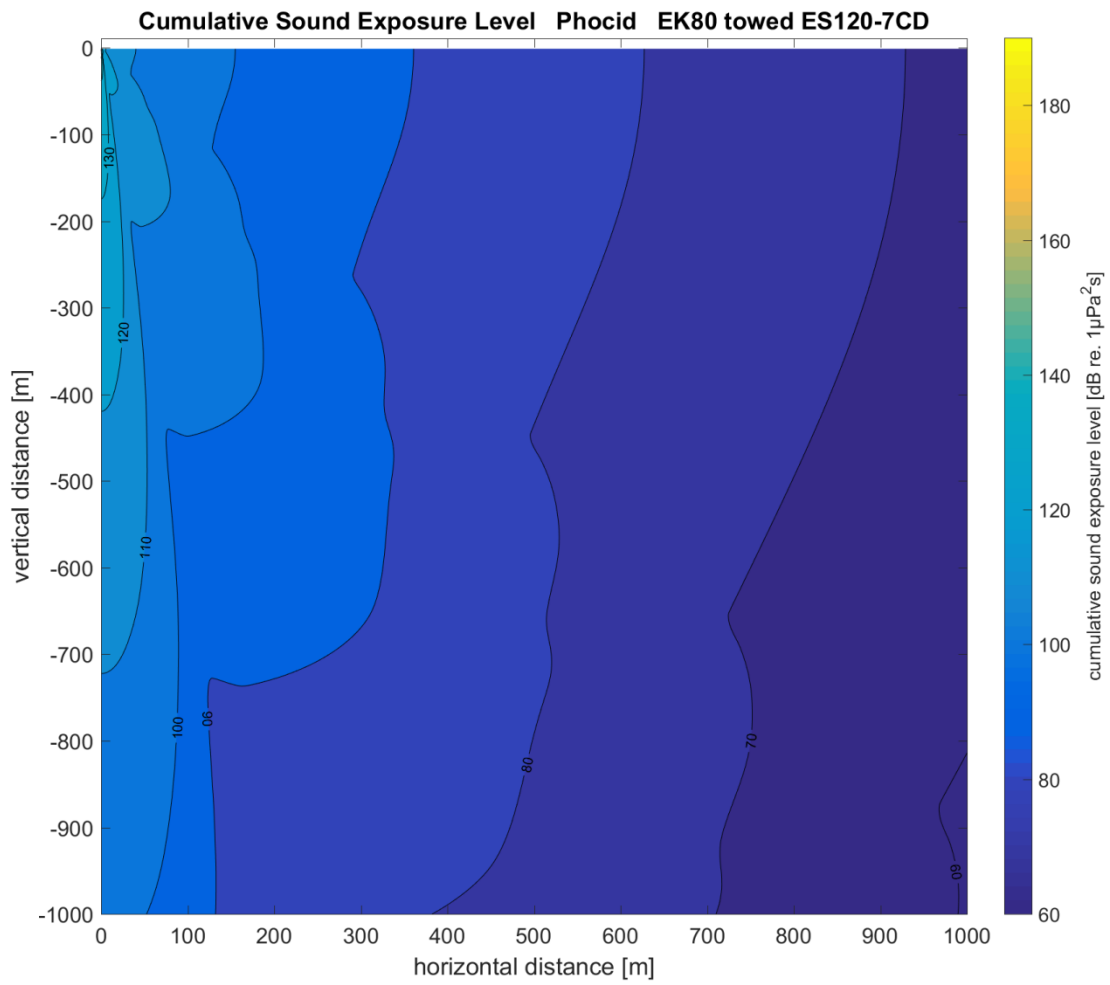


Figure 13.73: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for phocids for surveys with towed Simrad echosounder in EK80 mode at 95 kHz.

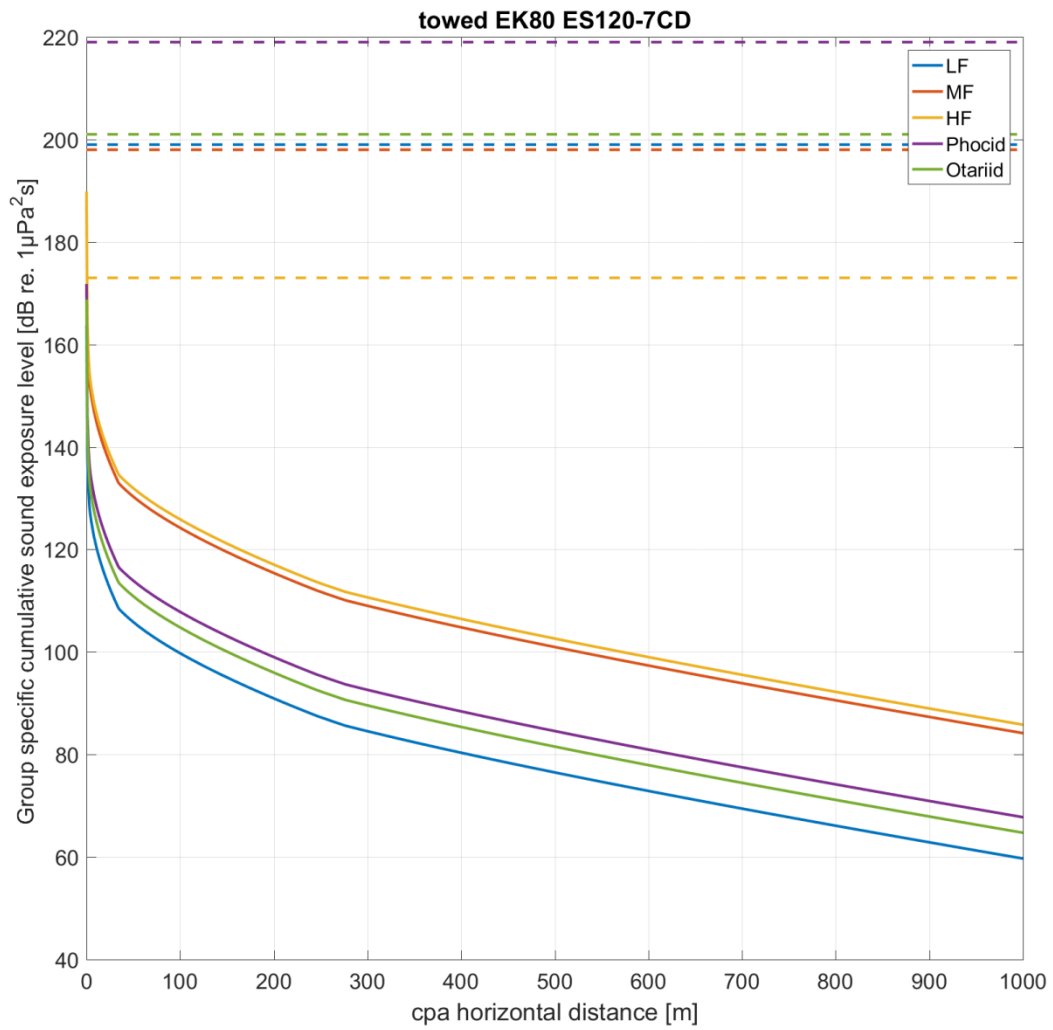


Figure 13.74: Solid lines: Maximum possible cumulative sound exposure levels for marine mammals of the different functional hearing groups passing the ship at a given distance (CPA) for surveys with *towed* Simrad echosounder in EK80 mode at 95 kHz. Dotted lines: PTS onset acoustic thresholds for cumulative sound exposure metric.

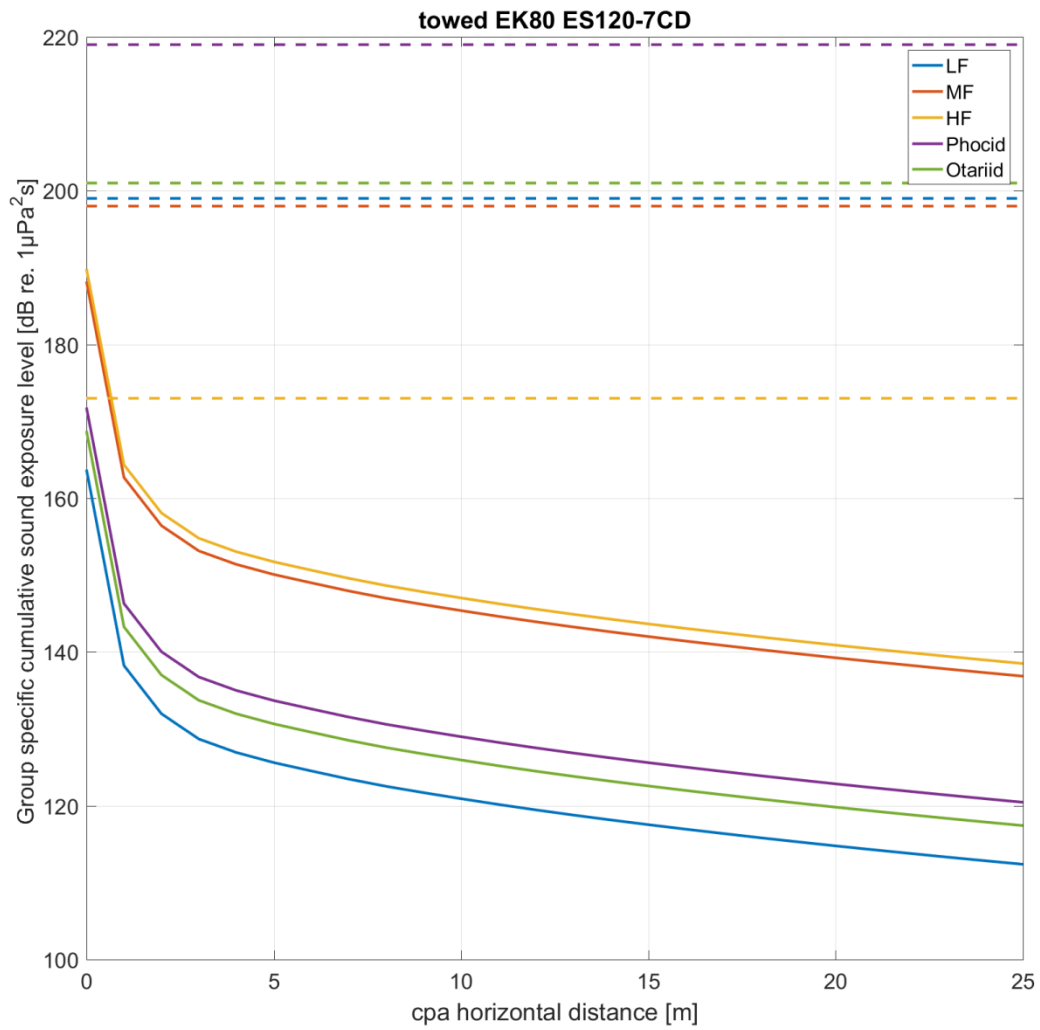


Figure 13.75: Solid lines: Maximum possible cumulative sound exposure levels for marine mammals of the different functional hearing groups passing the ship at a given distance (CPA) for surveys with Simrad echosounder in *towed* EK80 mode at 95 kHz (detailed enlargement for small distances). Dotted lines: PTS onset acoustic thresholds for cumulative sound exposure metric.

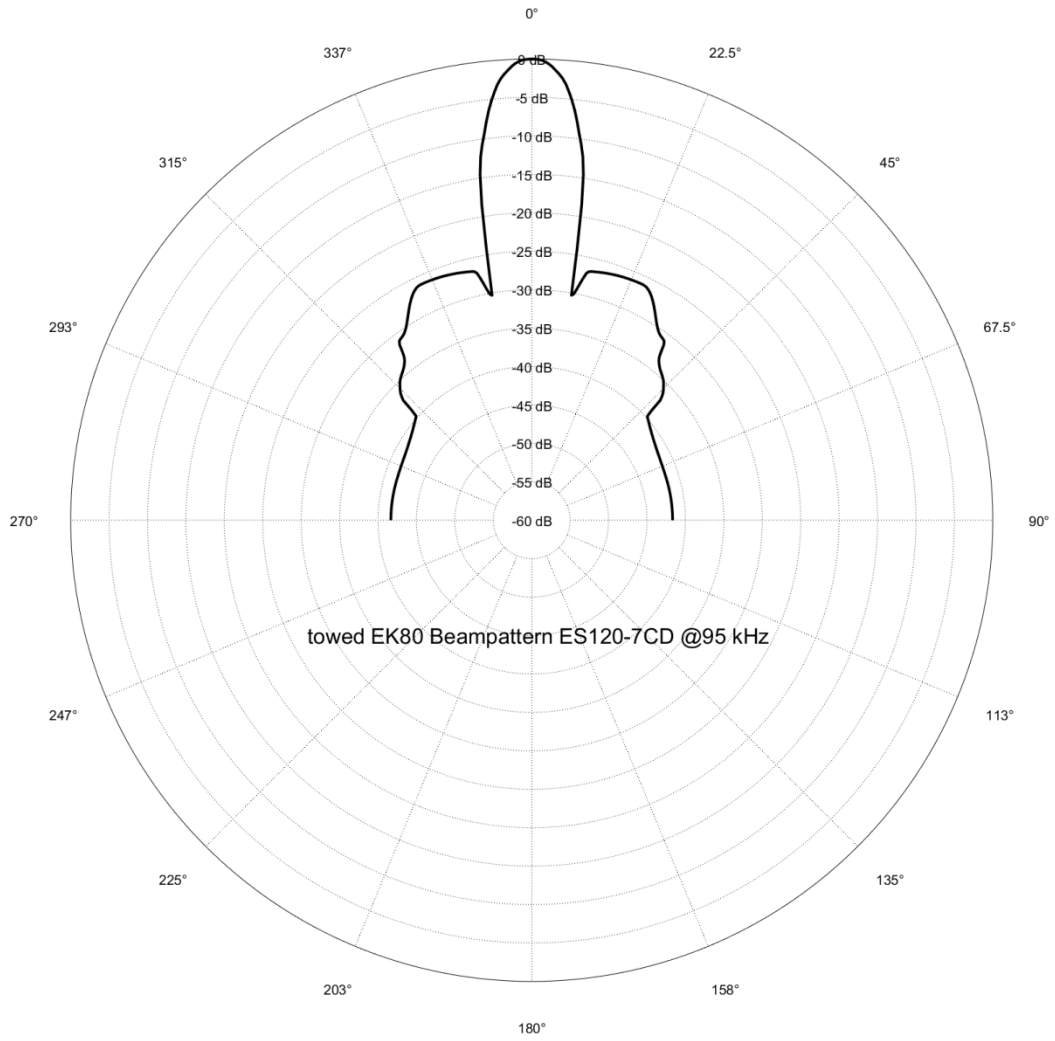


Figure 13.76: Beam pattern (conservative simplification) of the transducer ES120-7CD @ 95 kHz.

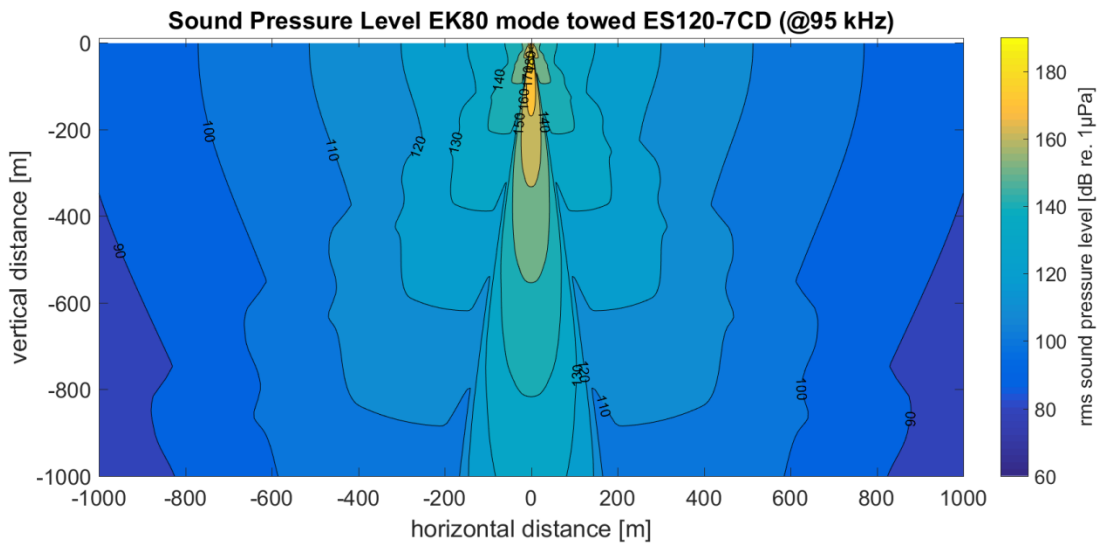


Figure 13.77: : RMS sound pressure field for *towed* Simrad EK80 mode @95kHz

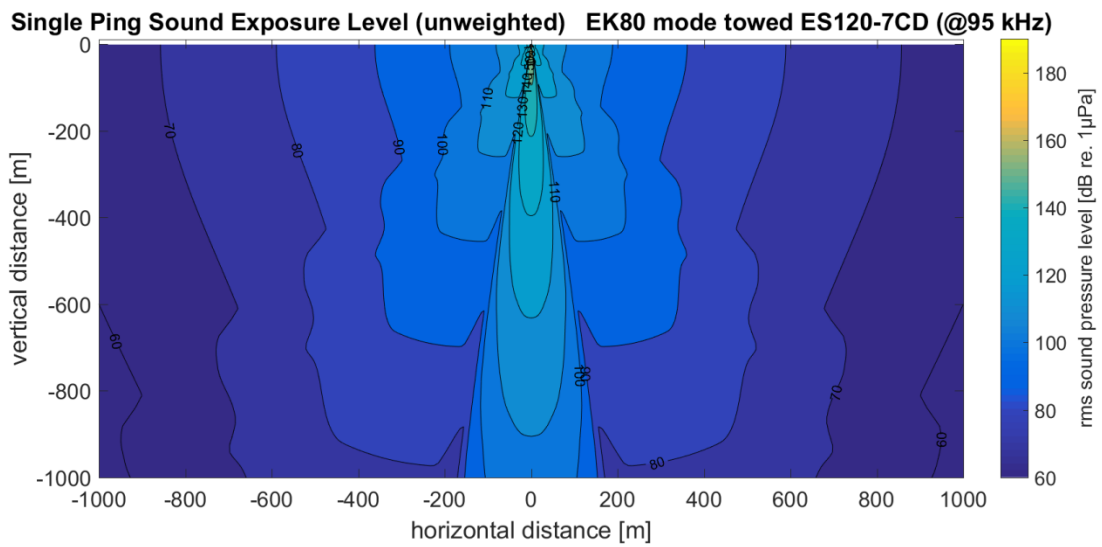


Figure 13.78: Unweighted Single Ping Sound Exposure Level for *towed* Simrad EK80 mode @95kHz.

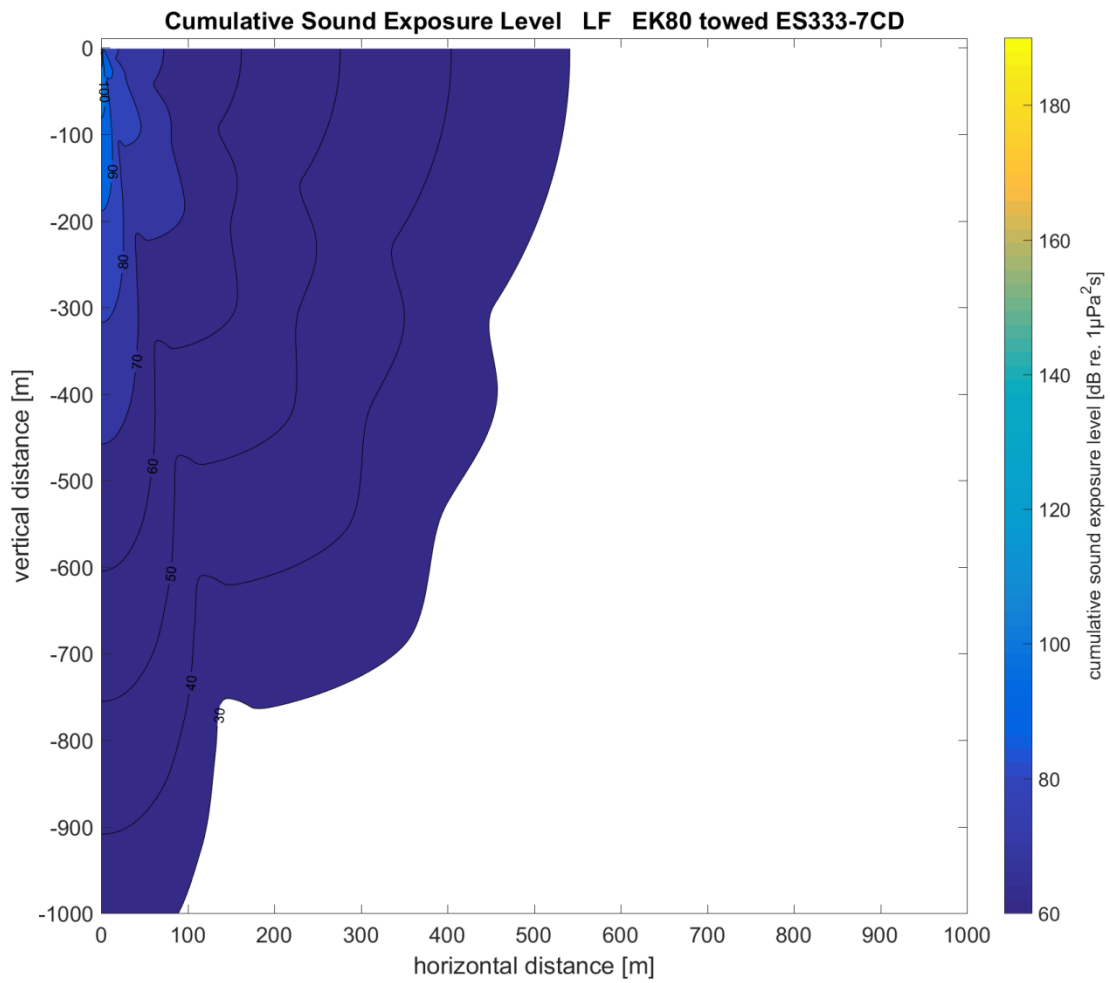


Figure 13.79: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for low-frequency cetacean groups for surveys with *towed* Simrad echosounder in EK80 mode at 260 kHz.

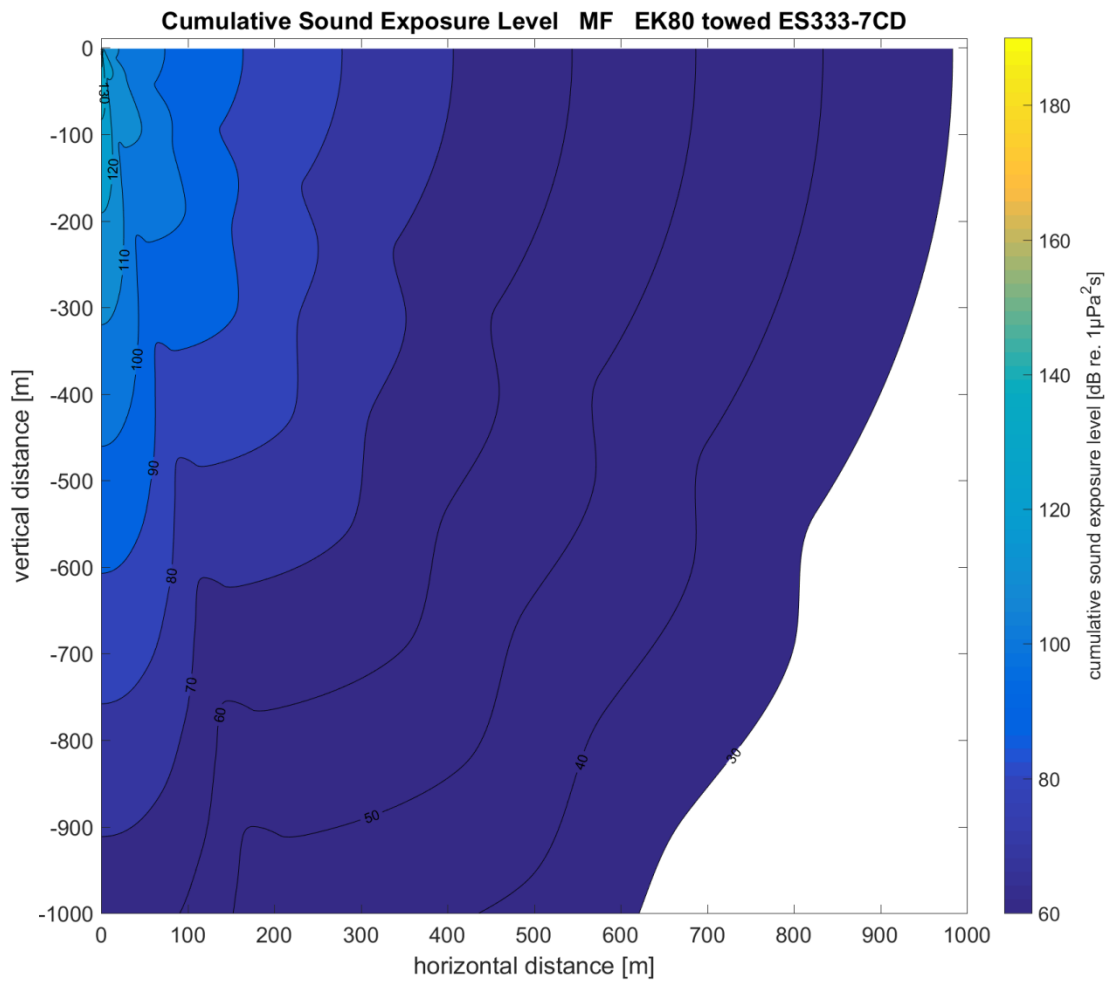


Figure 13.80: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for mid-frequency cetacean groups for surveys with *towed* Simrad echosounder in EK80 mode at 260 kHz.

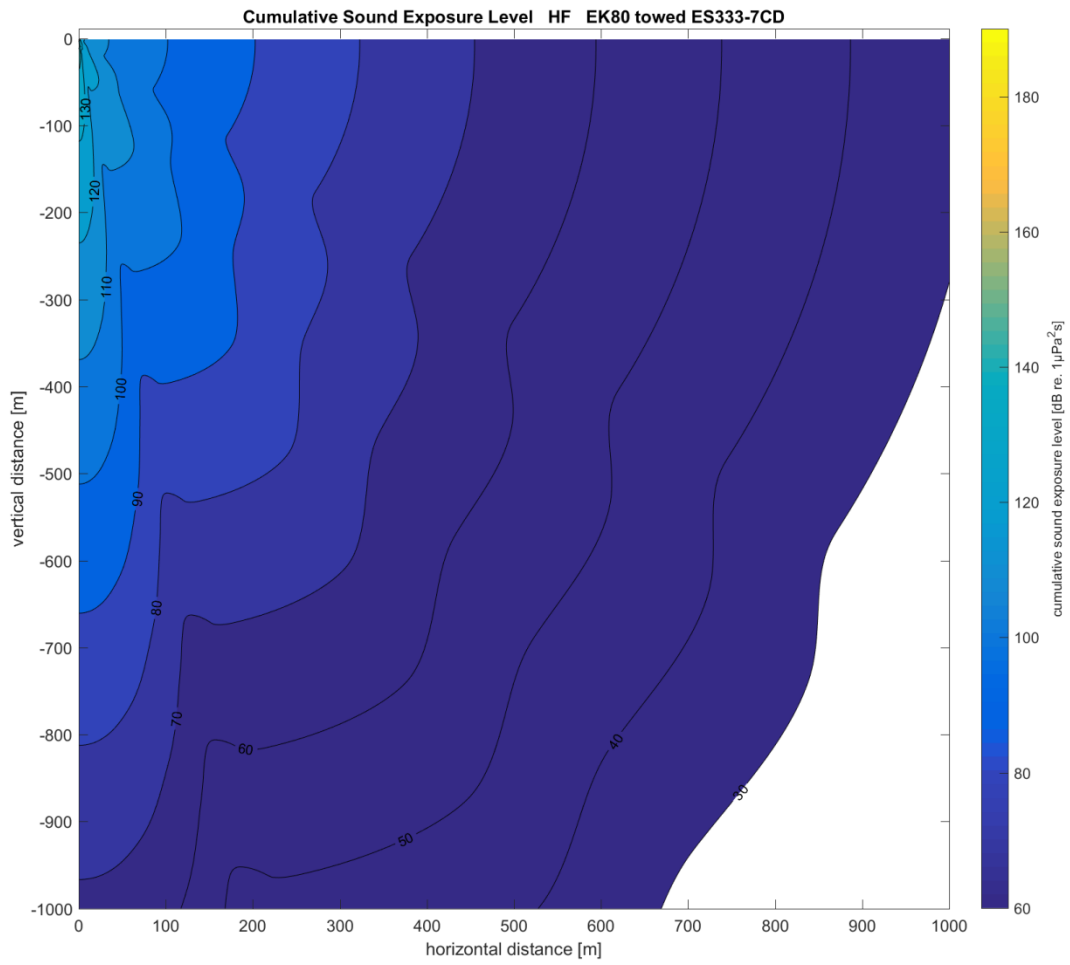


Figure 13.81: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for high-frequency cetacean groups for surveys with *towed* Simrad echosounder in EK80 mode at 260 kHz.

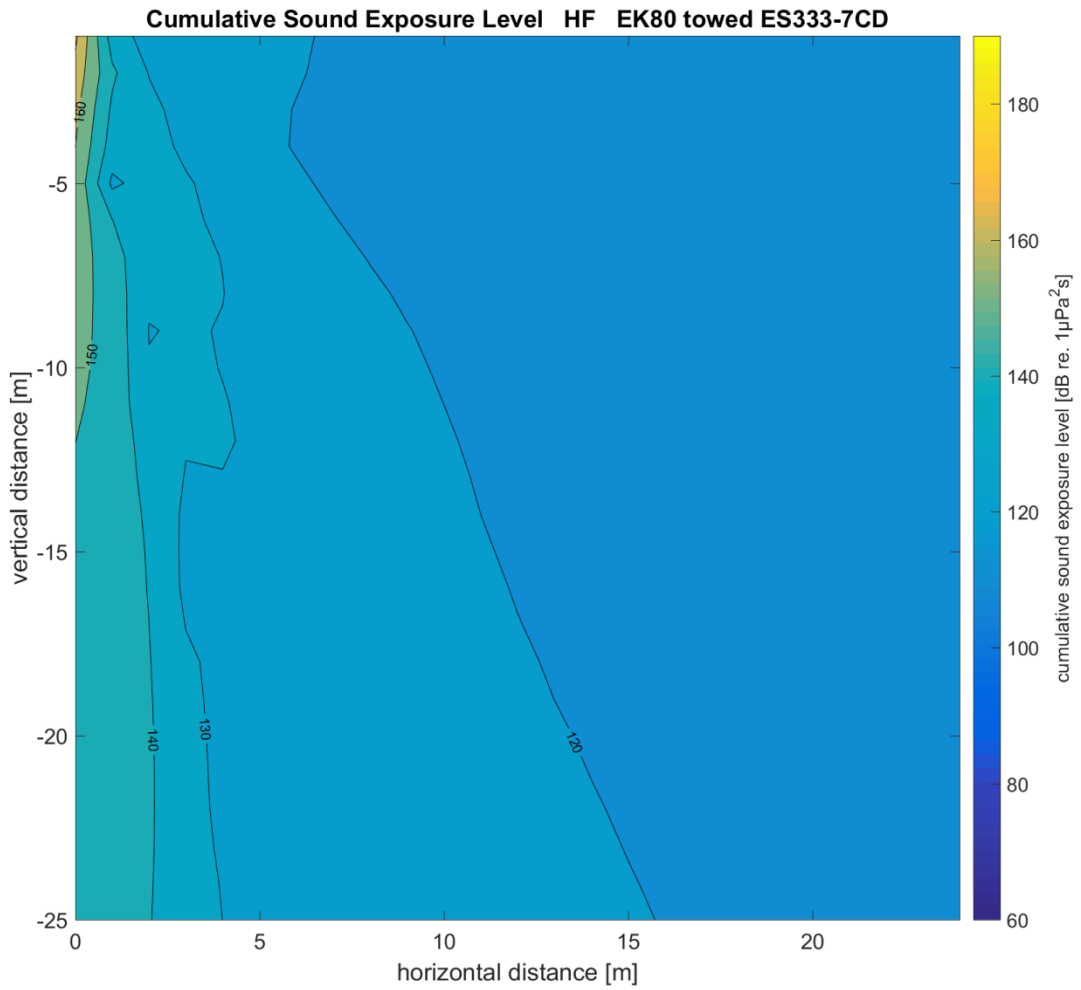


Figure 13.82: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for high-frequency cetacean groups for surveys with *towed* Simrad echosounder in EK80 mode at 260 kHz detailed enlargement for small horizontal and vertical distances (maximum possible cumulative exposure).

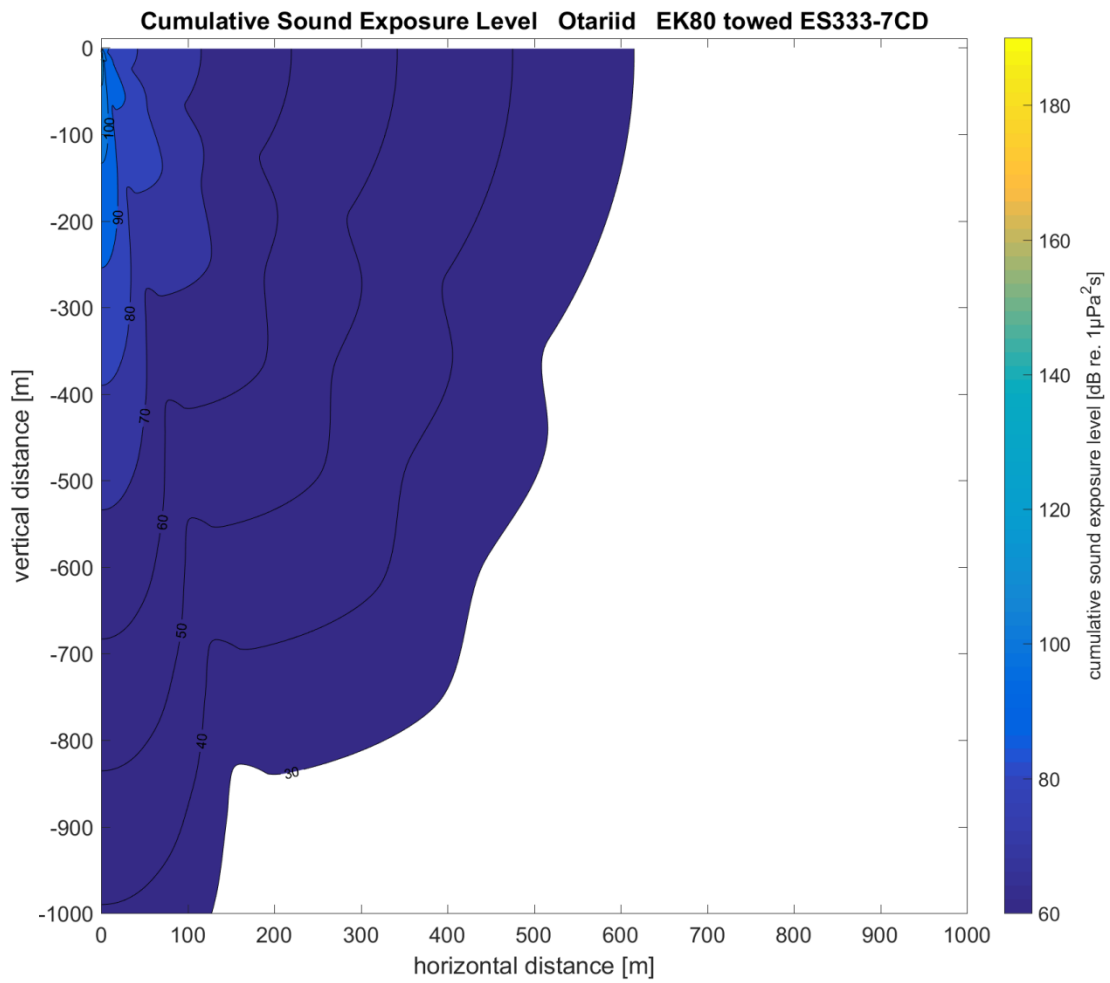


Figure 13.83: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for otariids for surveys with *towed* Simrad echosounder in EK80 mode at 260 kHz.

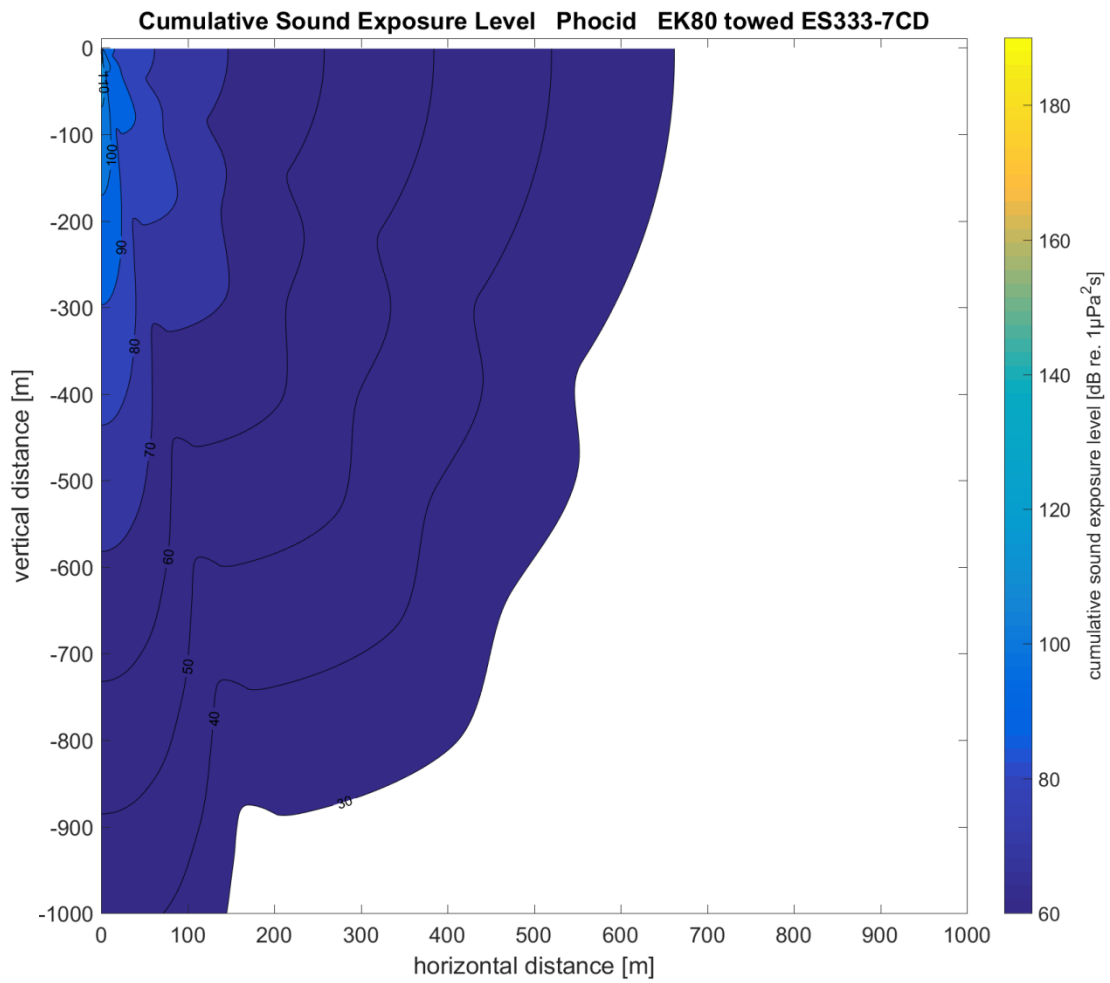


Figure 13.84: Hearing group specific cumulative sound exposure levels while on station for phocids for surveys with *towed* Simrad echosounder in EK80 mode at 260 kHz.

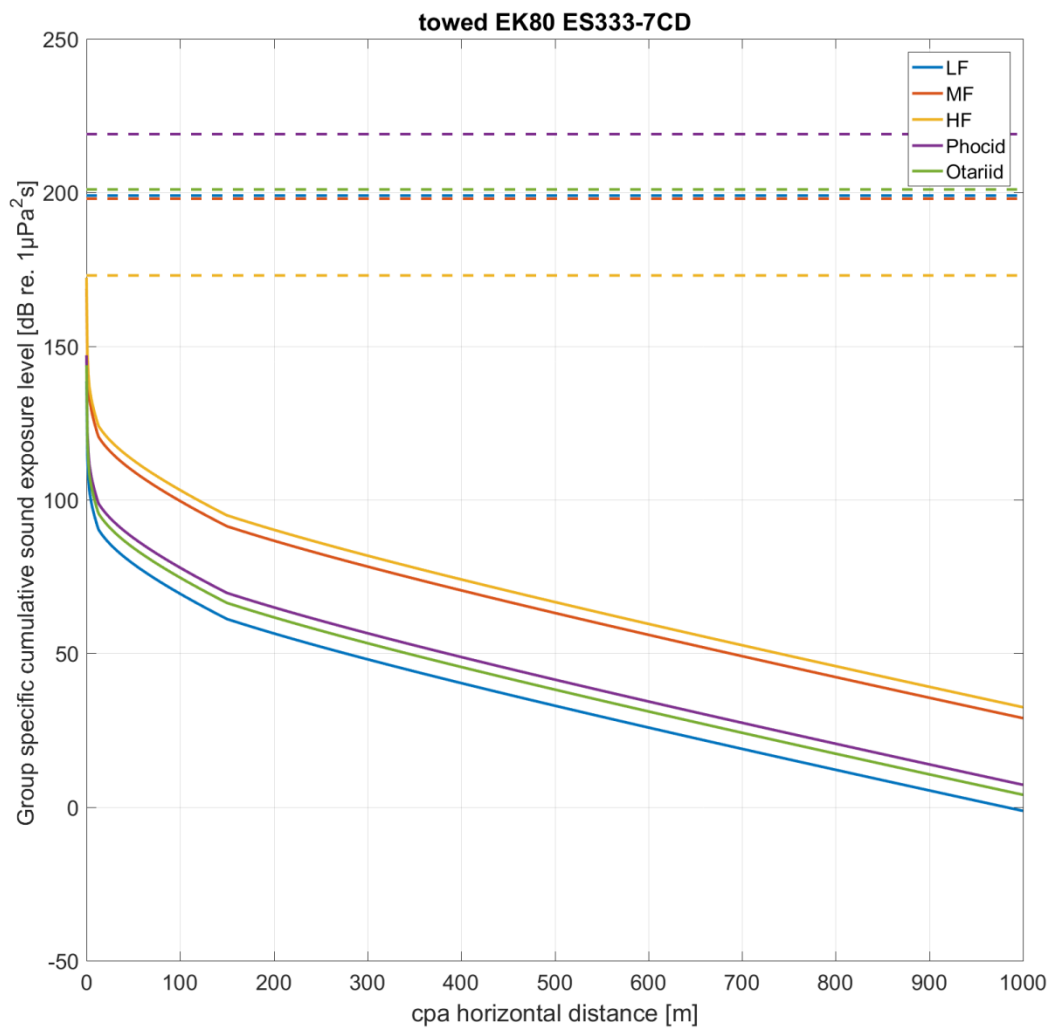


Figure 13.85: Solid lines: Maximum possible cumulative sound exposure levels for marine mammals of the different functional hearing groups passing the ship at a given distance (CPA) for surveys with *towed* Simrad echosounder in EK80 mode at 260 kHz. . Dotted lines: PTS onset acoustic thresholds for cumulative sound exposure metric.

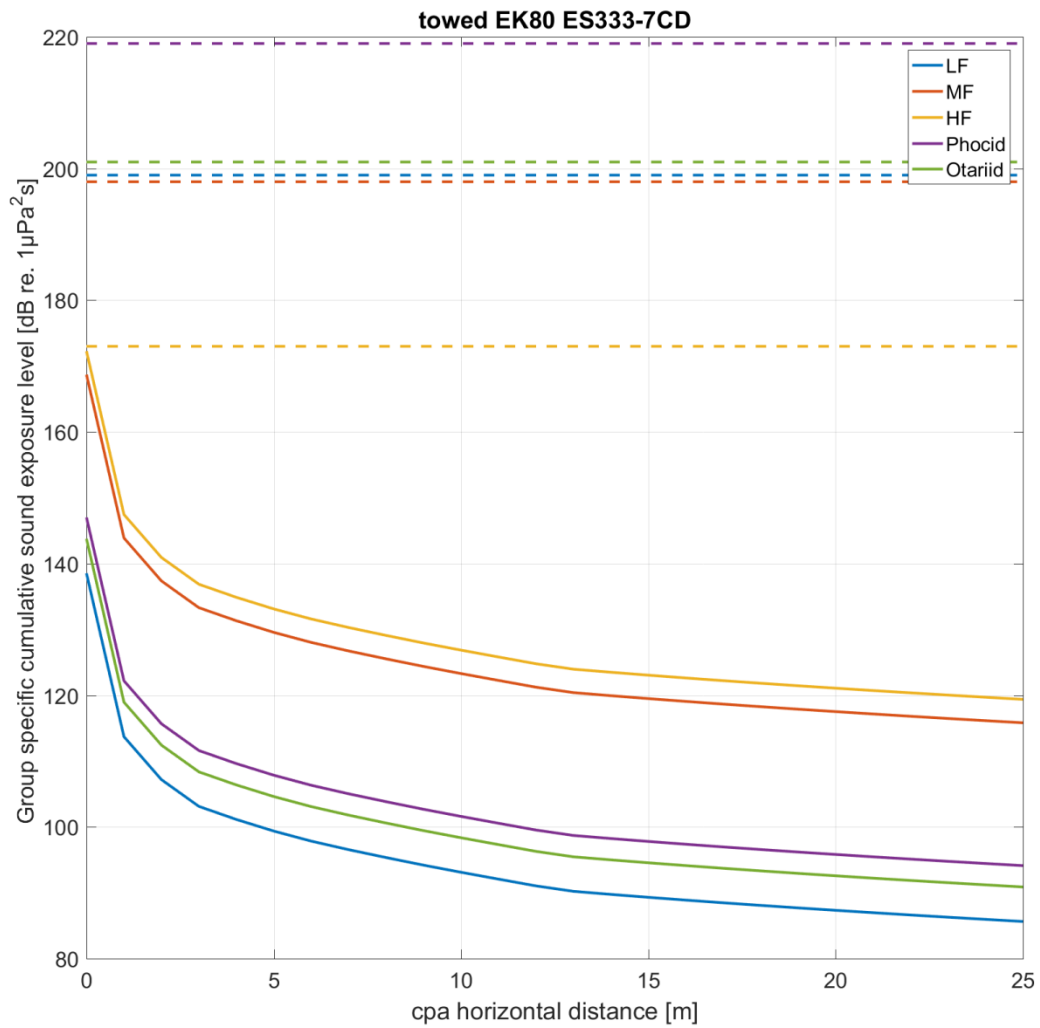


Figure 13.86: Solid lines: Maximum possible cumulative sound exposure levels for marine mammals of the different functional hearing groups passing the ship at a given distance (CPA) for surveys with Simrad echosounder in *towed* EK80 mode at 260 kHz (detailed enlargement for small distances). Dotted lines: PTS onset acoustic thresholds for cumulative sound exposure metric.

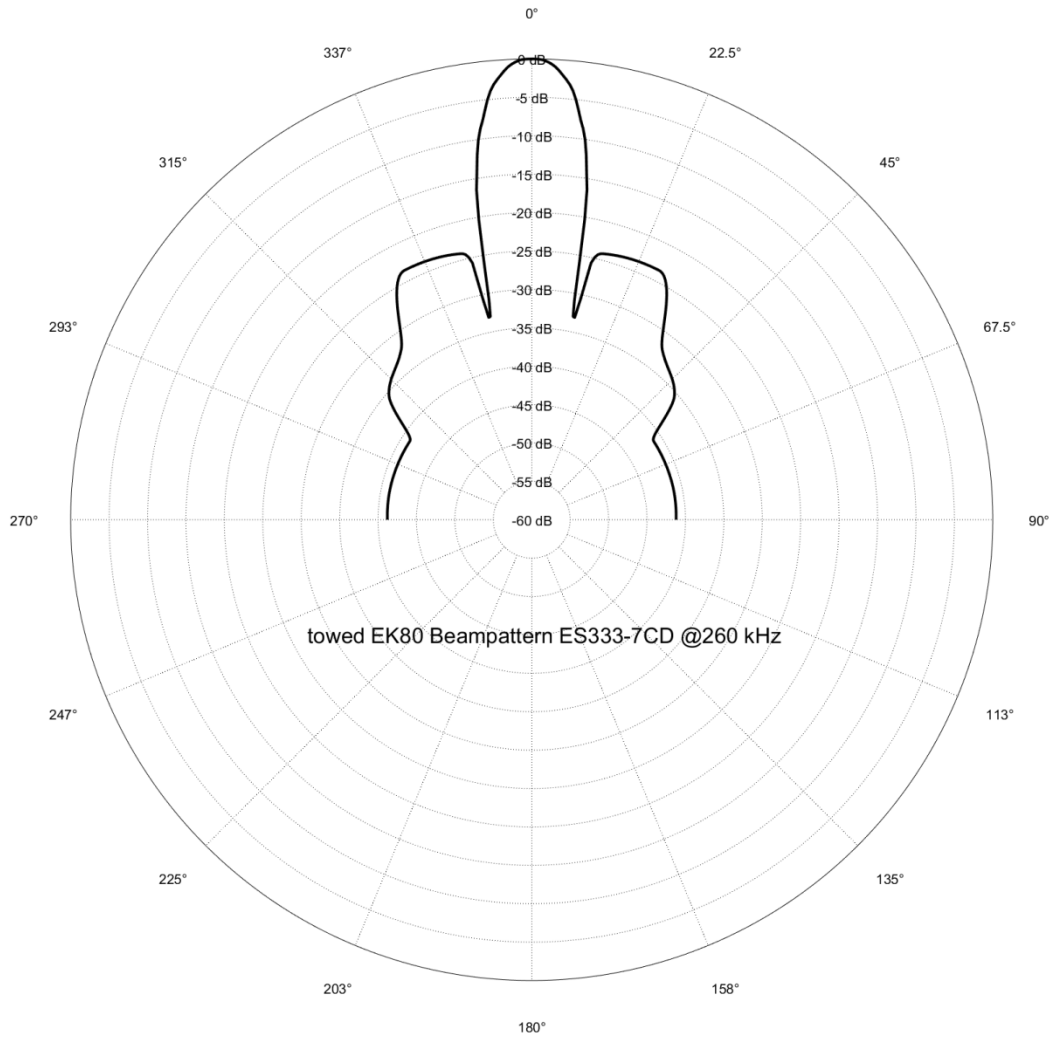


Figure 13.87: Beam pattern (conservative simplification) of the transducer ES333-7CD @ 260 kHz.

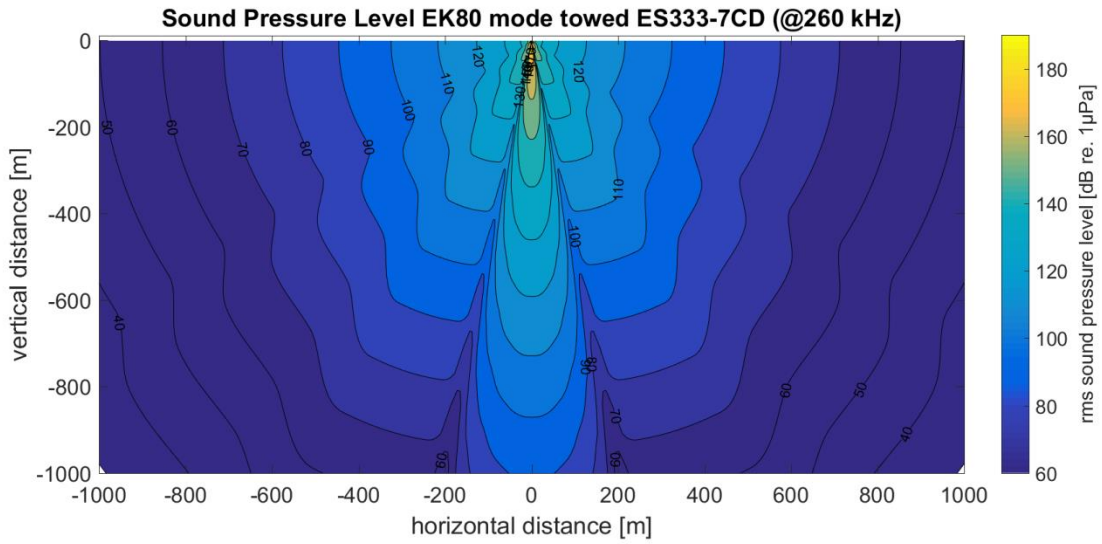


Figure 13.88: RMS sound pressure field for *towed* Simrad EK80 mode @260kHz

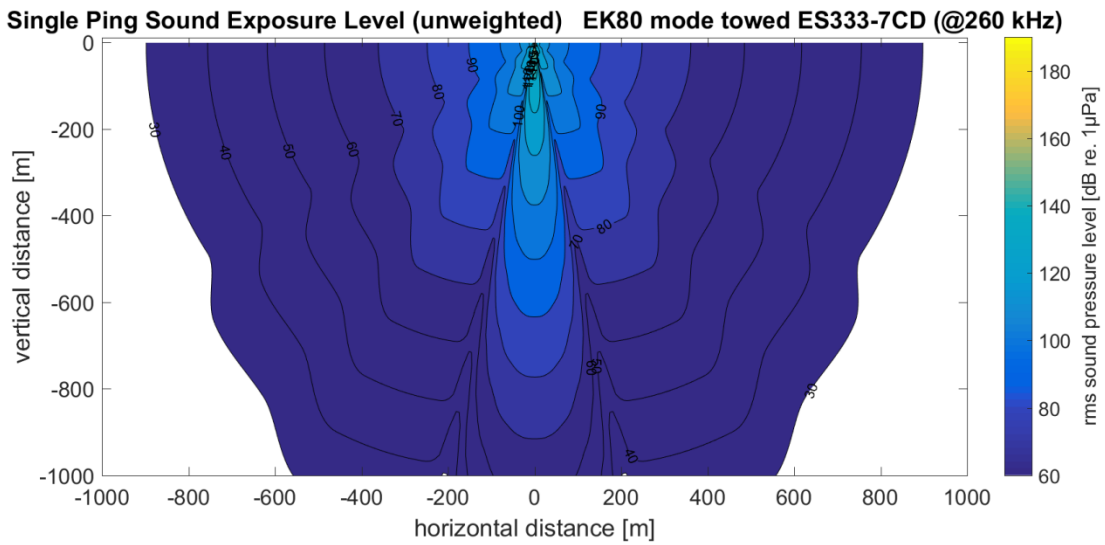


Figure 13.89: Unweighted Single Ping Sound Exposure Level for *towed* Simrad EK80 mode @260kHz.

Table 13.2: Summary of the results in terms of:

- a) a critical CPA and depth beneath the sound source below which animals of the different groups might experience a permanent threshold shift (second row);
- b) the horizontal extent of the area showing critical sound pressure levels which might induces a behavioral response (third row) and
- c) the residence time within this area assuming relative movement of sound source and animal at 2 ms⁻¹ (ship at station) or 5 ms⁻¹ (towed EK80), respectively (third row).

Mode / Frequency	CPA [m] and depth [m] beneath sound source below which animals of the different groups might experience a permanent threshold shift CPA / depth	Horizontal extent of the area around sound source showing critical sound pressure levels which might induces a behavioral response [m] and residence time within this area [min] extent / residence time
EK 60 / 38 kHz	1 m / 15 m (only HF species)	100 m / 1 min
EK 60 / 70 kHz	1 m / 13 m (only HF species)	80 m / 1 min
EK 60 / 120 kHz	1 m / 6 m (only HF species)	40 m / 0.5 min
EK 60 / 200 kHz	1 m / 2 m (only HF species)	40 m / 0.5 min
EK80 / 45 kHz	1 m / 15 m (only HF species)	120 m / 1 min
EK80 / 95 kHz	1 m / 8 m (only HF species)	50 m / 0.5 min
towed EK 80 / 95 kHz	1 m / 7 m (only HF species)	50 m / 0.5 min
towed EK 80 / 260 kHz	- / - (no group)	50 m / 0.5 min

Risk of permanent treshold shift

For no group except for the HF species, sound exposure levels generated during measurements with the transducers, frequencies and modes (EK60 and EK80 mode) assessed here, exceed critical levels that might cause PTS. For HF species critical CPA distance are below 1 m for diving depths less than 15m (maximum, EK80 @45 kHz) below transducer. In terms of a volume in which HF species might experience a PTS this volume is in the order of 4 m³ (EK 60 / 200 kHz) to 60 m³ (maximum, EK80 @45 kHz). Assuming an animal is passing the water below the ship at small diving depths of up to 20 m, this volume of potential residence would be in the order of 75 000 m³. Given the ratio of both volumes (60 m³/ 75000 m³) and further take into account the duty cycle of sound emission (4.0·10⁻⁴), the conditional probability to be exposed to a critical sound exposure level is less than 0.3·10⁻⁶ and thus is extremely small even in this extreme case.

Risk of significant behavioral response

Sound pressure levels which might lead to behavioral response occur in an area of less than 100 m around the sound source. Given a swimming speed of 2m s⁻¹ an animal would pass this area in less

than 1 minute. Even assuming significant longer residence time (e.g. 10 minutes), a disturbance for such short duration is unlikely to result in a significant behavioral response, i.e. lasting longer than 24 h (Southall et al. 2007) or is significant in terms of any other criteria proposed in NRC (2005).

Risk of masking

In Simrad EK60 mode the measurements are made with monofrequent pings with are very small duty cycle of $4.0 \cdot 10^{-4}$. The lowest frequency of 38 kHz is well above the sound frequency and duration of typical marine mammal vocalization. Odontocete clicks are more broadband and more frequent.

The FM signals, which are broad band signals, have potentially a higher impact. However, marine mammals have a high signal processing capacity, allowing among others to derive detailed directional information. Sound emission in EK60 and EK80 mode is strongly directional and perpendicular to virtually all vocalizations and other sound signals (i.e. clicks) used by marine mammals to survey their environment. Besides the signal form, the direction of the signal is likely a valid filter criterion for a marine mammal exposed to a sound signal from the Simrad EK60 / EK80. Moreover, the volume in which an animal might be exposed to significant sound levels (see Risk of significant behavioral response) is small and is ensonified with a very small duty cycle. In EK60 mode and EK80 mode, thus, the risk of masking should be very small.

Cumulative effects

Contribution of ship noise due to ships operation (e.g. propeller) is likely small within the sound frequencies used during measurements with Simrad echosounder in EK60 and EK80 mode (see discussion in Evaluation of risk for Simrad EK60 18 kHz mode).

Table 13.3: Name, frequency, mounting location and possibility of concurrent operation of further relevant acoustic sources aboard RV Polarstern.

	operation frequency	location	concurrent operation
Air guns	Mainly < 1kHz	towed	no
Posidonia	10.5 -14 kHz	hull mounted	possible
Posidonia transponders	10.5 -14 kHz	in mooring, > 1km from ship	possible
Hydrosweep	13-17 kHz	hull mounted	no/triggered
EK 60 18kHz only	18 kHz	hull mounted	no/triggered
Parasound	18 – 22 kHz	hull mounted	no/triggered
GAPS	19.5 - 21 kHz	hull mounted	possible
GAPS transponders	19.5 - 21 kHz	in mooring,	possible
GAPS transponders	19.5 - 21 kHz	mobile; > 100m from ship	possible
EK 60 multi frequency	38, 70, 120, 200 kHz	hull mounted	_*
EK 60 in EK 80 mode	45-90, 95-160 kHz	hull mounted	_*
towed EK 80	95-160, 250-500 kHz	towed > 1km from ship	possible

* operation of the hull mounted Simrad EK60 in in EK60 or EK80 mode

Sound frequencies during operation of the acoustic sources listed in Table 13.3 are sufficiently separated from frequencies used during operation of Simrad EK60 / EK80 as not to affect the same auditory region of the cochlea of an animal. Moreover, the listed acoustic sources are not used concurrently or only in a triggered mode (e.g. several pings of the Simrad multi-frequency echosounder in EK60 or EK80 mode are followed by a single ping with EK60 18 kHz only). All

frequencies of the monofrequent signals used during operation of the Simrad multi-frequency echosounder in EK60 mode (38, 70, 120 and 200 kHz) are broadly separated from each other. During operation with two transducers in EK80 mode, the FM signals of the transducers are restricted to well-separated frequency bands.

Concurrent operation of ship mounted Simrad in EK80 mode and towed Simrad EK80 shows strong frequency overlap for measurements with the transducers ES120-7C and ES120-7CD. However, assuming concurrent impact on the cumulative sound exposure level, a HF species would have to pass both transducers with a CPA less than 1 m and a vertical distance less than 10 m to be exposed to a cumulative sound exposure level that might cause PTS.

In summary, no cumulative effects due to concurrent or triggered operation of the listed instruments are expected with regard to auditory impairments.

Conclusion

Use of ship hull mounted and towed Simrad multi-frequency echosounder in EK60 and EK80 mode does not bear the potential to cause permanent threshold shifts, significant behavioral responses or masking, except for HF cetaceans. If any effects on non-HF groups should occur, these will not affect the fitness of the individual and will be without any effect on the population. Operation of the hull mounted and towed Simrad multi-frequency echosounder in EK60 and EK80 mode thus can be considered to be of negligible risk for LF and MF-cetaceans, as well as for otariids and phocids.

Hourglass dolphins are the only HF species potentially occurring in the Atlantic sector of the Southern Ocean. Impact on individuals of this species cannot categorically be excluded to possibly experience a permanent threshold shift if passing the transducer very close while the ship is on station. As mentioned above, the probability to enter the small volume in which sound exposure levels exceed threshold for onset of permanent threshold shift during the very short moment during this volume is ensonified by a sound signal is extremely small. Moreover, given the animals ability to process the received sound signals (discrimination ability), it likely avoid further swimming in direction of such repeating sound signal with increasing intensity approaching the source.

The “encounter probability” is further strongly reduced due to the fact, that the region along 60°S can be conceived as the southern extreme of the habitat of the hourglass dolphin in the Atlantic sector of the Southern Ocean.

In summary, operation of the ship hull mounted and towed Simrad multi-frequency echosounder in EK60 and EK80 mode can be considered to be of negligible risk not only for LF and MF-cetaceans, otariids and phocids, but also for hourglass dolphins (HF species).

Annex 14: Evaluation of Risk - Ortungssystem Posidonia

Applicability

The discussion below pertains to components of the iXSea Posidonia tracking system in interrogation mode. It is presented from the perspective of the hull mounted ship-side transducers, but results are equally applicable to the mobile (Brunnenschacht) system (alternatively used to hull mounted transducer) or the Posidonia transponders and releases which all feature identical active acoustic parameters. During command mode, Posidonia will emit less energy per minute than during the interrogation mode presented here, which is why the interrogation mode represents a conservative selection.

Model assumptions and variables used

sonar frequency	f	10.5 kHz for LF cetaceans 14.0 kHz for MF cetaceans 14.0 kHz for HF cetaceans 10.5 kHz for Otariids 10.5 kHz for Phocids
source level	SL	191 dB rms re 1 μ Pa
duration of interrogation ping	τ	10 ms
ping repetition period		10 s
size/resolution of model space		2000 m / 1 or 2 m
source depth		11.2 m
relative speed		2 ms ⁻¹
acoustic attenuation coefficient	α	1.509 dB km ⁻¹ (10.5kHz) 2.467 dB km ⁻¹ (14.0kHz)
distance from source	r	matching size of model space
pitch	ϑ	irrelevant in this case due to spherical symmetry
roll	φ	irrelevant in this case due to spherical symmetry
beam pattern	b	0 dB for all ϑ, φ due to spherical symmetry
group-weighting function	W_g	dB (negative values)

Risk of permanent acoustic threshold shift

Basis for evaluation: *Technical guidance for assessing the effects of anthropogenic sound on marine mammal hearing; Underwater Acoustic Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts; NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-55 July 2016.*

Single-ping, group-weighted (Figure 14.1) sound exposure levels L_s are calculated (Figure 14.2) for 5 auditory groups (LF, MF and HF cetaceans, phocids and otariids) based on the one-way sonar equation assuming spherical spreading according to:

$$L_{E,g,s}(r, \gamma) = SL - 20\log_{10}(r) - \alpha r + b(\vartheta, \varphi) + 10\log_{10}(\tau) + W_g(f)$$

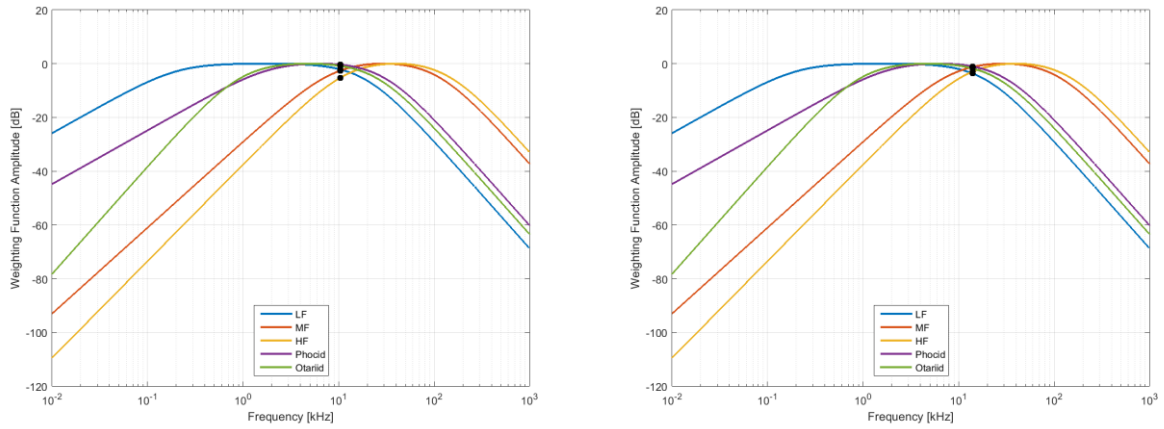
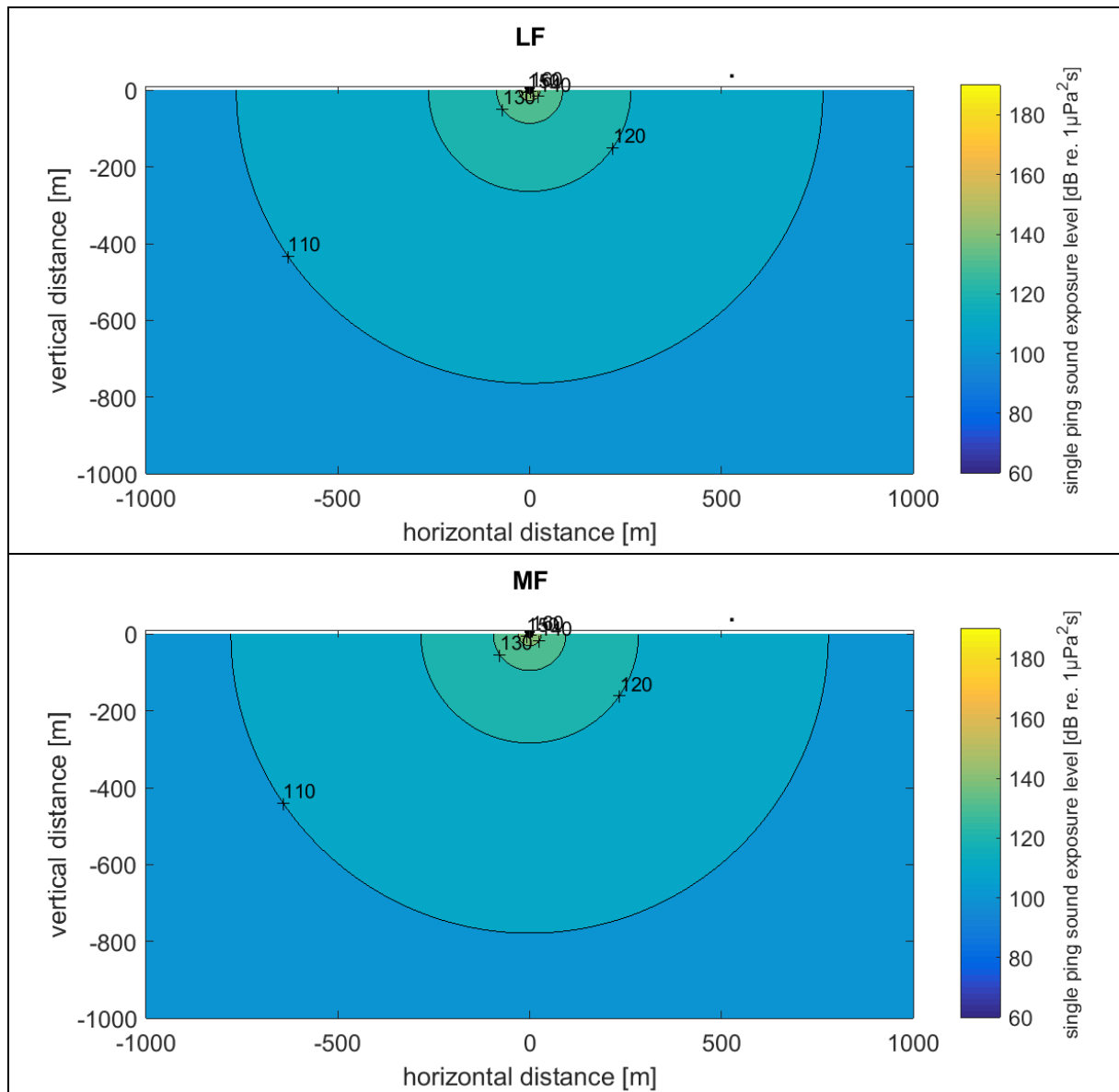


Figure 14.1: Group weighting functions evaluated at 10.5 kHz (left) for LF-cetaceans, phocids and otariids, and for 14 kHz (right) for MF and HF cetaceans.



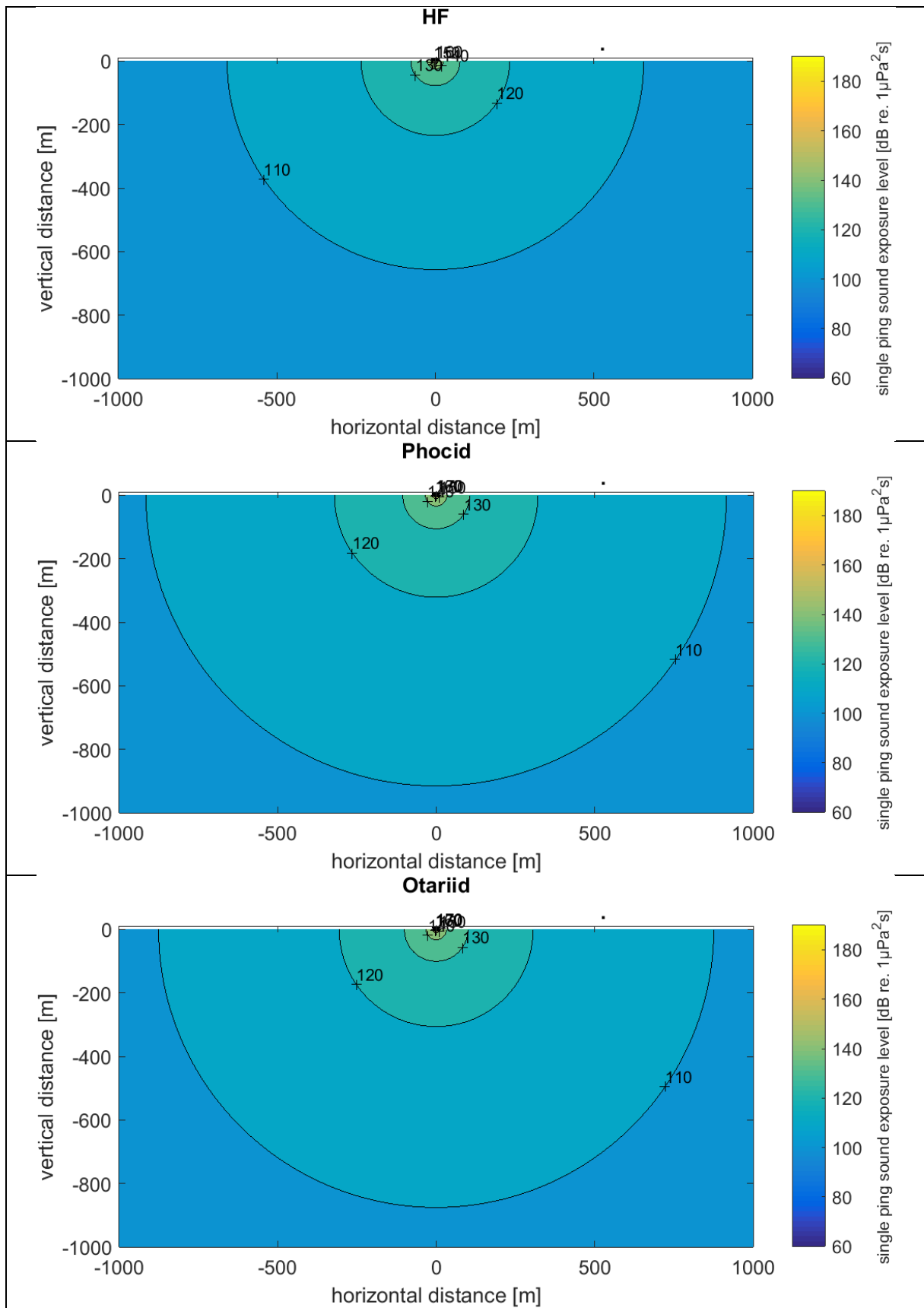
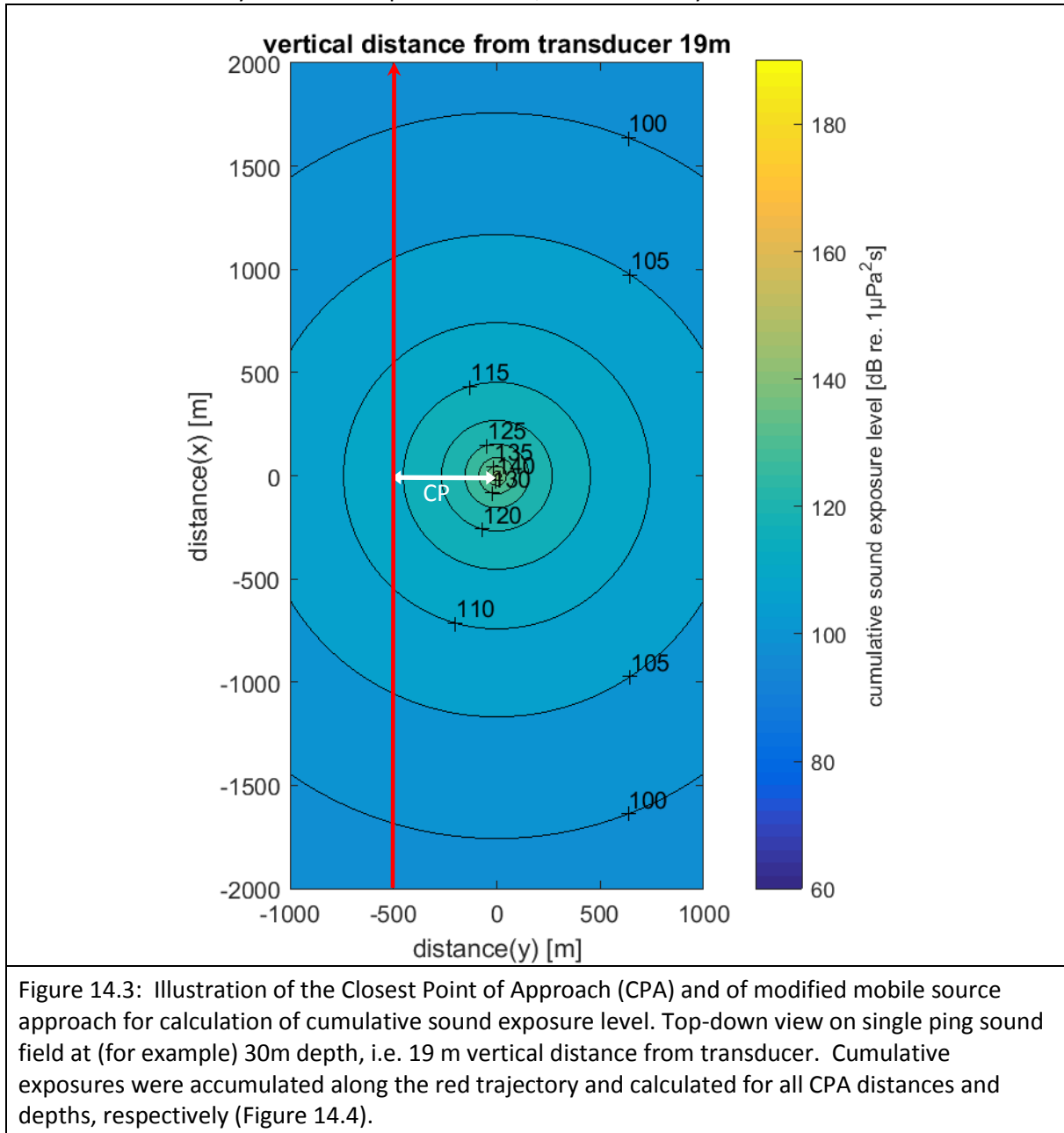


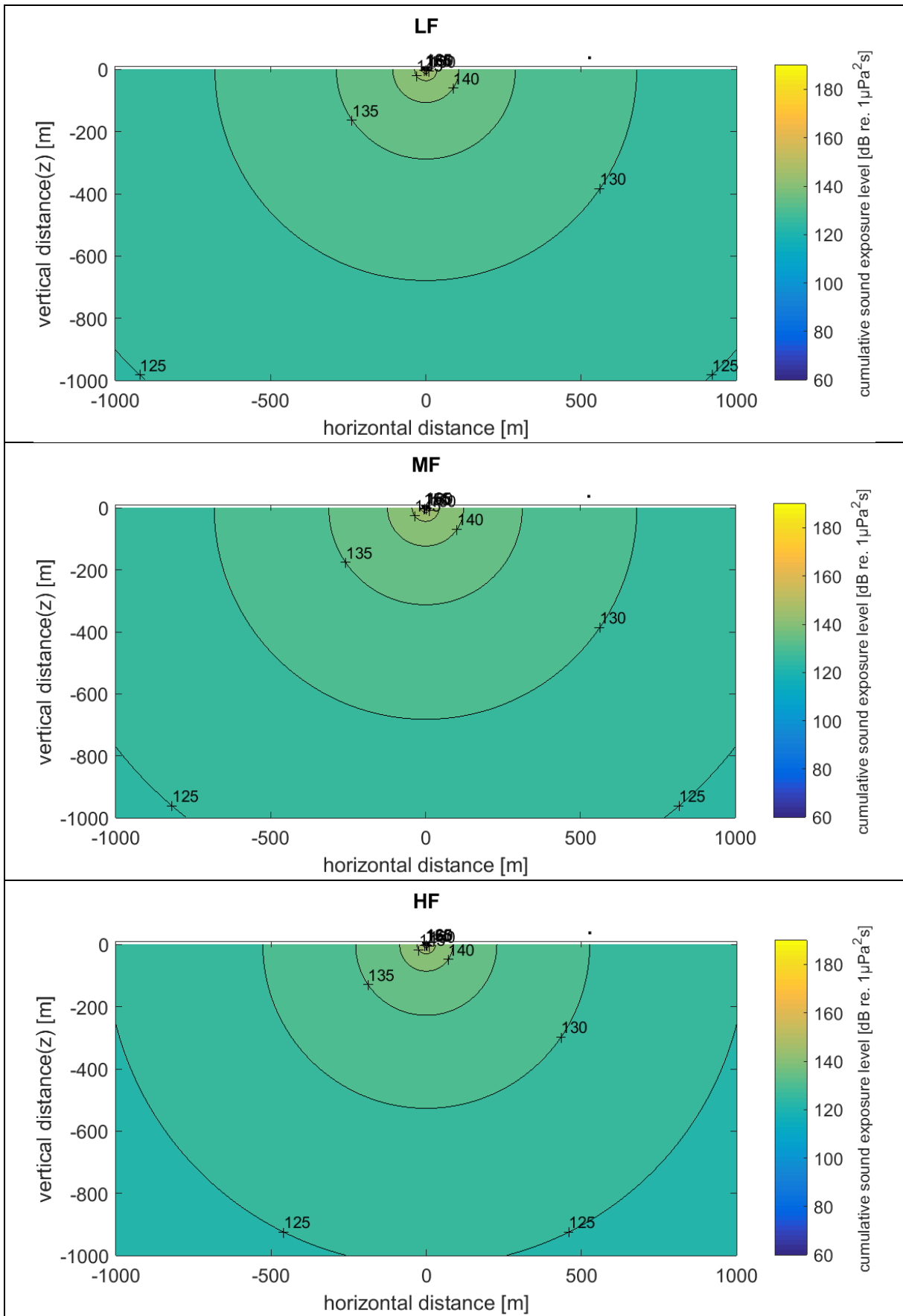
Figure 14.2: Hearing group specific single ping sound exposure levels for five species groups. LF = low-frequency, MF = mid-frequency, HF = high-frequency cetacean groups.

Cumulative sound exposure levels are based on a modified mobile source approach (NMFS-OPR-55 July 2016) from single ping sound exposure levels, assuming a marine mammal crossing the model domain past the source at constant depth and in a straight line at a speed of 2 ms^{-1} (Figure 14.3). Posidonia is used only when the ship is on station, adrift or nearly at halt.



Due to the spherical and hence axial symmetry of the sound field, results shown in Figure 14.3 apply to any swim direction relative to the ship for a given distance at the closest point of approach (CPA).

$$L_{E,g,24h} = 10 \log_{10} \left(\sum_{\text{received pings}} 10^{\left(\frac{L_{E,g,S}}{10}\right)} \right)$$



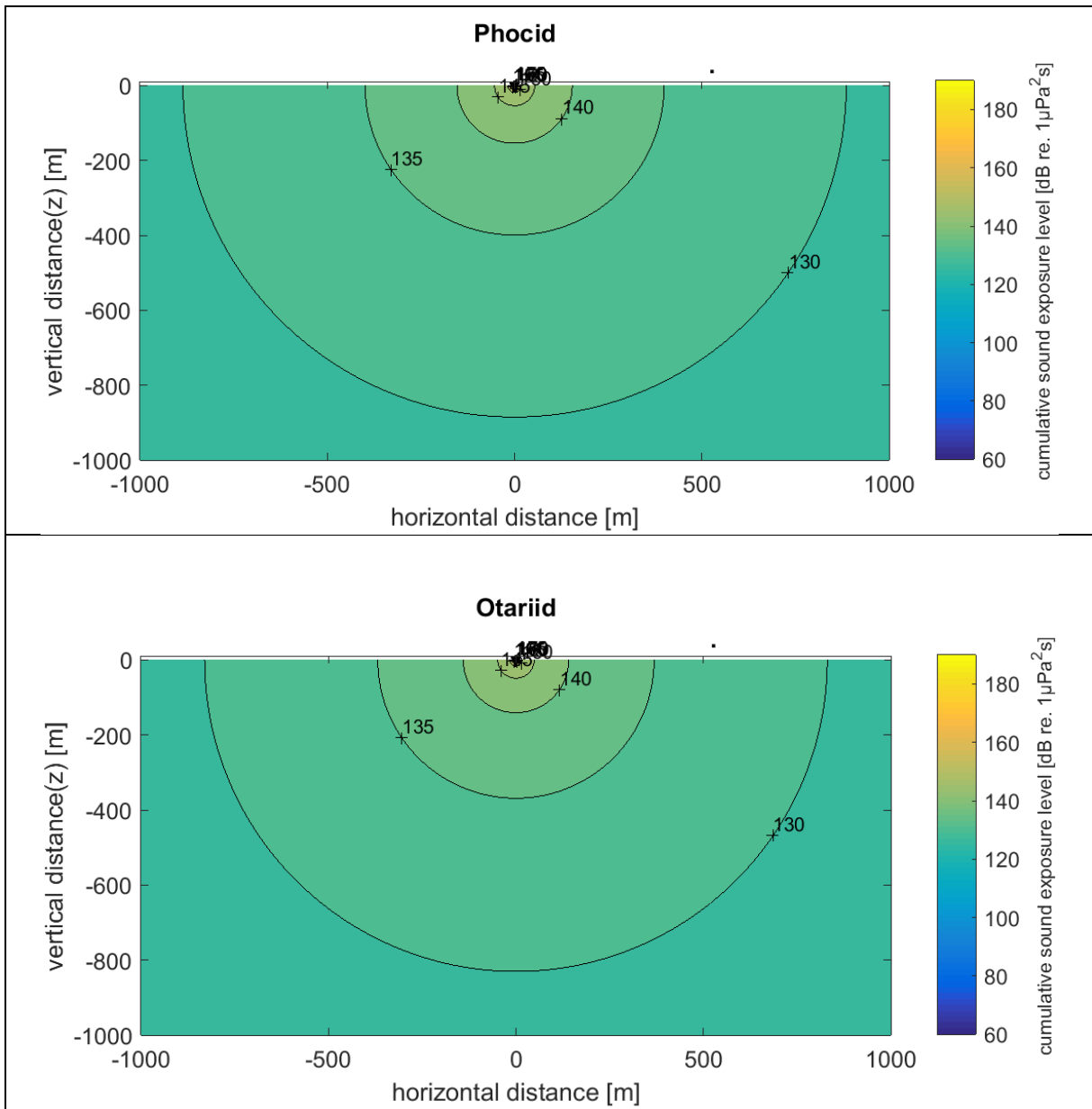
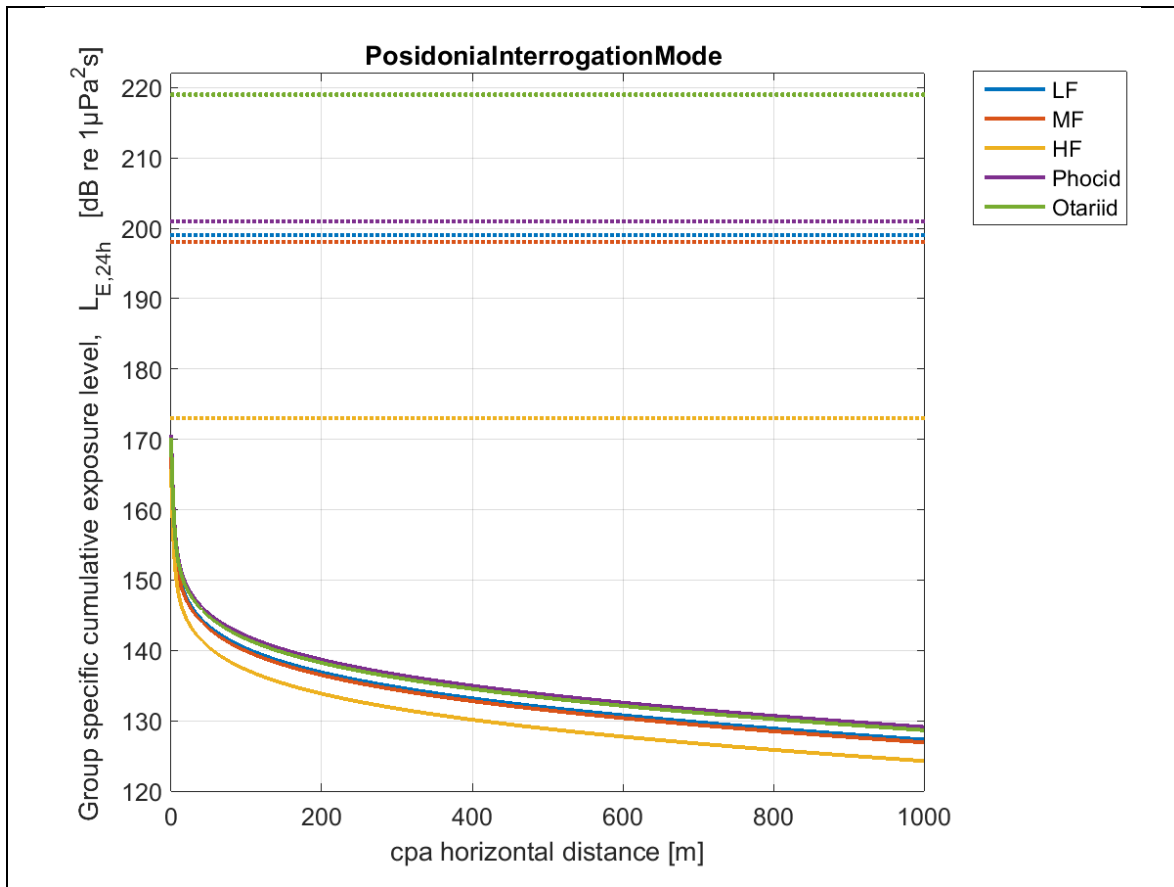


Figure 14.4: Hearing group specific cumulative sound exposure levels for a passing marine mammal while the ship is on station as function of horizontal CPA distance. LF = low-frequency, MF = mid-frequency, HF = high-frequency cetacean groups. Volumes within which marine mammals might experience a permanent threshold shift would have been contoured in red (none in this case).

For a given CPA distance, each group specific maximum possible exposure level is plotted in Figure 14.5.



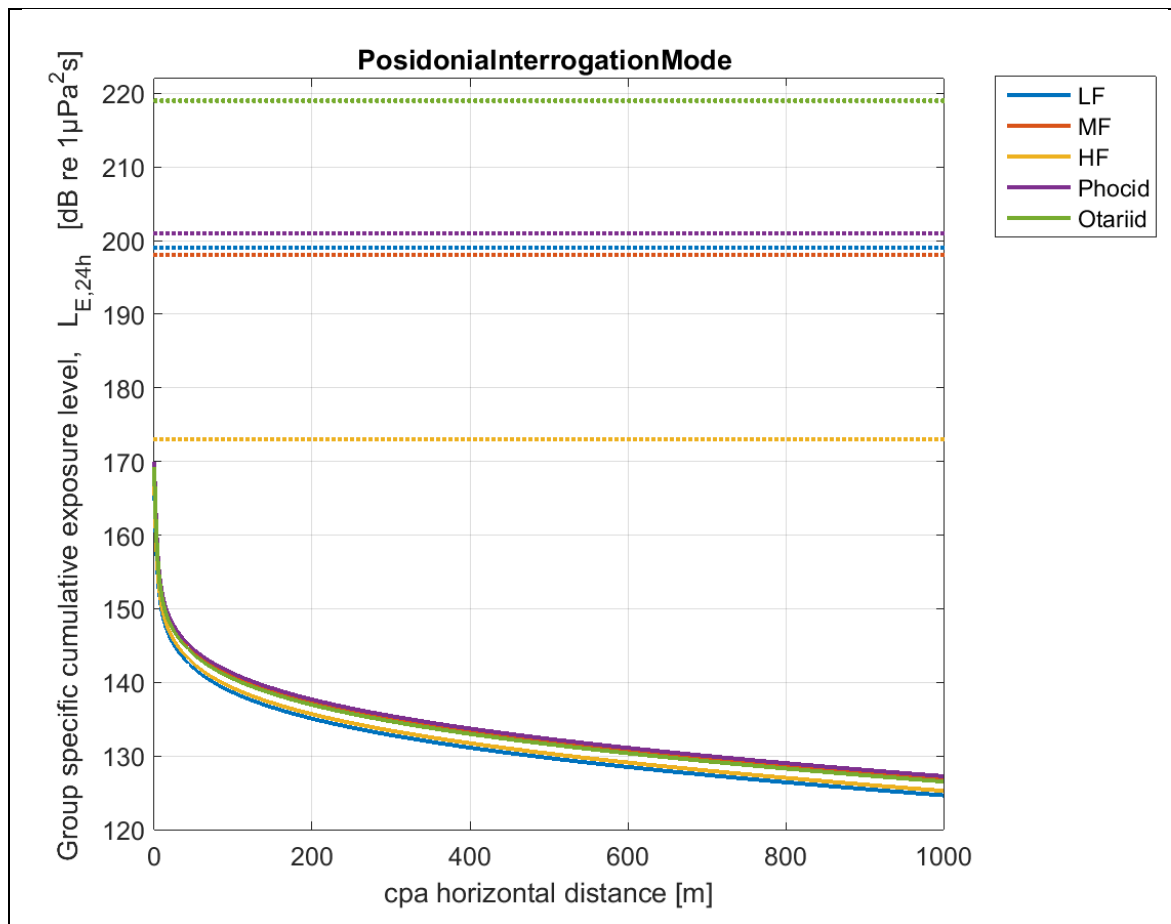


Figure 14.5: Solid lines: Maximum possible exposure levels for marine mammals of the different functional hearing groups passing the ship at a given CPA at any depth between -11 and 1011m. Dotted lines: PTS onset acoustic thresholds for cumulative sound exposure metric. Top: for 10.5 kHz; bottom: for 14 kHz.

PTS onset acoustic thresholds are not exceeded for individuals of any of the functional hearing groups when passing the ship at any distance or depth level.

Risk of significant behavioral response

Basis for evaluation: *Brandon L. Southall, Ann E. Bowles, William T. Ellison, James J. Finneran, Roger L. Gentry, Charles R. Greene Jr., David Kastak, Darlene R. Ketten, James H. Miller, Paul E. Nachtigall, W. John Richardson, Jeanette A. Thomas, & Peter L. Tyack, Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Initial Scientific Recommendations, Aquatic Mammals, Volume 33, Number 4, 411 – 522, 2007. Marine Mammal Populations and Ocean Noise: Determining When Noise Causes Biologically Significant Effects (2005), Committee on Characterizing Biologically Significant Marine Mammal Behavior; Ocean Studies Board; Division on Earth and Life Studies; National Research Council, DOI: [10.17226/11147](https://doi.org/10.17226/11147).*

RMS sound pressure levels were calculated according to:

$$L_{flat}(r, \gamma) = SL - 20 \log_{10}(r) - \alpha r + b(\theta, \varphi)$$

with the results being displayed in Figure 14.6.

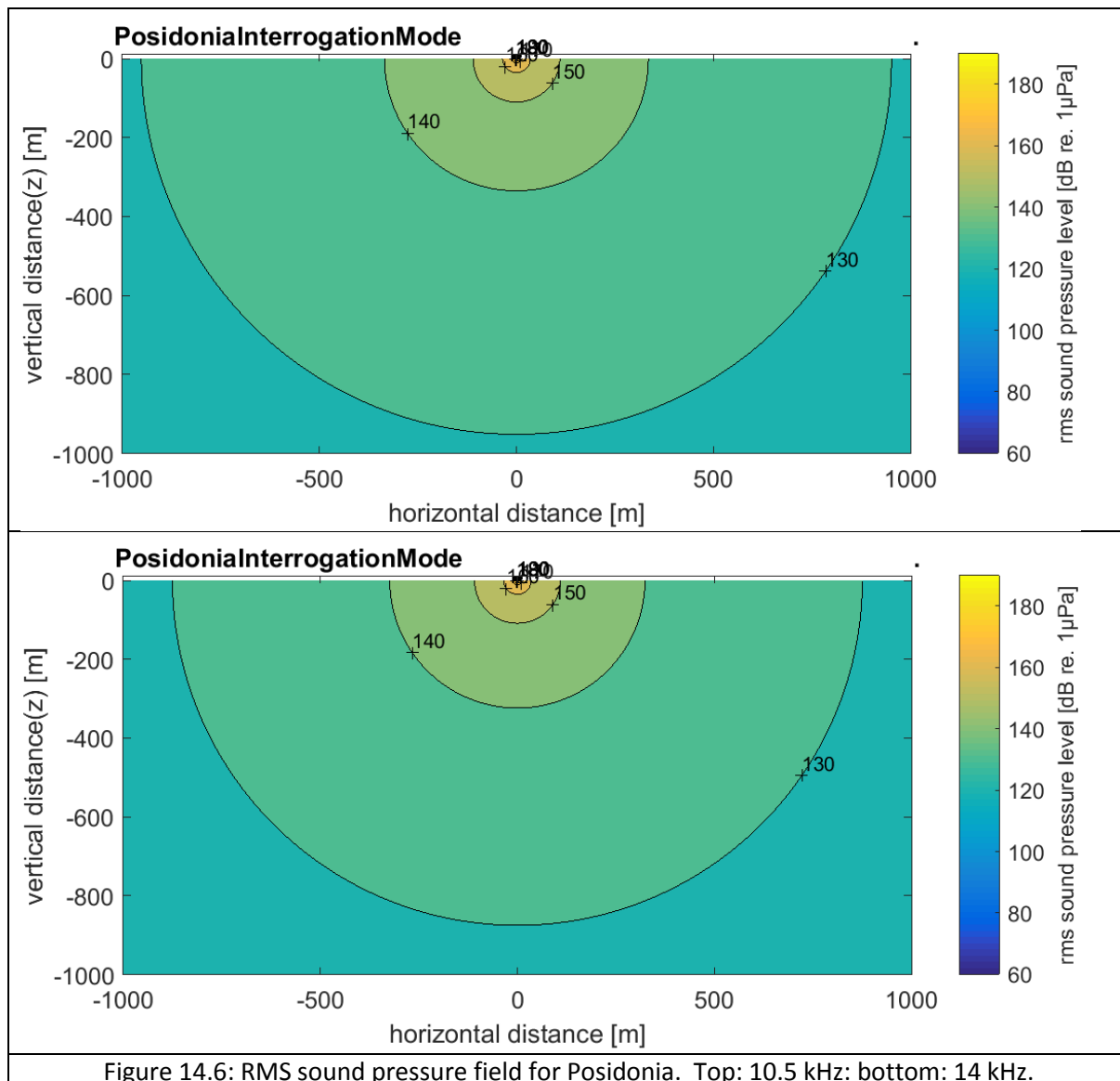


Figure 14.6: RMS sound pressure field for Posidonia. Top: 10.5 kHz: bottom: 14 kHz.

Sound levels potentially eliciting behavioral responses occur at ranges less than ± 100 m. Exposure duration for a marine mammal transecting this space through its center (directly below the transducer) would last 2 minutes at most. It is not expected, that disturbance for such a short period would result in a significant behavioral response, i.e. a response that lasts longer than 24h (the criterion discussed in Southall et al. 2007) or any of the criteria proposed in NRC, 2005.

Risk of masking

Basis for evaluation: *Christine Erbe, Colleen Reichmuth, Kane Cunningham, Klaus Lucke, Robert Dooling, Communication masking in marine mammals: A review and research strategy, Marine Pollution Bulletin Volume 103, Issues 1–2, 15 February 2016, Pages 15–38.*

Posidonia emits monofrequent pings in the 10.5 to 14 kHz range with a small duty cycle of 0.1% for the application described herein. This prohibits masking of marine mammal vocalization (which feature durations of typically several seconds and frequencies significantly lower than 10.5 kHz or odontocete clicks (which are broadband and more frequent).

Spatial masking release will provide additional leverage, as communicating marine mammals are unlikely to be close to the transducer.

Rather, potentially relevant maskers as listed by the abovementioned publication, generally fall into the category of continuous, broad band noise, rather than monofrequent single pings. In fact, the latter might be viewed as an extreme example for comodulation masking release as described in Erbe et al., 2016.

Cumulative effects

Ship levels¹⁵ are of order 140 dB re 1 μ Pa Hz⁻¹ in the 8 to 16 kHz range (resulting in band levels of order 170 dB re 1 μ Pa assuming a critical band of 1/3 octave). Ship sound pressure levels of 170 dB re 1 μ Pa do not significantly add to the 191 dB re 1 μ Pa level from Posidonia. In addition, this value represents a virtual point source metric, with true near field values being considerably less (with propellers, as the mains source of HF-noise, being positioned some 60 m (i.e. -35dB) from the Posidonia 18 kHz transducer.

Further relevant acoustic sources operated from aboard Polarstern include:

Table 14.1: Name, frequency, mounting location and possibility of concurrent operation of further relevant acoustic sources aboard RV Polarstern.

	operation frequency	location	concurrent operation with Posidonia
Air guns	Mainly < 1kHz	towed	no
Posidonia	10.5 -14 kHz	hull mounted	-
Posidonia transponders	10.5 -14 kHz	in mooring, > 1km from ship	yes
Hydrosweep	13-17 kHz	hull mounted	no
EK 60 18kHz only	18 kHz	hull mounted	possible
Parasound	18 – 22 kHz	hull mounted	no
GAPS	19.5 - 21 kHz	hull mounted	no
GAPS	19.5 - 21 kHz	on ice > 100 m from ship	possible
GAPS transponders	19.5 - 21 kHz	in mooring	possible
GAPS transponders	19.5 - 21 kHz	on ROV > 100m from ship	possible
EK 60 multi frequency	38, 70, 120, 200 kHz	hull mounted	no
EK 60 in EK 80 mode	45-90, 95-160 kHz	hull mounted	no
EK 80	95-160, 250-500 kHz	towed > 1km from ship	no

With the exception of Hydrosweep, frequencies used by any of above instruments are sufficiently separated from Posidonia as not to affect the same auditory region in the cochlea. Hydrosweep, however, will not be operated concurrently with Posidonia.

In summary, no cumulative effects are expected with regard to auditory impairments from the concurrent use of abovementioned instruments. Whether cumulative exposure results in changes in behavioral responses is unknown. One would expect though, that if any of the sounds results in an avoidance reaction, this will help to reduce the contingent risks from any of the other sound sources.

Conclusions and mitigation measures

The use of Posidonia is not considered to bear the potential to elicit permanent acoustic threshold shifts, significant behavioral responses or masking. Effects, if at all, will have negligible impact on individual fitness and will not elicit any change in fitness of the local populations of which these

¹⁵ Estimate based on 1/3 octave-band averaged source levels as determined by WTD71 (2001) for ship speeds of 8-10 kn. The value provided here should be considered as „ballpark“ estimate only.

individuals are part (Table 14.2, 1st column). In addition, the probability for an individual or significant part of the corresponding population to occupy the (hypothetical) volume featuring critical sound levels is nil, as no such volumes exist. (Table 14.2, 1st row). Hence the use of Posidonia is considered to be of negligible risk for Antarctic marine mammals.

Table 14.2: Risk matrix for all marine mammal species¹⁶.

risk = impact x probability	likelihood (individual level): negligible	likelihood (population level): negligible
severity (individual level): negligible	negligible	negligible
severity (population level): negligible	negligible	negligible

Conditional shut down of Posidonia as mitigation measure in case a marine mammal is sighted on station in the vicinity of the ship is uncalled-for due to a lack of risk and in fact would be self-defeating with regard to the protection goal (Table 14.3). Shut-downs will unavoidably result in a loss of contact with the mooring and the need for a renewed acoustic search, eventually involving the need for repositioning of the ship, with hours of time lost and the risk of losing the mooring altogether. The environmental impacts of both, allocation of extra ship time to fulfill the task (resulting in additional search efforts causing additional anthropogenic noise and carbon emissions) or loss of the instrumentation is considered to have a greater environmental impact than potential acoustic impacts on marine mammals.

Table 14.3: Consequences of mitigation measures

mitigation measure	risk for MM	risk of loss of time, increase in emissions and anthropogenic noise	risk of loss of scientific data	risk of loss of scientific instrumentation
none	negligible	negligible	negligible	negligible
conditional shut-down	negligible	certain	possible	possible

References

Ainslie M. A., McColm J. G., "A simplified formula for viscous and chemical absorption in sea water", Journal of the Acoustical Society of America, **103**(3), 1671-1672, 1998.
 WTD 71, "Akustische Vermessung von Forschungsschiff Polarstern", Bericht WTD 71 -540 – 025/2001

¹⁶ Categories for likelihood of incident: negligible – unlikely – possible - likely – very likely – certain.
 Categories for severity of impact: negligible, minor, moderate, major.

Annex 15: Evaluation of Risk - Ortungssystem GAPS

Applicability

The discussion below pertains to components of the iXSea GAPS tracking system in interrogation mode. It is presented from the perspective of a sea-ice deployed transducer, but results are equally applicable to GAPS transponders in moorings or on a ROV, which all feature identical active acoustic parameters.

Model assumptions and variables used

sonar frequency	f	19.5 kHz for LF 21.0 kHz for MF 21.0 kHz for HF 19.5 kHz for Otariids 19.5 kHz for Phocids
source level	SL	191 dB rms re 1 μ Pa
duration of interrogation ping	τ	10 ms
ping repetition period		10 s
size/resolution of model space		2000 m / 1-2m
source depth		11.2 m
relative speed		2 ms ⁻¹
acoustic attenuation coefficient	α	4.2492 dB km ⁻¹ (19.5kHz) 4.7657 dB km ⁻¹ (21.0kHz)
distance from source	r	matching size of model space
pitch	ϑ	irrelevant in this case due to spherical symmetry
roll	φ	irrelevant in this case due to spherical symmetry
beam pattern	b	0 dB for all ϑ, φ due to spherical symmetry
group-weighting function	W_g	dB (negative values)

Risk of permanent acoustic threshold shift

Basis for evaluation: *Technical guidance for assessing the effects of anthropogenic sound on marine mammal hearing; Underwater Acoustic Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts; NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-55 July 2016.*

Single-ping, group-weighted (Figure 15.1) sound exposure levels L_s (Figure 15.2) were calculated based on the one-way sonar equation assuming spherical spreading for 5 auditory groups (LF, MF and HF cetaceans, phocids and otariids) according to:

$$L_{E,g,s}(r, \gamma) = SL - 20\log_{10}(r) - \alpha r + b(\vartheta, \varphi) + 10\log_{10}(\tau) + W_g(f)$$

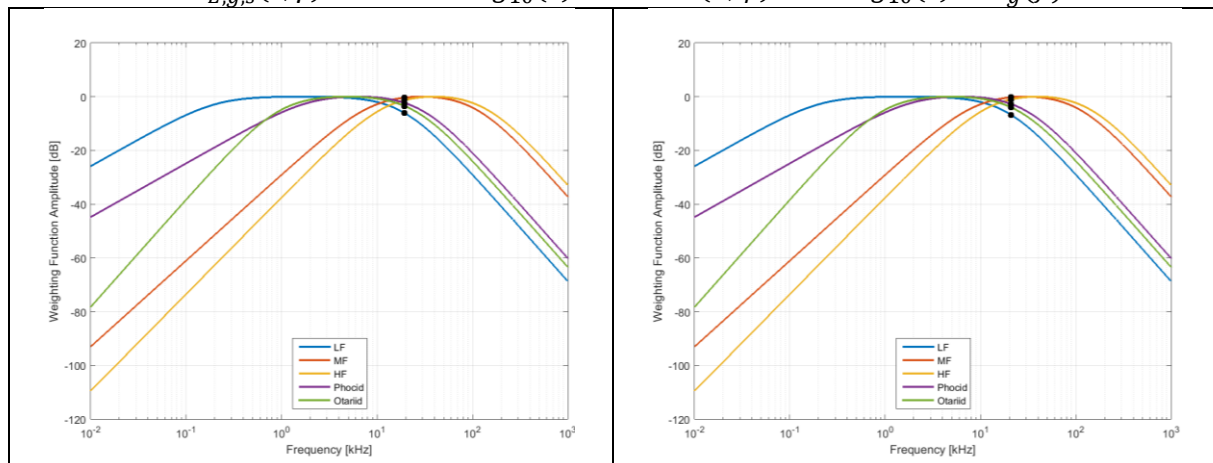
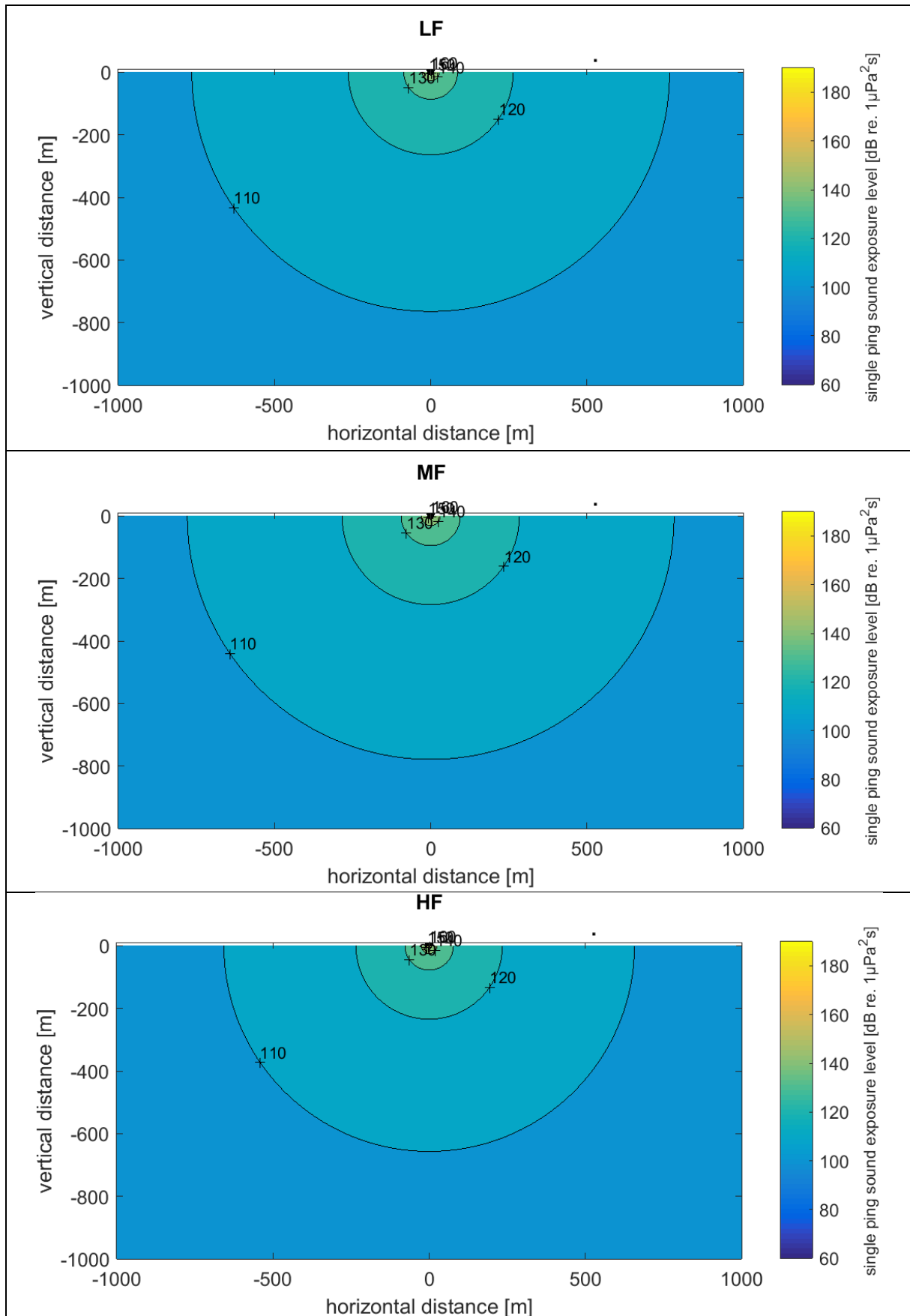


Figure 15.1: Group weighting functions evaluated at 10.5 kHz (left) for LF-cetaceans, phocids and otariids, and for 14 kHz (right) for MF and HF cetaceans.



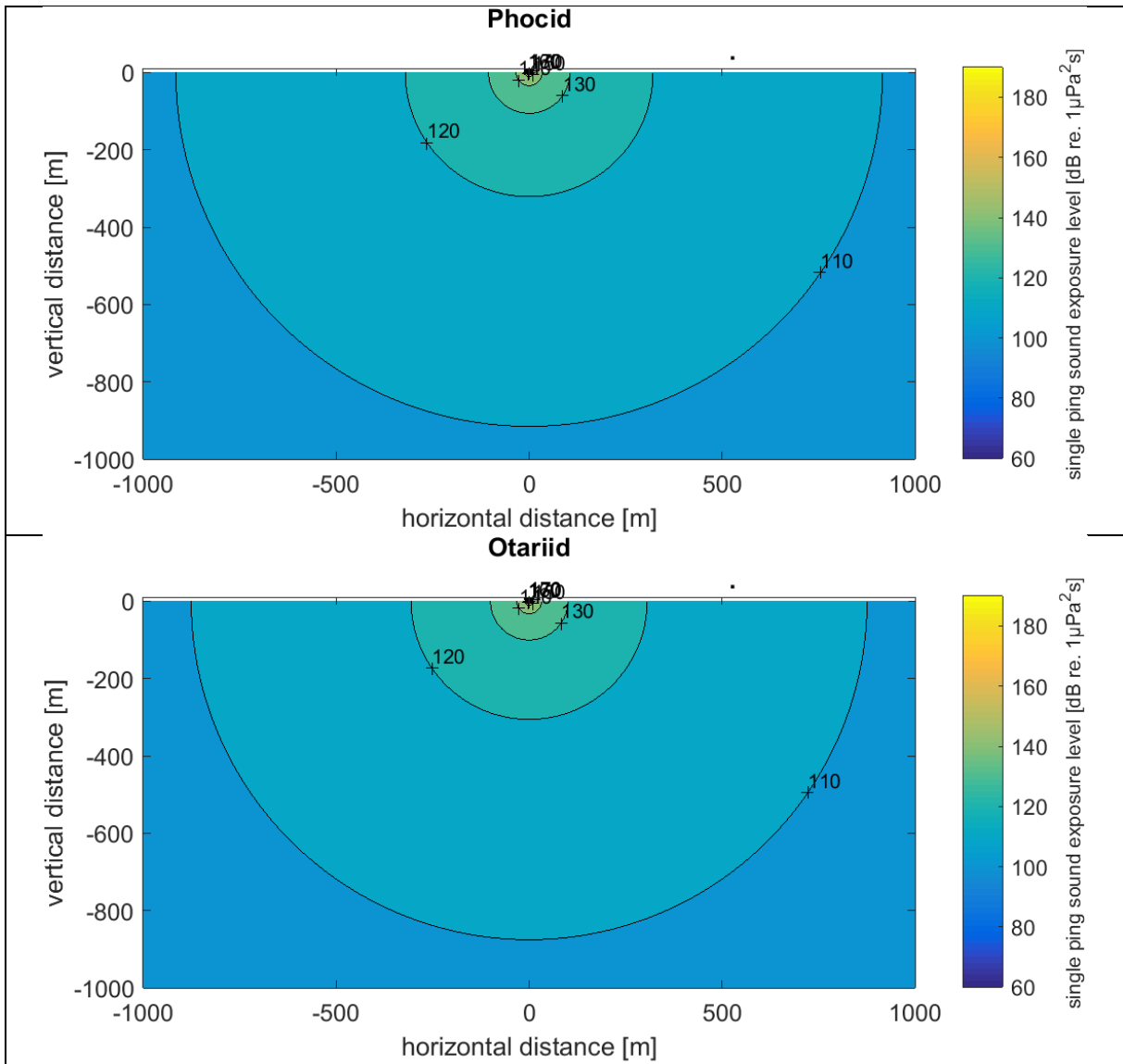


Figure 15.2: Hearing group specific single ping sound exposure levels for five species groups. LF = low-frequency, MF = mid-frequency, HF = high-frequency cetacean groups.

Cumulative sound exposure levels are based on a modified mobile source approach (NMFS-OPR-55 July 2016) from single ping sound exposure levels, assuming a marine mammal crossing the model domain past the source at constant depth and in a straight line at a speed of 2 ms^{-1} (Figure 15.3). GAPS is used only when the ship is on station, adrift or nearly at halt.

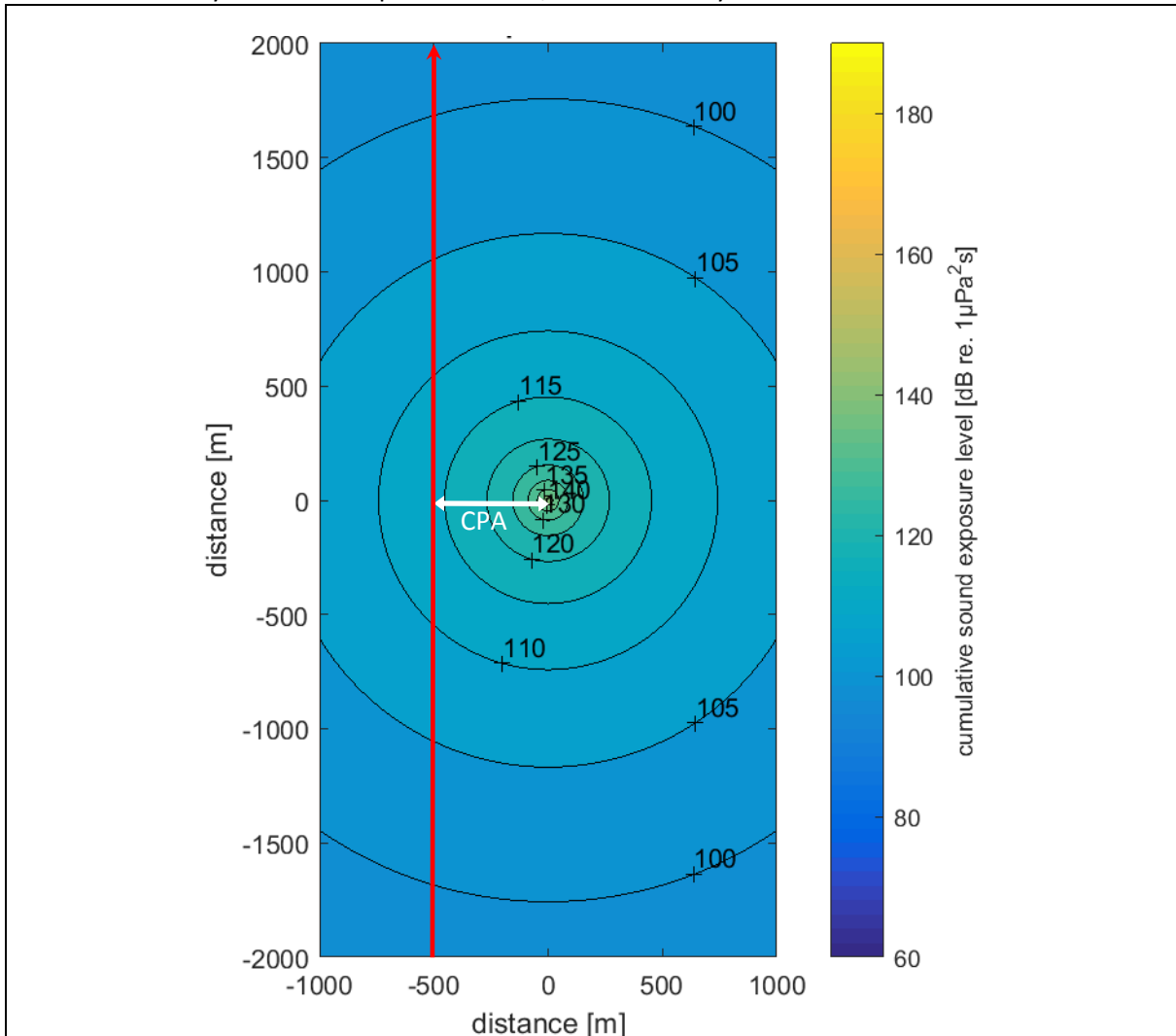
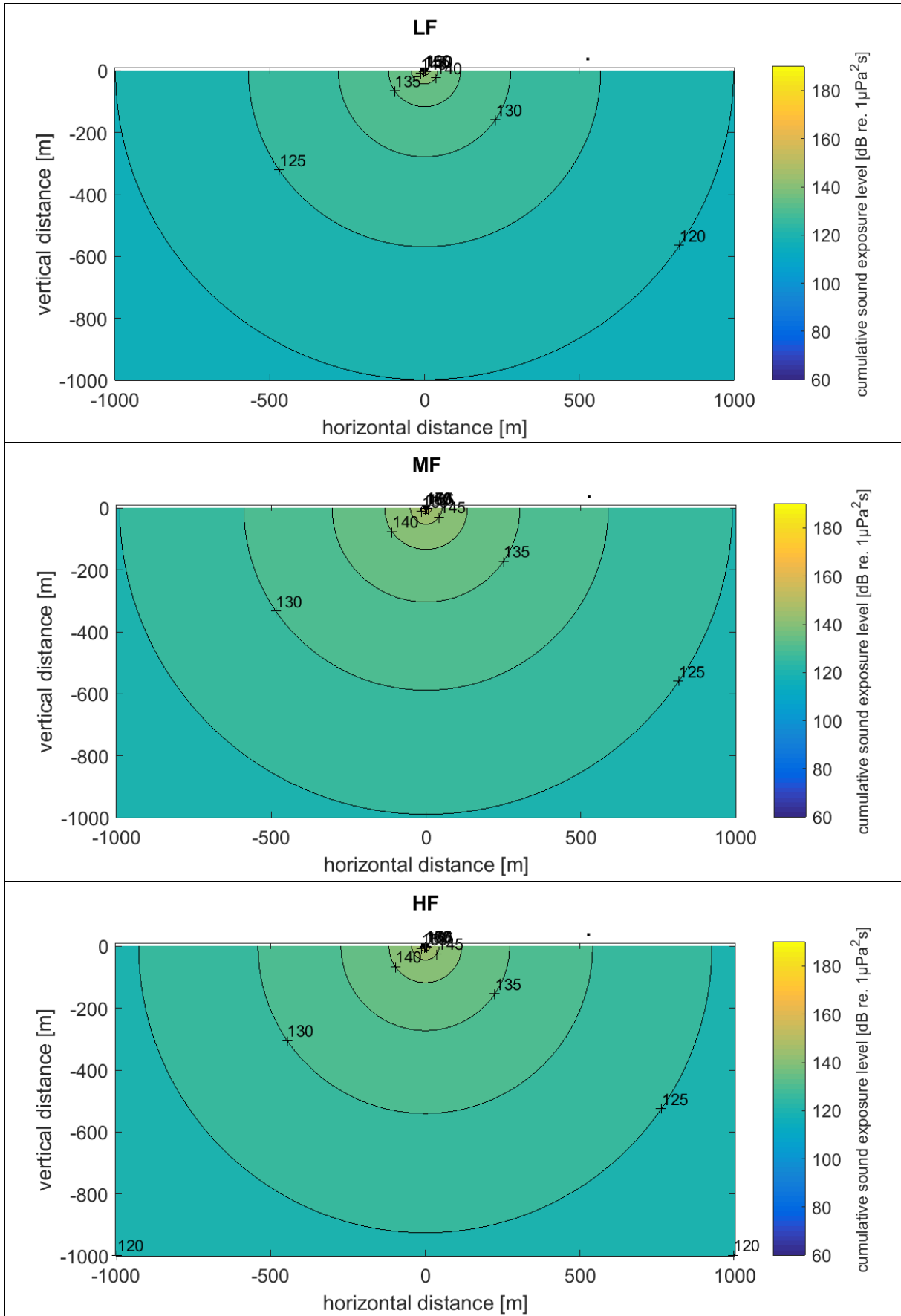


Figure 15.3: Illustration of the Closest Point of Approach (CPA) and of modified mobile source approach for calculation of cumulative sound exposure level. Top-down view on single ping sound field at (for example) 30m depth, i.e. 19 m vertical distance from transducer. Cumulative exposures were accumulated along the red trajectory and calculated for all CPA distances and depths, respectively (Figure 15.4).

Due to the axial symmetry of the sound field, results (Figure 15.4) are applicable to any swim direction for a given distance at the closest point of approach (CPA).

$$L_{E,g,24h} = 10 \log_{10} \left(\sum_{\substack{\text{received} \\ \text{pings}}} 10^{\left(\frac{L_{E,g,s}}{10}\right)} \right)$$



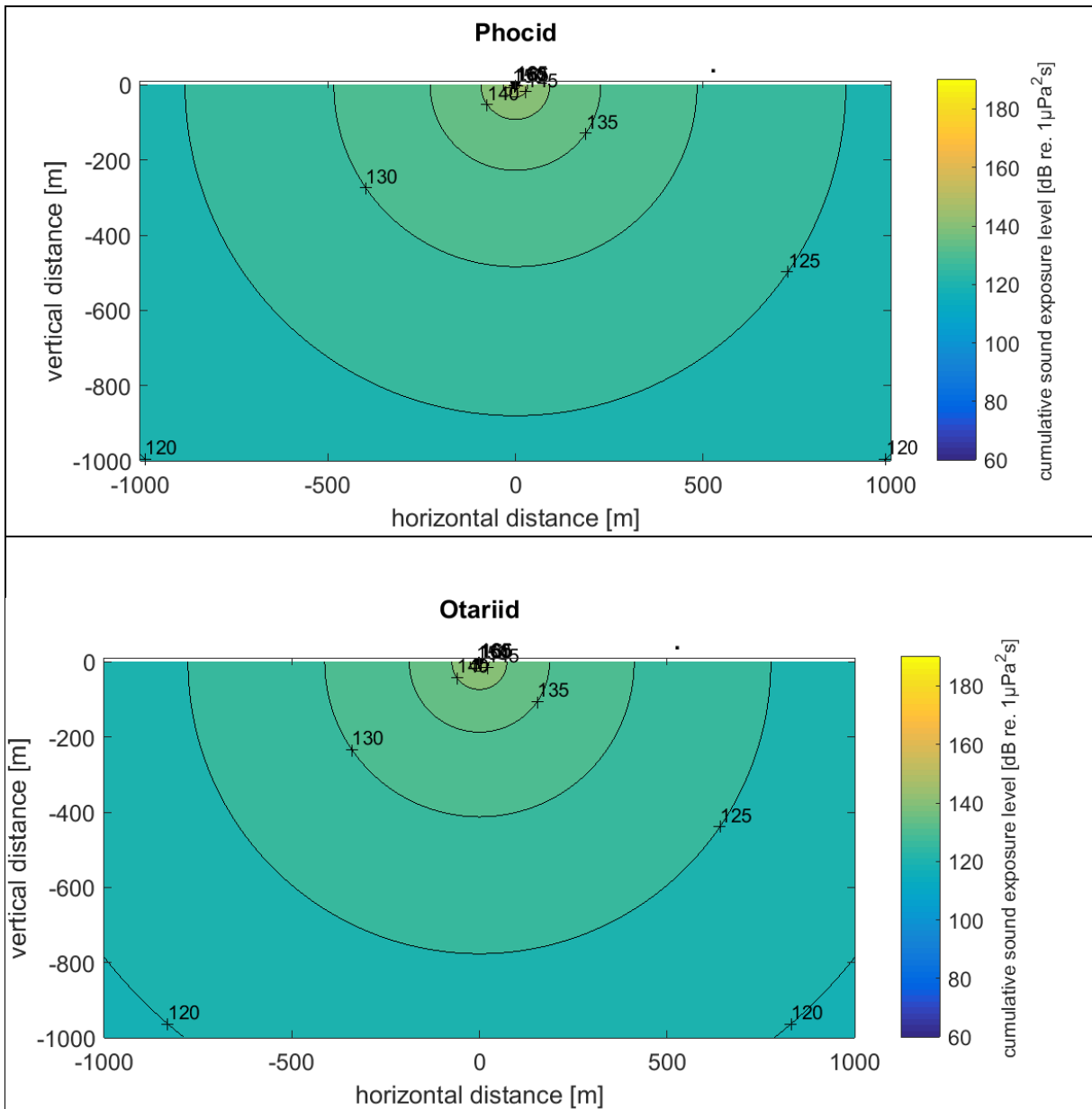
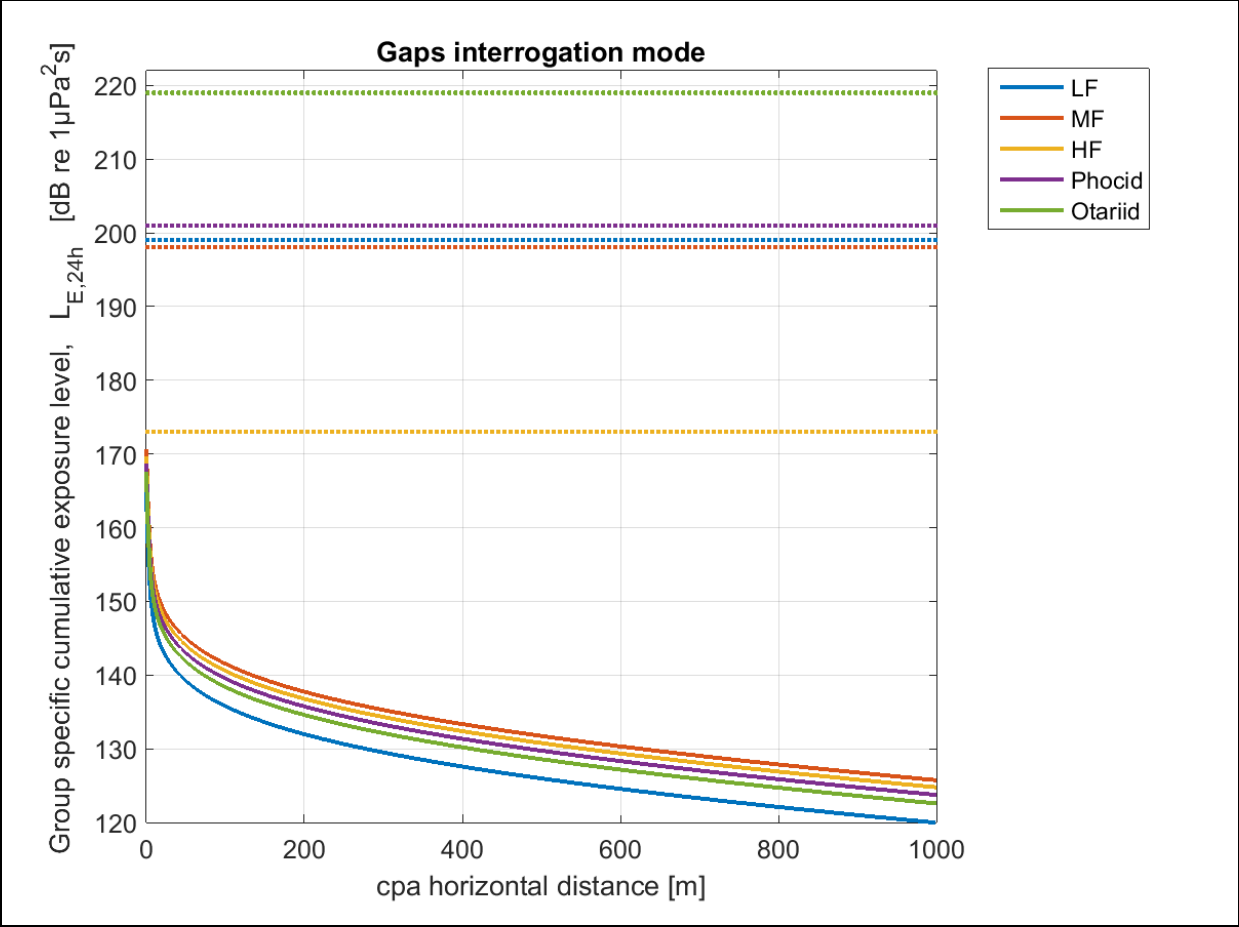


Figure 15.4: Hearing group specific cumulative sound exposure levels for a passing marine mammal while the ship is on station. Plots display only part of the full model domain; LF = low-frequency, MF = mid-frequency, HF = high-frequency cetacean groups. Volumes within which marine mammals might experience a permanent threshold shift would have been contoured in red (none in this case).

For a given CPA distance, each group specific maximum possible exposure level is plotted in Figure 15.5.



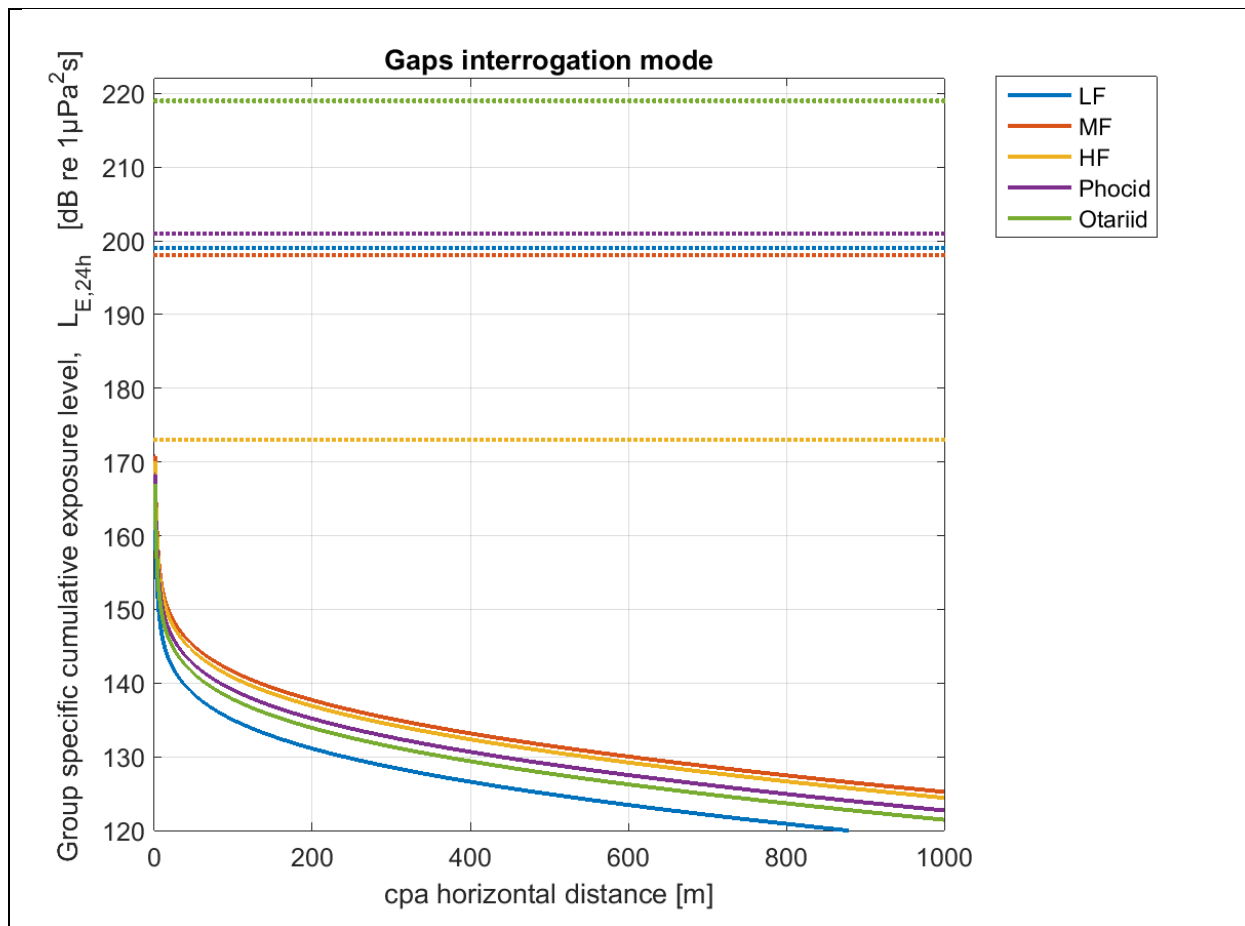


Figure 15.5: Solid lines: Maximum possible exposure levels for marine mammals of the different functional hearing groups passing the ship at a given CPA at any depth between -11 and 1011m. Dotted lines: PTS onset acoustic thresholds for cumulative sound exposure metric. Top: for 19.5 kHz; bottom: for 21 kHz.

PTS onset acoustic thresholds are not exceeded for individuals of any of the functional hearing groups when passing the ship at any distance or depth level.

Risk of significant behavioral response

Basis for evaluation: *Brandon L. Southall, Ann E. Bowles, William T. Ellison, James J. Finneran, Roger L. Gentry, Charles R. Greene Jr., David Kastak, Darlene R. Ketten, James H. Miller, Paul E. Nachtigall, W. John Richardson, Jeanette A. Thomas, & Peter L. Tyack, Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Initial Scientific Recommendations, Aquatic Mammals, Volume 33, Number 4, 411 – 522, 2007. Marine Mammal Populations and Ocean Noise: Determining When Noise Causes Biologically Significant Effects (2005), Committee on Characterizing Biologically Significant Marine Mammal Behavior; Ocean Studies Board; Division on Earth and Life Studies; National Research Council, DOI: [10.17226/11147](https://doi.org/10.17226/11147).*

RMS sound pressure levels were calculated according to:

$$L_{flat}(r, \gamma) = SL - 20 \log_{10}(r) - \alpha r + b(\vartheta, \varphi)$$

with the results being displayed in Figure 15.6.

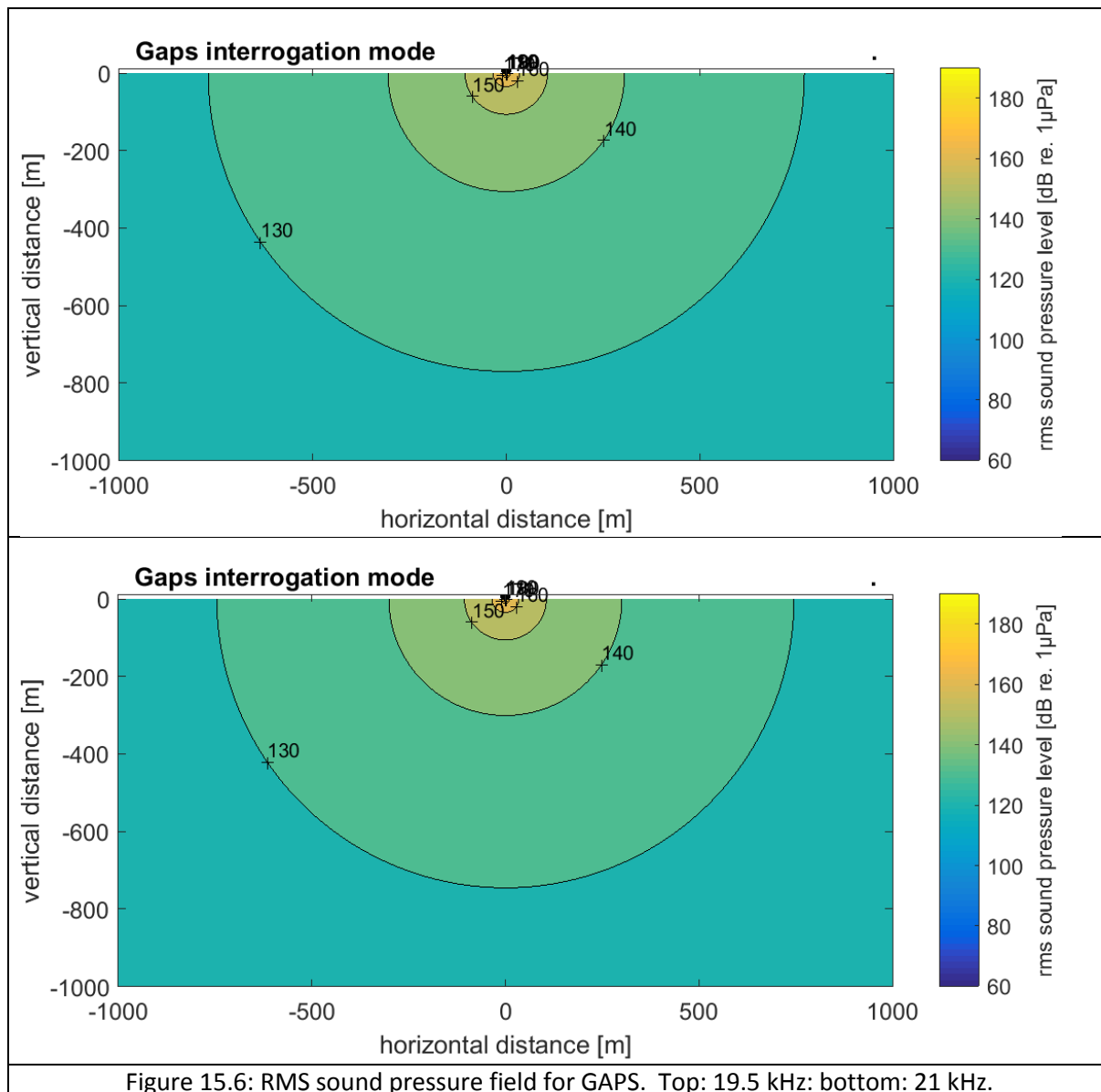


Figure 15.6: RMS sound pressure field for GAPS. Top: 19.5 kHz: bottom: 21 kHz.

Sound levels potentially eliciting behavioral responses occur at ranges less than about ± 50 m. Exposure duration for a marine mammal transecting this space through its center (directly below the transducer) would last 2 minutes at most. It is not expected, that disturbance for such a short period would result in a significant behavioral response, i.e. a response that lasts longer than 24h (the criterion discussed in Southall et al. 2007) or any of the criteria proposed in NRC, 2005.

Risk of masking

Basis for evaluation: *Christine Erbe, Colleen Reichmuth, Kane Cunningham, Klaus Lucke, Robert Dooling, Communication masking in marine mammals: A review and research strategy, Marine Pollution Bulletin Volume 103, Issues 1–2, 15 February 2016, Pages 15–38.*

GAPS interrogation pings are monofrequent in the 19.5 to 21 kHz range with a small duty cycle of 0.1% for the application described herein. This prohibits masking of marine mammal vocalization (which feature durations of typically several seconds and frequencies significantly lower than 19.5 kHz or odontocete clicks (which are broadband and more frequent).

Spatial masking release will provide additional leverage, as communicating marine mammals are unlikely to be close to the transducer.

Rather, potentially relevant maskers as listed by the abovementioned publication, generally fall into the category of continuous, broad band noise, rather than monofrequent single pings. In fact, the latter might be viewed as an extreme example for comodulation masking release.

Cumulative effects

Ship levels¹⁷ are of order 130 dB re 1 μ Pa Hz⁻¹ in the 19.5 to 21 kHz range (resulting in band levels of order 170 dB re 1 μ Pa assuming a critical band of 1/3 octave. Ship sound pressure levels of 170 dB re 1 μ Pa do not significantly add to the 191 dB re 1 μ Pa level from GAPS. In addition, this value represents a virtual point source metric with true near field values being considerably less (with propellers, as the mains source of HF-noise, being positioned some 60 m (i.e. -35dB) from the GAPS transducer.

Further relevant acoustic sources operated from aboard Polarstern include:

Table 15.1: Name, frequency, mounting location and possibility of concurrent operation of further relevant acoustic sources aboard RV Polarstern

	operation frequency	location	concurrent operation with GAPS
Air guns	Mainly < 1kHz	towed	no
Posidonia	10.5 -14 kHz	hull mounted	possible
Posidonia transponders	10.5 -14 kHz	in mooring, > 1km from ship	possible
Hydrosweep	13-17 kHz	hull mounted	no
EK 60 18kHz only	18 kHz	hull mounted	possible
Parasound	18 – 22 kHz	hull mounted	no
GAPS	19.5 - 21 kHz	on ice, > 100m from ship	-
GAPS	19.5 - 21 kHz	hull mounted	no
GAPS transponders	19.5 - 21 kHz	in mooring	no
GAPS transponders	19.5 - 21 kHz	on ROV > 100m from ship	yes
EK 60 multi frequency	38, 70, 120, 200 kHz	hull mounted	no
EK 60 in EK 80 mode	45-90, 95-160 kHz	hull mounted	no
EK 80	95-160, 250-500 kHz	towed > 1km from ship	no

With the exception of *Parasound* and *EK60 18kHz mode only*, frequencies used by any of above instruments are sufficiently separated from GAPS as not to affect the same auditory region in the cochlea. While *Parasound* will not be operated concurrently with GAPS, the *EK 60 18kHz only* might be used concurrently. With the Simrad transducers being hull mounted and highly directional (see *Simrad EK 60 18kHz only*) and GAPS being deployed from the sea-ice at a distance of at least 100m, the respective regions of increased sound pressure levels do not overlap, i.e. respective levels do not add significantly to each other.

In summary, no cumulative effects are expected with regard to auditory impairments from the concurrent use of abovementioned instruments. Whether cumulative exposure results in changes in behavioral responses is unknown. One would expect though, that if any of the sounds results in an avoidance reaction, this will help to reduce the contingent risks from any of the other sound sources.

¹⁷ Estimate based on 1/3 octave-band (i.e. spanning 0.89 to 1.12 times the center frequency) averaged source levels as determined by WTD71 (2001) for ship speeds of 8-10 kn. The value provided here should be considered as „ballpark“ estimate only.

Conclusion and mitigation measures

The use of GAPS is not considered to bear the potential to elicit permanent acoustic threshold shifts, significant behavioral responses or masking. Effects, if at all, will have negligible impact on individual fitness and will not elicit any change in fitness of the local populations of which these individuals are part (Table 15.2, 1st column). In addition, the probability for an individual or significant part of the corresponding population to occupy the (hypothetical) volume featuring critical sound levels is nil, as no such volumes exist. (Table 15.2, 1st row). Hence the use of GAPS is considered to be of negligible risk for Antarctic marine mammals.

Table 15.2: Risk matrix for all marine mammal species¹⁸.

risk = impact x probability	likelihood (individual level): negligible	likelihood (population level): negligible
severity (individual level): negligible	negligible	negligible
severity (population level): negligible	negligible	negligible

Conditional shut down of GAPS as mitigation measure in case a marine mammal is sighted in the vicinity of the transducer is uncalled-for due to a lack of risk and in fact would be self-defeating with regard to the protection goal (Table 15.3). Shut-downs will result unavoidably in a loss of contact with and information on the position of the mooring and the ROV and the need for a renewed acoustic search of the mooring, eventually involving a repositioning of the GAPS system, with hours of time lost and the risk of losing the mooring altogether. The environmental impacts of both, allocation of extra expedition time to fulfill the task (resulting in additional search efforts causing additional anthropogenic noise and carbon emissions) or loss of the instrumentation is considered to have a greater environmental impact than potential acoustic impacts on a marine mammal.

Table 15.3: Consequences of mitigation measures

mitigation measure	risk for MM	risk of loss of time, increase in emissions and anthropogenic noise	risk of loss of scientific data	risk of loss of scientific instrumentation
none	negligible	negligible	negligible	negligible
conditional shut-down	negligible	certain	possible	possible

References

Ainslie M. A., McColm J. G., "A simplified formula for viscous and chemical absorption in sea water", *Journal of the Acoustical Society of America*, **103**(3), 1671-1672, 1998.
 WTD 71, "Akustische Vermessung von Forschungsschiff Polarstern", Bericht WTD 71 -540 – 025/2001

¹⁸ Categories for likelihood of incident: negligible – unlikely – possible - likely – very likely – certain.
 Categories for severity of impact: negligible, minor, moderate, major.

Annex 16 ATCM Resolution 5 (2014)

Strengthening Cooperation in Hydrographic Surveying and Charting of Antarctic Waters **The Representatives,**

Considering that reliable hydrographic data and nautical charts are essential to safe maritime operations;

Noting the increase in marine traffic, particularly tourist vessels, in the Antarctic region;

Concerned about the increased risk of harm to ships, persons and the environment in inadequately charted waters in the region;

Noting that the collection of accurate survey data will improve navigational safety and support scientific research;

Recognising the role of the International Hydrographic Organization Hydrographic Commission on Antarctica (HCA) in the coordination of hydrographic surveying and nautical charting in the Antarctic region, and the value of cooperating with the Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR) and other relevant expert bodies;

Recalling Recommendation XV-19 (1989), Resolution 1 (1995), Resolution 3 (2003), Resolution 5 (2008) and Resolution 2 (2010), which encouraged cooperation on hydrographic surveying and charting of Antarctic waters;

Recommend that the Parties:

1. support and promote contacts and liaison between national Antarctic programs and national hydrographic offices;
2. increase their mutual cooperation in the hydrographic surveying and charting of Antarctic waters in order to contribute to safety of navigation, safeguarding life at sea, protection of the Antarctic environment, support of scientific activities, and furtherance of responsible economic activity; collaborating within, as appropriate, the framework(s) of national Antarctic programs, national hydrographic offices, the HCA and the International Chart scheme;
3. co-ordinate their hydrographic surveying and charting activities through the HCA and cooperate with it to:
 - a. clarify requirements for the collection of hydrographic data of sufficient quality and accuracy for use in the development of electronic and paper navigational charts, being cognisant of the emerging challenges and opportunities faced in the digital navigation era;
 - b. identify priority areas for the collection of additional hydrographic and bathymetric data;
 - c. complete their inventory of data holdings and give high importance to liaison between Parties on future planned hydrographic surveys in order to avoid duplication of effort; and
4. encourage national Antarctic program vessels and all other vessels operating in the Antarctic Treaty area to collect hydrographic and bathymetric data including passage soundings on all Antarctic voyages, as practicable; to forward any hydrographic and bathymetric data collected to the relevant international chart producer for charting action; and to endeavour to find additional resources to improve hydrographic surveying and charting in the Antarctic region.

A) Informationen zum Gerät, Gerätebeschreibung

- Name des Gerätes:
ATLAS HYDROSWEEP DS
- Betriebsart, Sendeverfahren:
Fächerecholot, linearer Sendebetrieb (CW, Puls-Code, Chirp).
- Ort der Anbringung am Schiff/Art der Ausbringung:
Permanentinstallation im Schiffsboden.
- Bandbreite des Sendewandlers:
Variable Sendefrequenz: 13 -17Khz
- Schallstrahlrichtungen:
Vertikal 140° x 2° quer zur Schiffslängsachse; Kurs-, Roll- und Stampfkorrigiert (5°, 15°, 10°)
- Wandlerabmessungen (aktive Schallwandlerfläche):
Querwandler (Empfang) : 2829 x 299 mm
Längswandler (Senden) : 2829 x 299 mm
- Amplituden- oder Leistungsdichtespektren der Sendesignale:
Bandbreite: 65 Hz < BW < 4 kHz

Max. Spektrale Leistungsdichte: Relative 1 µPa in 1 Meter Entfernung, bezogen auf 1 Hz.

Min. Bandbreite = 65 Hz

$239 \text{ dBrel}1\mu\text{Pa/m} - 10 \log(\text{BWmin}) = (239 - 18) \text{ dBrel}1\mu\text{Pa/m} = 221 \text{ dBrel}1\mu\text{Pa/m/Hz}$

Typ. Spektrale Leistungsdichte für Tiefseevermessung bei einer Bandbreite von ca. 500 Hz:

$239 \text{ dBrel}1\mu\text{Pa/m} - 10 \log(500) = (239 - 27) \text{ dBrel}1\mu\text{Pa/m} = 212 \text{ dBrel}1\mu\text{Pa/m/Hz}$

Typ. Spektrale Leistungsdichte für geringe Tiefen (bis ca. 500 m) bei einer Bandbreite von ca. 500 Hz:

$230 \text{ dBrel}1\mu\text{Pa/m} - 10 \log(1000) = (230 - 30) \text{ dBrel}1\mu\text{Pa/m} = 200 \text{ dBrel}1\mu\text{Pa/m/Hz}$

Sendepulslänge: 1 bis 30 ms.

- Quellschallpegel/maximaler Schalldruckpegel:
Variabel: bis 239 dB (RMS rel. 1 µPa/m)

Wählbar durch den Bediener oder automatischer Betrieb (ASLC = automatische Sendepiegel Steuerung).

Der Bediener wählt entweder einen Sollwert für das S/N des Empfangssignals oder einen max. Sendepiegel.

- Öffnungswinkel bzw. Richtungsindizes der Sendeschallkeulen für alle verwendeten Hauptfrequenzen:
140° x 2° quer zur Schiffslängsachse

- Sonstiges:
Es existiert weiterhin eine Betriebsart, um Meeressäuger zu verbrämen, der sogenannte: Whale Warning Mode (WWM). Dieser ist über ATLAS Hydromap Control (AHC) bedienbar.

Annex 18 Datenblatt Sedimentecholot Atlas Parasound P70

Anlage: Akustische Messverfahren

1

A) Informationen zum Gerät, Gerätebeschreibung

- Name des Gerätes:
ATLAS PARASOUND P70
- Betriebsart, Sendeverfahren:
Parametric Sub-Bottom Profiler, parametrischer Sendebetrieb (CW, Puls-Code, Chirp).
- Ort der Anbringung am Schiff/Art der Ausbringung:
Permanentinstallation im Schiffsboden.
- Bandbreite des Wandlers:
- Resonanzfrequenz 20kHz, Bandbreite 6kHz
-
- Operation frequencies of the ATLAS PARASOUND

Frequency Band	Value(s)	Benefits of the Frequency Band
Primary High Frequency PHF1	ATLAS PARASOUND P70: - 18 kHz ... 33 kHz (adjustable) -	<ul style="list-style-type: none"> • Basis for the creation of the parametric signal • Acquisition of bathymetric data
Primary High Frequency PHF2	PHF2 = PHF1 + SLF	<ul style="list-style-type: none"> • Basis for the creation of the parametric signal
Secondary (Parametric) Low Frequency (SLF)	1 kHz ... 6 kHz (adjustable)	<ul style="list-style-type: none"> • Deep sediment penetration • Additional bathymetric data channel
Secondary (Parametric) High Frequency (SHF)	36.5 kHz ... approx. 40 kHz	<ul style="list-style-type: none"> • High-resolution water column analysis
Primary Low Frequency (PLF)	Approx. 6 kHz ... 10 kHz (adjustable)	<ul style="list-style-type: none"> • Conventional (non-parametric) sub-bottom profiling

- Schallstrahlrichtungen:
Vertikal zur Strahlfläche (für PHF1 = 18 kHz): 4° x 4,5°
- Range for Beam Steering (Stabilisation and Correction). Relative to the Transducer Array:
Across-ship direction (für PHF1 = 18 kHz): ± 25 Grad
Along-ship direction (für PHF1 = 18 kHz): ± 15 Grad
- Wandlerabmessungen (aktive Schallwandlerfläche):
Empfang/ Senden : 943 x 1164 mm

- Amplituden- oder Leistungsdichtespektren der Sendesignale:
 Bandbreite: $125 \text{ Hz} < BW < 4 \text{ kHz}$
 Angaben in $\text{dBrel}1\mu\text{Pa}$ = Relative $1 \mu\text{Pa}$ in 1 Meter Entfernung, bezogen auf 1 Hz.

 Maximale spektrale Leistungsdichte:
 Min. Bandbreite = 125 Hz
 $245 \text{ dBrel}1\mu\text{Pa/m} - 10 \log(BW_{\text{min}}) = (245 - 21) \text{ dBrel}1\mu\text{Pa/m} = 224 \text{ dBrel}1\mu\text{Pa}$

 Typische spektrale Leistungsdichte für Vermessung bei einer Bandbreite von ca. 1 kHz:
 $245 \text{ dBrel}1\mu\text{Pa/m} - 10 \log(1000) = (245 - 30) \text{ dBrel}1\mu\text{Pa/m} = 215 \text{ dBrel}1\mu\text{Pa}$

 Sendepulslänge: 0.167 ms ... 25 ms (selectable), max. Lotfolge 20Hz
- Quellschallpegel/maximaler Schalldruckpegel:
 PHF: bis max. 245 dB (RMS rel. $1 \mu\text{Pa/m}$)
 PLF: bis max. 216 dB (RMS rel. $1 \mu\text{Pa/m}$)
 SLF (3,5 kHz): bis max. 206 dB (RMS rel. $1 \mu\text{Pa/m}$)
 SHF (38 kHz): bis max. 206 dB (RMS rel. $1 \mu\text{Pa/m}$)
- Öffnungswinkel bzw. Richtungsindizes der Sendeschallkeulen für alle verwendeten Hauptfrequenzen:
 - PHF:
 - $4^\circ \times 4,5^\circ$ für PHF1 = 18 kHz
 - $2,2^\circ \times 2,5^\circ$ für PHF1 = 33 kHz
 - SLF:
 - $4,5^\circ \times 5^\circ$ für PHF1 = 18 kHz
 - $3^\circ \times 3,3^\circ$ für PHF1 = 27 kHz
 - SHF:
 - $4,5^\circ \times 5,0$ für SHF = 38 kHz
 - PLF:
 - $7^\circ \times 8^\circ$ für PLF = 9 kHz
 - $12^\circ \times 14^\circ$ für PLF = 6 kHz
- Sonstiges:
 Es existiert weiterhin eine Betriebsart, um Meeressäuger zu vergrämen, der sogenannte: Whale Warning Mode (WWM). Dieser ist über ATLAS Hydromap Control (AHC) bedienbar.

Annex 19 Datenblatt Forschungsecholot Simrad EK 60

Anlage: Akustische Messverfahren

A) Informationen zum Gerät, Gerätebeschreibung

- Name des Geräts
Simrad EK60
- Betriebsart, Länge des Signals, Signalwiederholrate
Einzelstrahl, Länge des Signals (Standard): 1 ms, Signalwiederholrate (Standard): 1/2,5 [Hz]
- Sendeverfahren
linearer Sendebetrieb (CW). Es existiert kein automatischer Modus für ein langsames Hochfahren („ramp up“) des Systems.
- Ort der Anbindung am Schiff / Art der Ausbringung
Permanentinstallation im Schiffsboden. Sendewandler sind durch Eisschutzfenster (s. Abb. 19.1 und 19.2) abgedeckt.
- Frequenz und Bandbreite der Sendewandler
Das Messsystem verfügt nach Erneuerung der Wandler über insgesamt 5 Sendewandler mit den Frequenzen 18, 38, 70, 120 und 200 kHz (vormals 38, 70, 120, 200 kHz). Simrad betrachtet die Sendebandbreite der Wandler als betriebsinterne Information. Wir legen hier eine durch das Simrad EK60 kalkulierte Bandbreite (Korneliussen et al. 2008) zu Grunde. Die kalkulierte Bandbreite (BW) beträgt bei einer Pulslänge (τ) von einer 1,0 ms:
18 kHz: 1,6 kHz
38 kHz: 2,4 kHz
70 kHz: 2,9 kHz
120 kHz: 3,0 kHz
200 kHz: 3,0 kHz
- Schallstrahlrichtungen
Vertikal
- Wandlerabmessungen (aktive Schallwandlerfläche)
18 kHz: 0,190 m² (d=0,49 m)
38 kHz: 0,090 m² (d=0,33 m)
70 kHz: 0,025 m² (d=0,18 m)
120 kHz: 0,009 m² (d=0,10 m)
200 kHz: 0,003 m² (d=0,06 m)
- Amplituden- oder Leistungsdichtespektren der Sendesignale
Max. Spektrale Leistungsdichte (rel. 1 $\mu\text{Pa}^2\text{Hz}^{-1}$ in 1 Meter Entfernung,):

18 kHz: $SL - 10 \log(BW) = (226,6 - 32,0) \text{ dB} = 194,6 \text{ dB re } \mu\text{Pa}^2\text{Hz}^{-1} @ 1\text{m}$
38 kHz: $SL - 10 \log(BW) = (230,6 - 33,8) \text{ dB} = 196,8 \text{ dB re } \mu\text{Pa}^2\text{Hz}^{-1} @ 1\text{m}$
70 kHz: $SL - 10 \log(BW) = (226,0 - 34,6) \text{ dB} = 191,4 \text{ dB re } \mu\text{Pa}^2\text{Hz}^{-1} @ 1\text{m}$
120 kHz: $SL - 10 \log(BW) = (221,5 - 34,8) \text{ dB} = 186,8 \text{ dB re } \mu\text{Pa}^2\text{Hz}^{-1} @ 1\text{m}$
200 kHz: $SL - 10 \log(BW) = (218,3 - 34,8) \text{ dB} = 183,6 \text{ dB re } \mu\text{Pa}^2\text{Hz}^{-1} @ 1\text{m}$

- Quellschallpegel/maximaler Schalldruckpegel*

18 kHz [2000 W]:	226,6 dB re 1 μ Pa @ 1m
38 kHz [2000 W]:	230,6 dB re 1 μ Pa @ 1m
70 kHz [700 W]:	226,0 dB re 1 μ Pa @ 1m
120 kHz [250 W]:	221,5 dB re 1 μ Pa @ 1m
200 kHz [120 W]:	218,3 dB re 1 μ Pa @ 1m

*nomineller Quellschallpegel. Bedingt u.a. durch eine geringere elektroakustische Effizienz der Sendewandler und eine Schallabschwächung durch Eisschutzfenster, die vor den Sendewandlern verbaut sind, liegt der tatsächliche Schallpegel in 1m Entfernung unterhalb dieses als Maximum anzunehmenden Quellschallpegels.

- Öffnungswinkel bzw. Richtungsindizes der Sendekeule für alle verwendeten Hauptfrequenzen
7° (38, 70, 120, 200 kHz) bzw. 11° (18 kHz)

Literatur:

Korneliussen, R.J., Diner, N., Ona, E., Berger, L., and Fernandes, P.G. 2008: Proposals for the collection of multifrequency acoustic data. –ICES Journal of Marine Science, 65: 982-994



Abb. 19.1: ausgebautes Eisschutzfenster für die Simrad EK60 Sendewandler.



Abb. 19.2: Unterseite des Schiffbodens von FS 'Polarstern' mit den Eisschutzfenstern für die Simrad EK60 Sendewandler. Links mit installiertem Eisschutzfenster, rechts mit entferntem Eisschutzfenster.