

Zuwendungsempfänger/Ausführende Stelle: Alfred-Wegener-Institut Helmholtzzentrum für Polar- und Meeresforschung	Förderkennzeichen: AZ 324-06.01-2815HS022
Vorhaben Bezeichnung: Krillbestandforschung im Südpolarmeer (Krill-BIS-I)	
Laufzeit des Projektes: 01.04.2016-31.08.2019	
Berichtszeitraum: 01.04.2016 bis 31.08.2019 (gesamte Projektlaufzeit)	

Abschlussbericht KrillBIS-I (4-fach)

1. Ziele und Aufgabenstellung des Vorhabens

Laut Zuwendungsbescheid sollten folgende Ziele in der Projektlaufzeit erreicht werden

- i) Aufbau einer Datenbank für Langzeitdaten der Krillbestandforschung und zugehöriger Umweltdaten.
- ii) Erfassung und Auswertung vorhandener Literaturdaten zur Adaptationsfähigkeit von Krill.
- iii) Methodenabgleich zur wissenschaftlichen Erfassung und Auswertung von Krillbestandsdaten mit Hilfe von akustischen Messverfahren.
- iv) Expedition zur Krillbestandforschung inkl. Auswertung des dort erarbeiteten Materials (einschl. Anwendung geeigneter Statistik).
- v) Teilnahme an Krillrelevanten CCAMLR Sitzungen.

1.1 Planung und Ablauf des Vorhabens

Zu i): Die bisher von Herrn Dr. Siegel im Rahmen der Krillbestandforschung erhobenen Daten am v Thünen Institut wurden ans AWI übermittelt, um sie in die zu erstellende Datenbank am AWI einzuspeisen. Für den Aufbau der Datenbank wurden mehrere Datenbanken von CCAMLR Mitgliedsstaaten herangezogen und begutachtet. Letztendlich haben wir uns für die Datenbank entschieden, die von unseren US Kollegen genutzt wird, da die eingespeisten Krill- und Umweltparameter-Daten schnell extrahiert und miteinander verknüpft werden können. Die Einrichtung der Datenbank sowie die Einspeisung der bisherigen Daten aus dem v Thünen Institut und die Krill- und Umweltdaten, die auf der Expedition PS112 (18.März bis 5. Mai 2018) generiert wurden, konnte im Rahmen der Projektlaufzeit erfolgreich abgeschlossen werden.

Zu ii): Die Erfassung und Auswertung vorhandener Literaturdaten zur Adaptationsfähigkeit von Krill wurde mittels einer ausführlichen Literaturrecherche sowie der Zusammenführung der bisher in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Meyer erhobenen Daten im Rahmen der Projektlaufzeit erfolgreich abgeschlossen und steht zur Entwicklung eines Krillpopulationsmodells zur Verfügung. In Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Dresden wurde im Rahmen eines DFG Antrages Gelder für eine Doktorandenstelle eingeworben, die sich mit der Entwicklung eines Krill-Populationsmodells beschäftigt. Der Doktorand, Dominik Bahlberg, hat im Juni 2019 diese Stelle angetreten.

Zu (iii): Um die Erfassung und Auswertung von Krillbestandsdaten mit Hilfe von akustischen Messverfahren im Projekt umzusetzen, war die im Projekt angestellten Wissenschaftlerin Frau Dr. Suberg auf einen internationalen Lehrgang, um das Verfahren nach CCAMLR Vorgaben zu erlernen. Dieser Lehrgang beinhaltete folgende Themen: Theoretische Vorbereitung der Kalibrierung, Datenprozessierung, Berechnungen der Biomasse durch Handhabung entsprechender Software nach CCAMLR Standards. Weiterhin erfolgte ein praktisches Training der Projekt-Wissenschaftlerin Frau Dr. Suberg und Projekt-Technikerin Martina Vorkamp auf FS Polarstern zur Kalibrierung des Akustikgerätes Simrad EK60 Echolot, zur Vorbereitung der im Projekt geplanten Expedition PS112. Leider hat Frau Suberg im Frühjahr 2018 gekündigt, so dass sie nicht an der Expedition PS112 teilnehmen konnte. Um trotzdem

das geplante Ziel, die Krill-Biomasse auf PS 112 nicht nur mittels Netzfängen, sondern ebenfalls mittels des Akustikgerätes Simrad EK60 Echolot zu erfassen, wurde nach Absprache mit dem Projektträger ein Akustiker für die Expedition angestellt, Dr. Matteo Bernasconi, der die dafür notwendigen Aufgaben während der Expedition erfolgreich durchgeführt hat.

Zu iv): Die Expedition, im Rahmen von KrillBIS-I, PS 112, wurde erfolgreich vom 18. März bis 5. Mai 2018 durchgeführt. Das erhobene Probenmaterial wurde analysiert und die Daten in die eingerichtete Krill-Datenbank (siehe Punkt i) eingepflegt. Die Daten befinden sich zurzeit in der Auswertung und wurden in der CCAMLR-Arbeitsgruppe „Ecosystem Monitoring and Management“ im Juni 2019 in Concarneau vorgestellt. Es ist geplant, sie in einer internationalen Zeitschrift in 2020 zu publizieren. Die Datenerhebung erfolgte auf dem Monitoring grid des US „Antarctic Marine Living Resources (AMLR) Programs“, welches in diesem Gebiet auf Krill- und Salpen-Abundanz- und Verteilungsdaten von 1996-2011 zurückblicken kann, die mittels akustischen Messverfahrens und Netzfängen erfasst wurden. Dieses schiffsgestützte Monitoringprogramm endete in 2011 und wird in Teilbereichen der Branfield Strait mittels autonomer Geräte (Glider), bestückt mit akustischen Messsonden, zur Erfassung der Krillbiomasse, weitergeführt. Als deutschen Beitrag ist angedacht, in enger Kooperation mit den US- Kollegen, einzelne Bereiche des Gebietes weiter schiffsgestützt zu beproben, was mit der Expedition PS112 erfolgreich umgesetzt werden konnte (siehe Punkt 3.1. Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse).

Zu v): Im Projektzeitraum erfolgte die Teilnahme an den für die Krillbestandsforschung relevanten CCAMLR Sitzungen. Dazu zählen zum einen WG-EMM sowie das Scientific Committee und die Kommission. Die Protokolle liegen dem BMEL vor.

- Teilnahme an der Sitzung der Arbeitsgruppe Ökosystem Monitoring und Management (WG-EMM) der Kommission zur Erhaltung der lebenden Meeresschätze der Antarktis (CCAMLR) vom 16. 6-4.7.2016 in Bologna, 10.-14.7.2017 in Buenos Aires und 9-13.7.2018 in Cambridge sowie Teilnahme am Wissenschaftskomitee der Kommission zur Erhaltung der lebenden Meeresschätze der Antarktis (SC-CAMLR) und der Kommissionssitzung vom 17-28.10.2016, 16-27.10.2017 und 22.10-2.11.2018 in Hobart.

1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an dem angeknüpft wurde

Es wurde an dem wissenschaftlichen Stand von Herrn Dr. Siegel angeknüpft und mit neuen Fragestellungen zur Plastizität von Krill in Zeiten des Klimawandels ergänzt. Hierzu wurde im Zeitraum des Projektes die bisher vorhandenen Daten zur Plastizität von Krill gegenüber Umweltveränderungen zusammengetragen. Sie dienen als Grundlage für die Entwicklung eines Krillpopulationsmodells unter Berücksichtigung verschiedener, zukünftiger Klimaszenarien (siehe Punkt ii).

2. Material und Methoden

Wie vorgegangen wurde, um die Zielvorgaben zu erreichen, ist in den einzelnen Zielvorgaben dargestellt (siehe Punkte 1.1 Planung und Ablauf des Vorhabens, zu i-v). Eine ausführliche Beschreibung in Bezug zur Expedition PS 112 ist im folgenden dargestellt:

a) Expedition PS112.

Das Ziel des CCAMLR-surveys war die Quantifizierung des Krill-, und Salpenbestands. Dies wurde zum einen mittels Netzfängen durchgeführt und zum anderen mittels einer Reihe von akustischen Transekten, bei denen gemäß dem CCAMLR-Protokoll ein Mehrfrequenz-Echolot SIMRAD EK60 zur Abschätzung der Biomasse und der Verteilung des antarktischen Krills verwendet wurde. Die Netzfänge lieferten quantitative Daten zur Krill- und Salpendemographie (Größe, Alter und Reife) und zur Populationsdynamik (Laichzeit, Rekrutierung und Larvenentwicklung) und wurden zur Abschätzung der Krill-Biomasse aus der Akustik herangezogen.

Der CCAMLR-Survey wurde in vier Gebiete unterteilt, „Bransfield Strait“, die nördlichen „South Shetland“ Inseln, „Elephant Island“ und „Joinville Island“. Im Verlauf der Expedition wurden 88 quantitative Netzfänge gemäß CCAMLR-Protokoll durchgeführt (siehe Abbildung 1). Das Untersuchungsgebiet umfasste das historische CCAMLR-Grid des US AMLR Programms, bestehend aus 108 Stationen, von denen 61 auf PS112 abgeschlossen werden konnten. Die Transekte wurden so konzipiert, dass sie, wenn möglich, früheren Erhebungen folgten um die Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten.

Das Gebiet südlich von „Joinville Island“ und durch der „Antarctic Sound“ wurde anhand historischer Daten als potenzieller Laichplatz für antarktischen Krill identifiziert (Marr 1962). In neueren Untersuchungen wurde dieses Gebiet jedoch selten daraufhin analysiert. Um auf PS 112 diesen Aspekt nachzugehen wurde in der Region eine Sondierungsuntersuchung durchgeführt, die aus Transekten und Stationen bestand, die den Aufbau der nördlichen CCAMLR-Stationen fortsetzten. Während der Untersuchungen mussten mehrmals geplante Transekte aufgrund des Vorhandenseins mehrerer großer Eisberge geändert werden. Darüber hinaus ergab eine kürzlich durchgeführte Studie von Borowicz et al. (2018), dass auf Danger Island 55% aller Adelie-Pinguine in der Region beheimatet sind was auf eine große Krill-Abundanz im Umkreis der Insel hindeutet und auf der Expedition untersucht wurde.

Um die Abundanzdaten zwischen den Untersuchungsgebieten auf PS112 sowie mit Daten aus früheren Jahren vergleichen zu können, wurden die Netzfänge gemäß folgendem CCAMLR Protokoll durchgeführt. Es wurde ein 1,8 m² großer Isaaks-Kidd Midwater Trawl (IKMT) verwendet mit einer Maschenweite von 505 µm. Das IKMT ist eines der Standardnetze (zusammen mit dem RMT 8 + 1-Netz), die in früheren Erhebungen zur Bestandsaufnahme von Krill und Sape in der Region verwendet wurden. Das Netz wurde mit einer Geschwindigkeit von 2 kn schräg bis 170 m oder 20 m über dem Boden durch das Wasser gezogen und war mit einem Echtzeit-Tiefensensor zur Überwachung der Fangtiefe und einem Durchflussmesser zur Messung der gefilterten Wassermenge ausgestattet. Das durchschnittliche Volumen des gefilterten Wassers betrug 3240 m³.

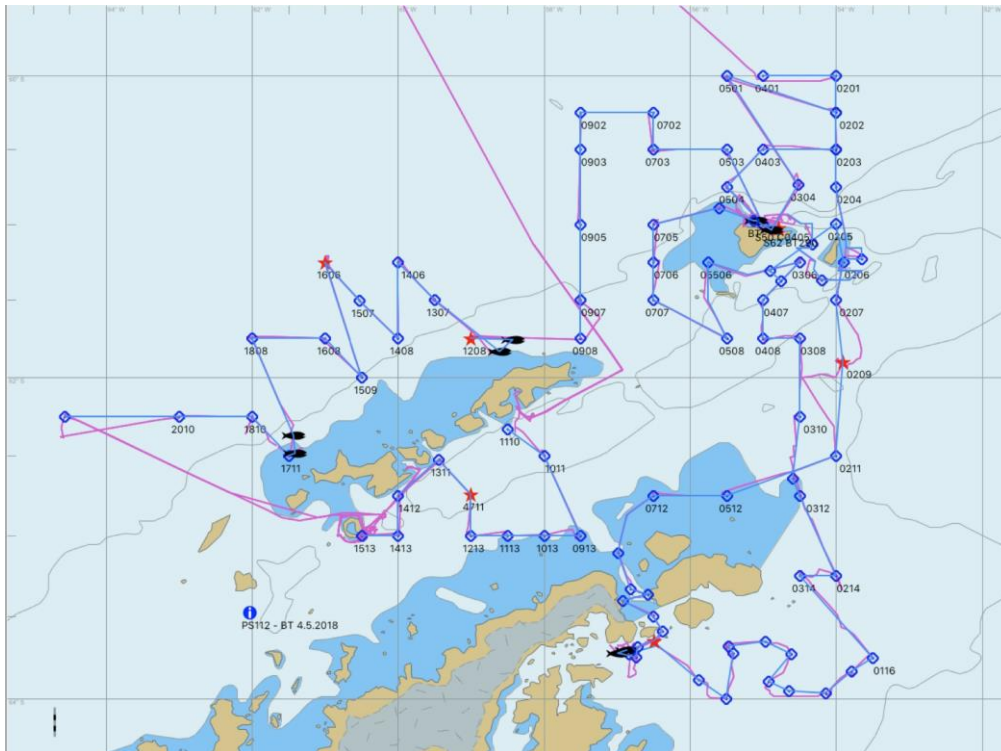


Abbildung 1: CCAMLR-Stationen (blaue Quadrate). Sterne stellen sogenannte „Super Stations“ dar, an denen neben der Bestandserfassung zusätzliche Instrumente für Prozessstudien eingesetzt wurden. Die Sektoren und Stationen südlich von Joinville und im antarktischen Sound waren CCAMLR-Erkundungsstationen.

Die Fänge wurden unmittelbar, nachdem das Netz an Deck war, verarbeitet. Das Makrozooplankton, zu denen die Euphausiiden und Salpen zählen, und Fische wurden auf Artniveau gezählt. Wenn der Fang des Makrozooplanktons mehr als 2 Liter betrug, wurden Unterproben entnommen, die mindestens bis zu 200 Krill und Salpen aufwiesen. Die sortierten Arten sowie der übrige Fang wurden getrennt in 4% gepuffertem Formalin oder Ethanol konserviert. Demografische Daten (Länge, Geschlecht und Reife) der gefangenen Euphausiiden und Salpen wurden entweder vor der Konservierung, an dem frisch gefangenen Material oder mindestens 2 Tage nach der Konservierung erhoben. Aus logistischen Gründen konnten während der Expedition nicht alle Proben ausgewertet werden, so dass die verbleibenden Proben am AWI untersucht wurden. Die Krill-Länge wurde nach Mauchline (1980) von der Spitze des Podiums bis zur Spitze des Uropods gemessen, und die Reifegrade wurden nach Makarov und Denys (1981) klassifiziert.

Zur Bestimmung der Biomasse von antarktischem Krill mittels des Mehrfrequenz-Echolot SIMRAD EK60 musste dies zunächst im Untersuchungsgebiet kalibriert werden. Die Kalibrierung des 4-Frequenz-EK 60 (38, 70, 120 und 200 KHz) erfolgte nach Ankunft im Untersuchungsgebiet in Admiralty Bay und auf Half Moon Island. Während der Expedition wurden auf einer Gesamtfahrstrecke von 2077 nm akustische Daten aufgezeichnet, die sich in der Auswertung befinden.

Die während der Expedition an Bord erhobenen Daten wurden einer abschließenden Qualitätskontrolle im AWI unterzogen. Die Anzahl aller aufgezählten Arten wurde an das gefilterte Wasservolumen angepasst um die Menge von Krill und Salpen pro m² zu ermitteln.

3. Ergebnisse

Die Ergebnisse, die im Projektzeitraum in Bezug zu den Zielvorgaben generiert wurden, sind in der Beschreibung der einzelnen Zielvorgaben dargestellt (siehe Punkt 1.1 Planung und Ablauf des Vorhabens, zu i-v. Eine Ausführliche Darstellung der bisher ermittelten Ergebnisse von Expedition 112 sind im folgenden Punkt 3.1 dargestellt.

3.1 Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

a) Expedition PS112 (18. März bis 5. Mai 2018)

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass der antarktische Krill, *E. superba* im gesamten Untersuchungsgebiet weit verbreitet war (siehe Abbildung 2), jedoch die höchsten Abundanzen in den Küstenstationen zeigte. Die Salpenart *Salpa thompsoni* war von der Nordseite der „Bransfield-Strait“ bis zu den Nordstationen weit verbreitet und trat gemeinsam mit *E. superba* auf (siehe Abbildung 5.2). In den kälteren, südlichen Stationen wurden sie jedoch, mit einer Ausnahme, nicht gefunden (siehe Abbildung 2). Die kleineren Euphausiiden-Arten wie *E. crystallophias*, *E. frigida* und *Thysanoessa macrura* waren im Untersuchungsgebiet verbreitet (siehe Abbildung 5.2), zeigten jedoch Habitat Präferenzen. *E. crystallophias* wurde in neritischen Stationen in der „Bransfield Strait“ und dem nordwestlichen Weddellmeer gefunden, aber waren an den Stationen, die unter dem Einfluss des „Antarctic Circumpolar Current“ (ACC) standen, nicht vorhanden, im Gegensatz zu *E. frigida*. *Thysanoessa macrura*, eine allgegenwärtige Krillart des Südpolarmeers, wurde in allen Bereichen des Untersuchungsgebiet gefunden.

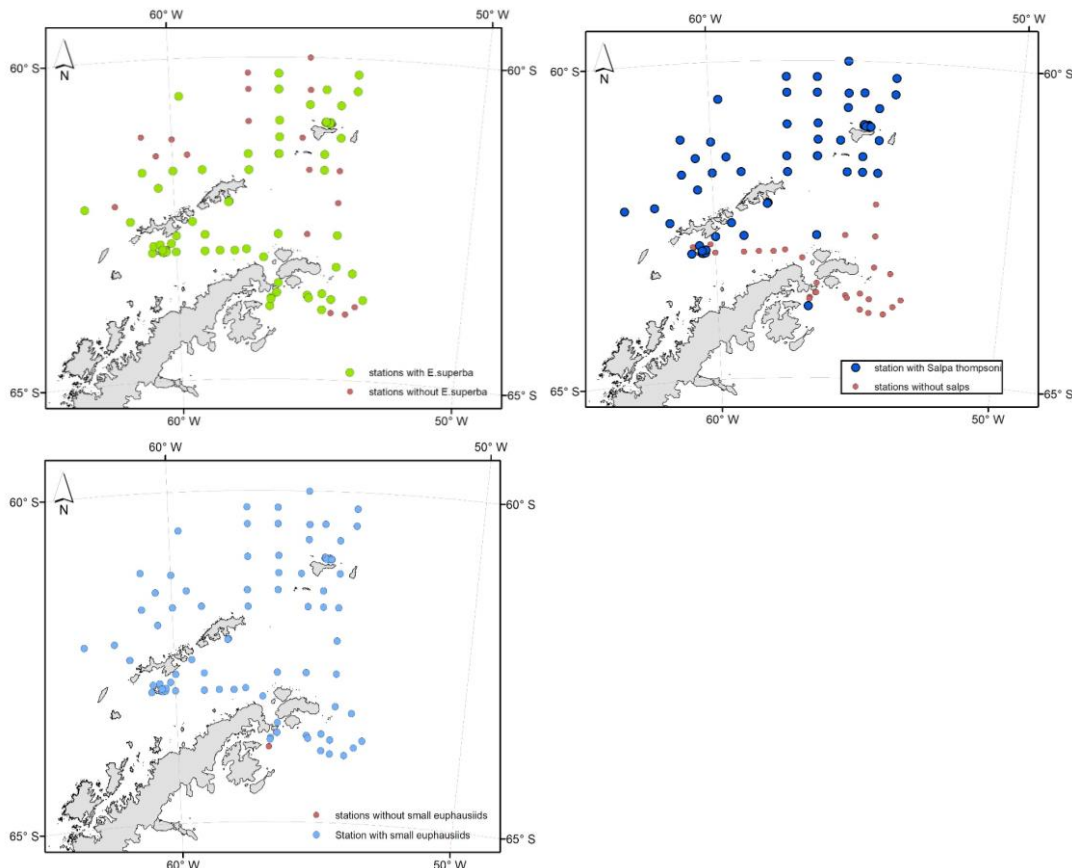


Abbildung 2: Vorläufige An- / Abwesenheitsdaten für *Euphausia superba* (oben links), *Salpa thompsoni* (oben rechts), kleine Euphausiiden-Arten (*E. crystallophias*, *E. frigida*, , *T. macrura*; unten links)

Datenmanagement

Die konservierten Proben werden im AWI gelagert und die Daten werden in der am AWI eingerichteten CCAMLR-Datenbank gespeichert. Eine Kopie der Daten wird der CCAMLR-Zentrale in Hobart, Tasmanien, zur Verfügung gestellt.

b) SCAR Krill Action Group (SKAG)

Auf der Sitzung des Wissenschaftskomitees der Kommission in 2017 zur Erhaltung der lebenden Meeresschätze der Antarktis in Hobart (SC-CAMLR-XXXVI) wurde identifiziert, dass zur Zeit keine qualifizierte Arbeitsgruppe aus Krillforschern innerhalb und außerhalb von CCAMLR existiert, um die CCAMLR Arbeitsgruppe Ökosystem Monitoring und Management zu beraten, welche Datenerhebung am sinnvollsten wäre, um den Zustand des Krill Bestands zu bewerten. Frau Prof. Meyer hat vom „Scientific Committee“ auf der Sitzung in Hobart 2017 (SC-CAMLR-XXXVI)) das Mandat erhalten, ein Projekt zur Gründung einer „Krill Action Group“ unter dem Dach des Wissenschaftsausschusses für Antarktisforschung („Scientific Committee on Antarctic Research“ = SCAR) zu erarbeiten.

Das Projekt wurde im Juni 2018 auf dem internationalen SCAR-Kongress in Davos vorgestellt und bewilligt. Die erste Sitzung fand am 16. Juli 2018 nach der Sitzung der Arbeitsgruppe Ökosystem Monitoring und Management in Cambridge statt. Es wurde beschlossen, bis Anfang 2020 ein Manuskript zu erarbeiten, welches den Status der Krillforschung darlegt und Wege für eine nachhaltige Krillfischerei zum Schutze des antarktischen Ökosystems aufzeigt.

Das Manuskript, welches in einer internationalen Zeitschrift veröffentlicht werden soll, dient als Entscheidungshilfe für die Diskussion der anstehenden CCAMLR Sitzungen nach der Fischereisaison 2020/21, wenn die Zeitspanne der festgesetzten Unterteilung des „trigger levels“ von 620.000 Tonnen pro Krillfischsaison auf räumliche Untereinheiten im CCAMLR Gebiet 48 endet (Gebiet 48 ist der atlantische Sektor des Südpolarmeers). Nähere Informationen zum terminlichen Auslaufen des „trigger levels“ sind auf folgender Webseite zu finden: <https://www.ccamlr.org/en/measure-51-07-2016>).

3.2 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Die bisher erhobenen Daten und resultierenden Ergebnisse wurden im Projektzeitraum auf den CCAMLR Sitzungen, speziell WG-EMM, vorgestellt. Zur Zeit wird mit den erhobenen Ergebnissen ein Manuskript erarbeitet, welches in einer internationalen Zeitschrift publiziert werden soll.

4. Zusammenfassung

Die Zielvorgaben im KrillBIS I Projekt (i-v, siehe oben) im Projekt wurden erfolgreich abgeschlossen. Die vollständige Auswertung der auf der Expedition PS112 generierten Krillbestandsdaten (Zielvorgabe iv) musste wegen Personalmangel in die zweite Projektphase (KrillBIS II) übernommen werden, da die Projektwissenschaftlerin Frau Dr. Suberg zum 31.3.2018 aus dem Projekt ausgeschieden ist. Um die akustische Datenaufnahme während der Expedition nicht zu gefährden, wurde kostenneutral und mit Absprache des Projektträgers ein Akustiker für die Expedition

eingestellt (siehe Punkt 1.1, zu iii). Ein Manuskript zur Veröffentlichung in einer internationalen Zeitschrift ist in Bearbeitung.

5. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; ggf. mit Hinweisen auf weiterführende Fragestellungen

Zusätzlich zu den erfolgreich durchgeführten Zielvorgaben im KrillBIS I Projekt wurde unter dem Schirm von SCAR eine „SCAR Krill Action Group“ (SKAG) unter der Leitung von Prof. Dr. Meyer eingerichtet, welche die CCAMLR Arbeitsgruppe EMM zu Fragen zur Krilldatenerhebung berät. Des Weiteren wurden zusätzliche Drittmittel bei der DFG generiert, um ein Krillpopulationsmodell unter der Berücksichtigung verschiedener Klimaszenarien zu erarbeiten. Der dafür ausgewählte Doktorand wird im Folgeprojekt KrillBIS II sehr eng mit dem Projektwissenschaftler zusammenarbeiten. Durch die in WG-EMM eingebrachten Ergebnisse sowie die Einführung von SKAG unter deutscher Leitung konnte die Rolle des BMEL innerhalb von CCAMLR gestärkt werden.

6. Literaturverzeichnis

- Marr JWS (1962) The natural history and geography of the Antarctic krill (*Euphausia superba* Dana). Discovery Rep. 32, 33-464.
- Makarov RR, Denys CJ (1981) Stages of sexual maturity of *Euphausia superba* Dana. BIOMASS Handbook, 11, 1-13.
- Borowicz et al. (2018) Multi-modal survey of Adelie penguin mega-colonies reveals the Danger Island as a seabird hotspot. Scientific Reports. DOI:10.1038/s41598-018-22313-w